Mosaïque d'habitats de l'estuaire de la Loire

APPROCHE SPATIALISÉE DES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

GIP Loire Estuaire

CONTEXTE

UNE MOSAÏQUE D'HABITATS QUI ASSURE DE MULTIPLES FONCTIONS

Vasières, roselières, prés de Loire, prairies humides… La partie aval de l'estuaire de la Loire, entre Nantes et l'océan, offre une grande diversité de milieux.

Cette plaine alluviale submersible se caractérise par un gradient de salinité à la fois longitudinal (pénétration des eaux océaniques de l'aval vers l'amont) et latéral (submersion des zones humides par les eaux estuariennes et apports d'eau douce liés au ruissellement des coteaux). Ce double gradient structure **une mosaïque d'habitats qui assure une variété de fonctions écologiques essentielles** à l'accomplissement du cycle biologique de nombreuses espèces animales, notamment de poissons et d'oiseaux.

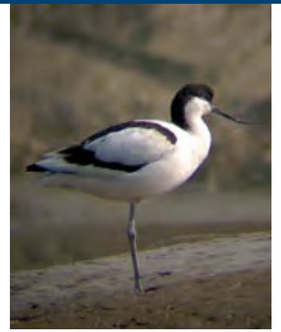
Corridor migratoire pour les poissons amphihalins comme l'anguille, zone de **nourricerie** pour les juvéniles d'espèces marines, comme la sole, voire fluviales comme la brême, l'estuaire est également une zone majeure pour **l'hivernage** (ex. Sarcelle d'hiver) et **les haltes migratoires** de dizaines de milliers d'oiseaux (ex. Phragmite aquatique). Certaines espèces, comme l'éperlan ou la Crevette blanche y effectuent l'ensemble de leur cycle de vie. D'autres y accomplissent une ou plusieurs fonctions biologiques dans un même habitat ou dans des habitats différents. Ainsi, le Tadorne de Belon utilise de façon complémentaire les vasières pour s'alimenter et certains espaces du schorre ou les talus et remblais sableux pour nicher.

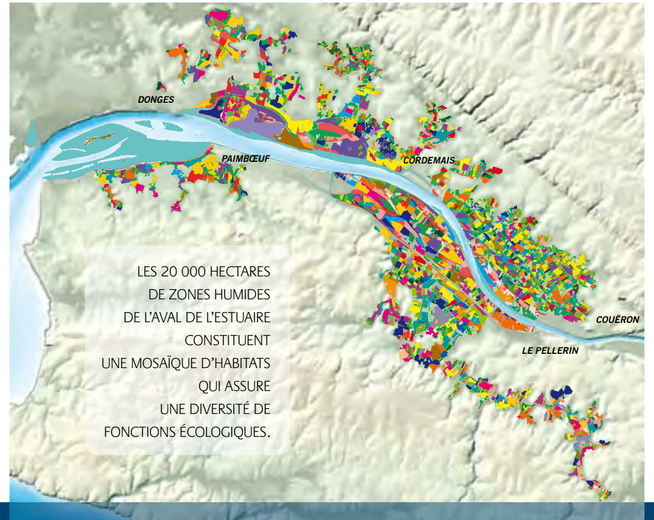
LA NÉCESSITÉ D'UNE APPROCHE SPATIALISÉE

La richesse biologique de l'estuaire est liée à la capacité de cette mosaïque d'habitats à assurer des fonctions essentielles aux cycles biologiques des espèces qui les fréquentent. La compréhension et la caractérisation des enjeux environnementaux dans l'estuaire passe donc inévitablement par **une meilleure connaissance du rôle écologique des habitats estuariens**. Les préoccupations sont diverses. Elles concernent l'état écologique de la masse d'eau, la gestion équilibrée du milieu aussi bien que les perspectives d'évolution de l'écosystème à court, moyen et long terme.

Dans le cadre spécifique de l'évaluation de scénarios de restauration du fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire aval, le GIP Loire Estuaire a développé en 2006 un Système d'Information Géographique (SIG) modélisant les fonctions écologiques majeures des habitats de l'estuaire de la Loire.

Cette brochure présente la démarche de construction de cet outil, son contenu ainsi que ses perspectives d'utilisation.





LES 20 000 HECTARES DE ZONES HUMIDES DE L'AVAL DE L'ESTUAIRE CONSTITUENT UNE MOSAÏQUE D'HABITATS QUI ASSURE UNE DIVERSITÉ DE FONCTIONS ÉCOLOGIQUES.

SOMMAIRE

CONSTRUCTION DES HABITATS **P.4**
- LES HABITATS DU LIT MAJEUR P.4
- LES HABITATS DU LIT MINEUR P.5

CONTENU DE L'OUTIL **P.6**
- LES FONCTIONS ÉCOLOGIQUES DE L'ESTUAIRE P.6
- LES CARACTÉRISTIQUES DES HABITATS ET DES ESPÈCES P.6
- UNE BASE DE DONNÉES STRUCTURÉE P.6
- SCHÉMA CONCEPTUEL DÉTAILLÉ P.7

MOBILISATION DE L'OUTIL **P.8**
- UN OUTIL DE SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES P.8
- UNE PREMIÈRE APPROCHE DES RELATIONS AVEC LES FACTEURS DU MILIEU P.9
- UNE AIDE À L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE P.10

UN OUTIL NOVATEUR EN DÉVELOPPEMENT **P.11**

SCHÉMA CONCEPTUEL SIMPLIFIÉ DE L'OUTIL

UN MODÈLE BASÉ SUR L'EXPERTISE

La démarche consiste à cartographier, au moyen d'un SIG, l'utilisation des habitats de l'estuaire par certaines espèces ou groupes d'espèces caractéristiques du milieu. L'outil vise non seulement à **associer les habitats de l'estuaire et les espèces qui les fréquentent**, mais aussi à représenter les **fonctions écologiques** remplies par ces habitats vis-à-vis de la faune.

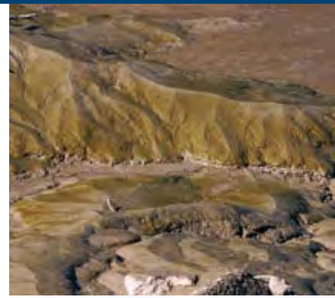
L'outil ne peut prétendre intégrer tous les éléments de l'écosystème. **Seuls certains groupes taxonomiques et certaines espèces sont considérés** : ceux pour lesquels les connaissances sont suffisantes et qui sont jugés comme les plus représentatifs du fonctionnement écologique et de la valeur patrimoniale de l'estuaire de la Loire. Au total, **20 espèces du peuplement benthique** (vers, crustacés et mollusques des sédiments de l'estuaire), **18 espèces de la macrofaune vagile** (poissons, crevettes et crustacés planctoniques) et **65 espèces d'oiseaux** ont été prises en compte.

La démarche a été conduite par une équipe pluridisciplinaire de scientifiques. Ces experts ont évalué les fonctions écologiques remplies par chaque habitat ou regroupement d'habitats (patchs) vis-à-vis de la faune sélectionnée. Pour chaque espèce et chaque habitat, des éléments de patrimonialité, une indication de la sensibilité à différents facteurs du milieu (ou facteurs abiotiques tels que le marnage ou l'oxygénation) ainsi qu'une caractérisation de la naturalité fonctionnelle des habitats et de la place des espèces dans la chaîne alimentaire ont été définis.

LES EXPERTS

- **Anne-Laure Barillé**, Bio-Littoral, pour le benthos et les poissons ;
- **Frédéric Bioret**, Université de Bretagne Occidentale, pour la flore et la végétation ;
- **Loïc Marion**, CNRS/Université de Rennes 1, pour l'avifaune ;
- **Didier Montfort**, Ouest Am', pour l'avifaune.

Pour cela, les experts ont mobilisé les données les plus pertinentes possibles de même que leurs connaissances du milieu estuarien en général et de la Loire en particulier.



CONSTRUCTION DES HABITATS

Le SIG repose sur la base cartographique réalisée dans le cadre des études préalables à l'élaboration du Document d'Objectifs Natura 2000 Estuaire de la Loire en aval du Pellerin. Cette zone forme un ensemble cohérent correspondant à la plaine alluviale estuarienne. L'emprise totale représente près de 20 000 hectares.

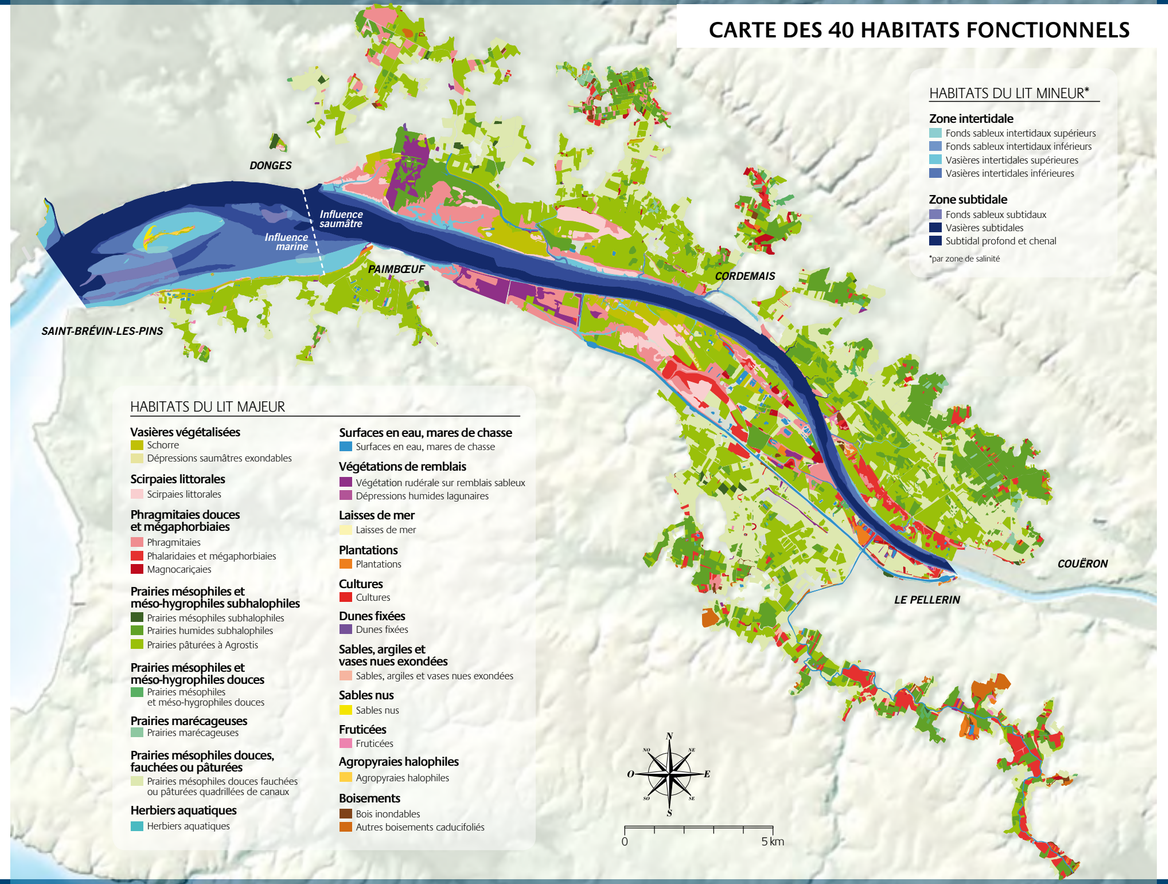
La démarche repose sur l'utilisation des **associations végétales comme outil de caractérisation des habitats du lit majeur de l'estuaire**. A l'inverse, la délimitation des **habitats du lit mineur s'appuie sur des éléments de caractérisation plus spécifiques**. Par souci de clarté et de concision, les habitats délimités dans l'outil, sur la base desquels sont cartographiées les fonctionnalités écologiques, sont appelés **habitats fonctionnels**.

LES HABITATS DU LIT MAJEUR

La référence Natura 2000 confère aux habitats ainsi délimités une cohérence certaine sur le plan biologique et règlementaire. **La formation végétale est alors considérée comme un élément représentatif des milieux**, avec l'avantage, en outre, d'assimiler les obligations de la Directive européenne « Habitats-Faune-Flore » dans la démarche.

Afin de simplifier l'analyse et d'améliorer la lisibilité et l'interprétation des résultats, certains patchs d'habitats identifiés de façon très précise ont été regroupés en **catégories d'habitats** cohérentes d'un point de vue phytosociologique.

CARTE DES 40 HABITATS FONCTIONNELS

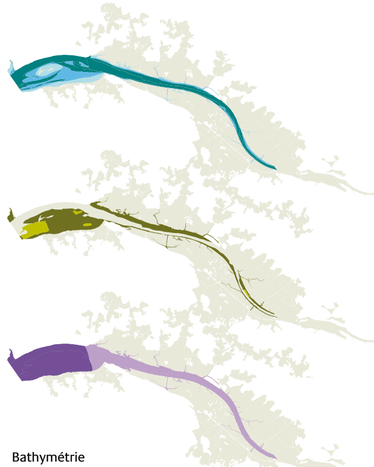


LES HABITATS DU LIT MINEUR

Les habitats aquatiques du lit mineur ont été délimités en **superposant des couches d'informations** relatives à la **bathymétrie** (et à la topographie pour les surfaces marnantes), la **granulométrie** et la **salinité**.

- La **bathymétrie/topographie** distingue le chenal de la zone subtidale et de la zone intertidale, découpée en intertidal inférieur et supérieur.
- Les **sédiments** ont été regroupés selon deux critères : sableux (sables fins, moyens ou grossiers) et vaseux (limons et sédiments sablo-vaseux).
- La **salinité** a été approchée en considérant la tolérance à la dessalure des groupements benthiques observés. L'estuaire est divisé en deux zones : une zone d'influence marine et une zone d'influence saumâtre.

L'intégration de ces trois critères définit 14 habitats fonctionnels pour le lit mineur.



Bathymétrie
- Zone intertidale supérieure (2,70 à -0,30 m IGN69)
- Zone intertidale inférieure (-0,30 à -3,16 m IGN69)
- Zone subtidale (< -3,16 m IGN69)

Granulométrie
- Sables : sables fins, moyens et grossiers
- Vases : limons et sédiments sablo-vaseux

Zone d'influence haline
- Saumâtre : crustacés et annélides
- Marine : majorité de mollusques

Pour aller plus loin...

1500 hectares de zones humides plus en amont, dont la cartographie n'était pas disponible au moment de la construction de l'outil, seront intégrés dans le cadre de son développement.

ZOOM SUR LE RÔLE TROPHIQUE DES VASIÈRES

Bien que l'estuaire soit une zone essentielle de remise (repos) et de transits migratoires, **sa fonctionnalité écologique repose en grande partie sur la notion de chaîne alimentaire** (fonctions de nourricerie et d'alimentation). Les principaux organismes benthiques ont ainsi été pris en compte dans l'outil car ils constituent une ressource trophique majeure pour les poissons et les oiseaux qui fréquentent les vasières. Un critère de présence/absence dans chaque habitat du lit mineur a été renseigné. Les relations proie/prédateurs entre benthos, poissons, crustacés et oiseaux ont été identifiées à partir de synthèses bibliographiques sur le régime alimentaire des principales espèces de l'estuaire de la Loire.

Un modèle du réseau trophique de l'estuaire est en cours de développement.

CONTENU DE L'OUTIL

LES FONCTIONS ÉCOLOGIQUES DE L'ESTUAIRE

Ce SIG est avant tout un outil de synthèse des connaissances sur les grandes fonctions écologiques assurées par l'estuaire. Celles-ci sont à la base des relations entre habitats et espèces. Généralement réalisées dans des zones définies, elles peuvent évoluer au cours des saisons et selon différents critères : phénologie et cycles biologiques des espèces, maturité sexuelle des individus, état de développement et de croissance, etc.

Quatre grandes fonctions écologiques illustrent, dans l'outil, le rôle fonctionnel de l'estuaire pour les poissons, les crevettes et les crustacés planctoniques à deux périodes de l'année (printemps-été-automne d'une part et hiver d'autre part). L'estuaire de la Loire représente ainsi :

- une zone de **nourricerie** pour les animaux vivant en estuaire durant leur phase juvénile ;
- une voie de **migration** pour les poissons amphihalins traversant l'estuaire ;
- une aire d'**alimentation** pour la faune accomplissant l'ensemble de son cycle de vie en milieu estuarien ;
- un lieu de **reproduction** pour les espèces résidentes de l'estuaire.

Pour les oiseaux, l'importance de l'estuaire de la Loire est représentée dans le SIG au

travers des zones :

- de **nidification** pour les espèces qui se reproduisent en estuaire ;
- d'**alimentation** en période de reproduction pour ces mêmes espèces ;
- de **repos** et d'activités sociales et de confort (toilette, etc.), en période de migrations et/ou d'hivernage pour les espèces qui utilisent les espaces estuariens pendant les saisons intermuptiales ;
- d'**alimentation** en période de migrations et/ou d'hivernage pour ces mêmes espèces.

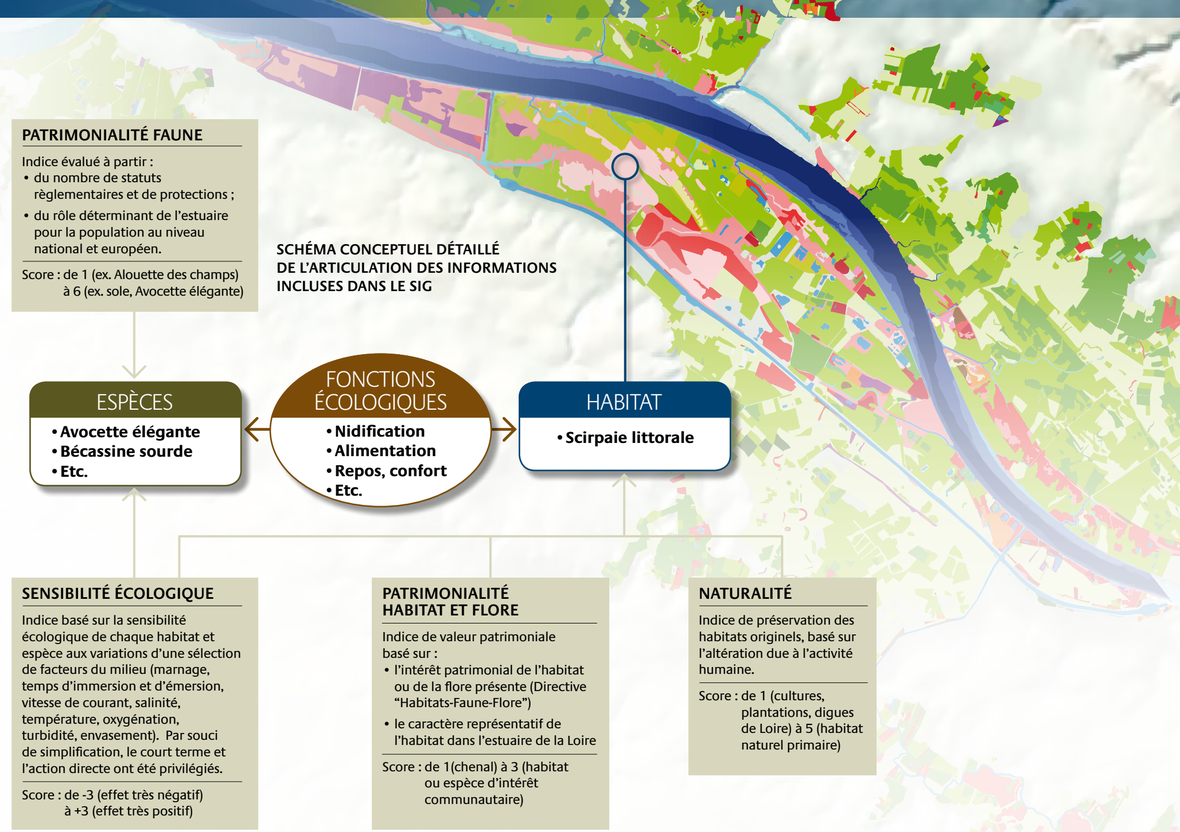
La fonctionnalité de chacun des milieux est entendue de manière effective et/ou fortement potentielle. Certaines fonctions assurées par les milieux sont effectivement **observées**, d'autres **évaluées** par les experts comme **fortement probables** au regard des exigences biologiques et des préférences écologiques des espèces considérées.

LES CARACTÉRISTIQUES DES HABITATS ET DES ESPÈCES

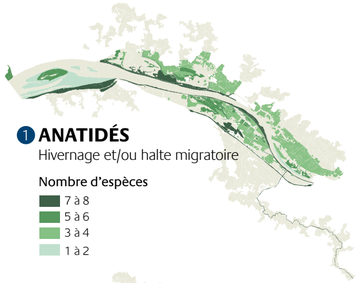
Pour chaque d'habitat et pour chaque espèce, les experts ont construit un indice de **patrimonialité** et fournit une indication de la **sensibilité** à différents facteurs abiotiques. Une **naturalité** fonctionnelle des habitats a également été définie.

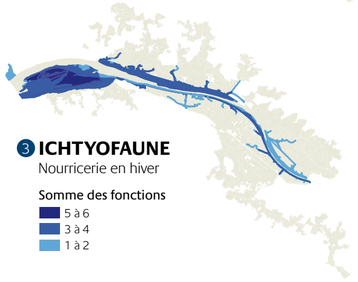
UNE BASE DE DONNÉES STRUCTURÉE

L'ensemble des informations est intégré dans une base de données informatique sous la forme de tables thématiques liées entre elles par des identifiants communs. Les connaissances numérisées sont mobilisables par le biais de requêtes. L'articulation des différents types de données (surfaces des polygones, fonctionnalités écologiques, patrimonialité…) renseignées à l'échelle de l'habitat permet notamment de réaliser des synthèses à l'échelle de l'estuaire.



MOBILISATION DE L'OUTIL



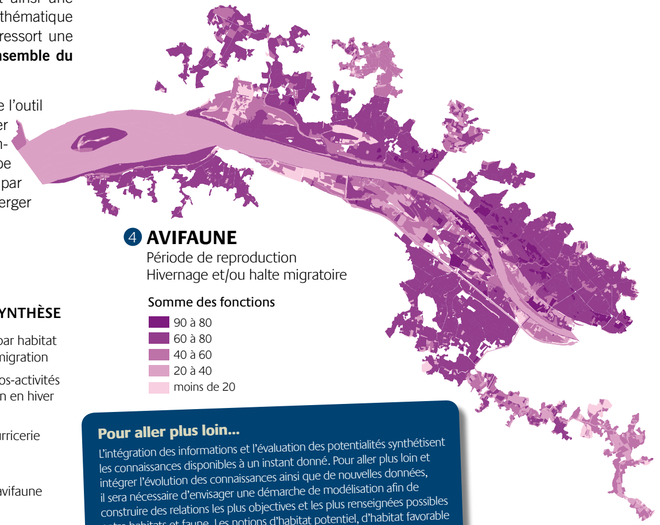


UN OUTIL DE SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES

La démarche de construction de l'outil a été avant tout l'occasion de procéder à une large **revue des connaissances disponibles sur les fonctions écologiques majeures de l'estuaire de la Loire**. Les évaluations des experts ont partiellement compensé quelques déficits d'information en certains points ou pour certaines espèces de l'estuaire offrant ainsi une couverture géographique et thématique la plus large possible. Il en ressort une **synthèse spatialisée sur l'ensemble du territoire estuarien**.

L'un des intérêts essentiels de l'outil est alors de pouvoir compiler des connaissances fragmentées et éparses (par groupe faunistique, par espèce ou par type de milieu) pour faire émerger la fonctionnalité écologique globale des différents milieux de l'estuaire, leur complémentarité et leur dépendance.
Il est donc possible de sommer l'ensemble des fonctions écologiques assumées par les différents habitats pour chacune des espèces d'un ou plusieurs groupe(s) faunistique(s). La carte obtenue permet de qualifier, voire hiérarchiser, l'importance des différents secteurs de l'estuaire vis-à-vis de ce(s) groupe(s).

Le changement d'échelle est aussi une caractéristique fondamentale de l'outil. Des connaissances et des potentialités décrites à l'échelle des polygones d'habitats peuvent être restituées à l'échelle de l'estuaire. Des cartes de la répartition effective ou probable dans l'estuaire de chacune des espèces peuvent être obtenues, et ce, pour chacune des fonctions que celui-ci assure, selon la saison, à l'égard de cette espèce.



EXEMPLES DE CARTES DE SYNTHÈSE

(1) nombre d'espèces d'anatidés par habitat fonctionnel en hiver et/ou en migration

(2) répartition des habitats de repos-activités de confort du Tadorne de Belon en hiver et/ou en migration

(3) répartition des habitats de nourricerie pour l'ichtyofaune en hiver

(4) somme des fonctions remplies par habitat fonctionnel pour l'avifaune

Pour aller plus loin...

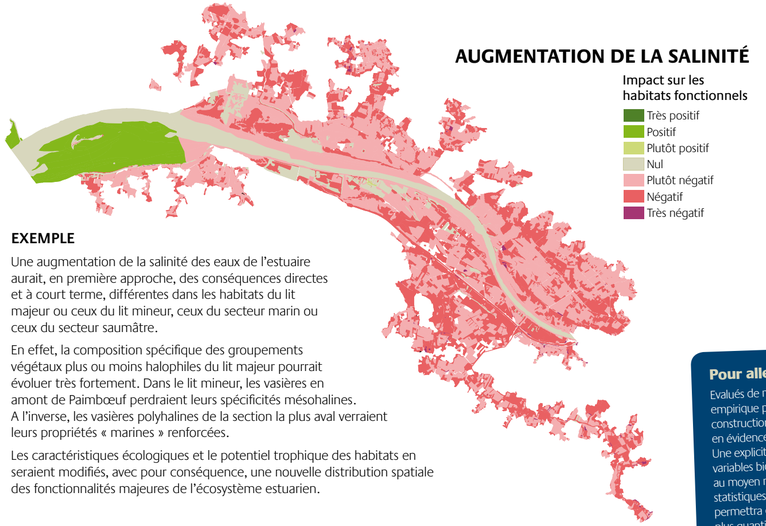
L'intégration des informations et l'évaluation des potentialités synthétisent les connaissances disponibles à un instant donné. Pour aller plus loin et intégrer l'évolution des connaissances ainsi que de nouvelles données, il sera nécessaire d'envisager une démarche de modélisation afin de construire des relations les plus objectives et les plus renseignées possibles entre habitats et faune. Les notions d'habitat potentiel, d'habitat favorable et d'habitat effectif seront ainsi mieux identifiées.

UNE PREMIÈRE APPROCHE DES RELATIONS AVEC LES FACTEURS DU MILIEU

L'indice de sensibilité écologique renseigné dans l'outil sert à appréhender, de manière qualitative et empirique, les relations entre les fonctions écologiques assurées par les habitats de l'estuaire de la Loire et les facteurs du milieu (facteurs abiotiques) susceptibles de les influencer (marnage, temps d'immersion et d'émersion, vitesse de courant, salinité, température, oxygénation, turbidité, envasement). Par souci de simplification, seules les relations directes et les tendances à court terme des réponses ont été considérées.

La sensibilité exprime la tendance de la réponse de chaque habitat ou espèce à une modification d'un certain nombre de facteurs abiotiques. Elle caractérise le risque potentiel qu'un habitat et les fonctions écologiques associées, soient modifiés, ou que la présence d'une espèce soit affectée sous l'action de ces facteurs.

Les résultats n'ont pas de valeur prospective, ils constituent toutefois une **première approche spatialisée des relations entre le fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire et les milieux assurant les fonctions écologiques**.



EXEMPLE

Une augmentation de la salinité des eaux de l'estuaire aurait, en première approche, des conséquences directes et à court terme, différentes dans les habitats du lit majeur ou ceux du lit mineur, ceux du secteur marin ou ceux du secteur saumâtre.

En effet, la composition spécifique des groupements végétaux plus ou moins halophiles du lit majeur pourrait évoluer très fortement. Dans le lit mineur, les vasières en amont de Paimbœuf perdraient leurs spécificités mésohalines. A l'inverse, les vasières polyhalines de la section la plus aval verraient leurs propriétés « marines » renforcées.

Les caractéristiques écologiques et le potentiel trophique des habitats en seraient modifiés, avec pour conséquence, une nouvelle distribution spatiale des fonctionnalités majeures de l'écosystème estuarien.

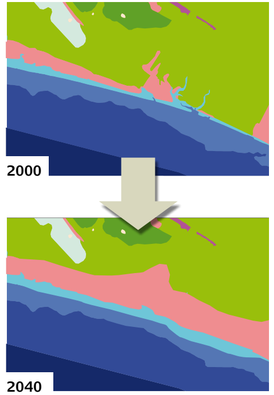
Pour aller plus loin...

Evalués de manière plus ou moins empirique par les experts lors de la construction de l'outil, les liens mis en évidence restent très qualitatifs. Une explicitation des relations entre variables biotiques et abiotiques, au moyen notamment d'analyses statistiques de données d'inventaires, permettra d'appréhender de façon plus quantitative ces relations dans une version ultérieure de l'outil.

UNE AIDE À L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

En approchant de façon spatialisée les fonctionnalités écologiques de l'estuaire, le SIG est un outil pertinent d'aide à l'évaluation des effets environnementaux que peut engendrer une modification des habitats estuariens. Les causes possibles de telles modifications sont diverses : aménagements, changements climatiques, évolutions morphologiques à long terme, changements dans les usages et les pratiques, notamment agricoles… Elles peuvent affecter aussi bien la nature des habitats que leur répartition et, de ce fait, influer sur la distribution des potentialités écologiques dans l'estuaire. **Le SIG fournit alors des éléments d'interprétation sur l'évolution résultante des fonctionnalités environnementales dans le milieu**.

ÉVOLUTION TENDANCIELLE DES MILIEUX À 40 ANS SUR UN SECTEUR DE VASIÈRES DE L'ESTUAIRE



EXEMPLE

Une analyse prospective de la géométrie de l'estuaire a été développée à dires d'experts sur la base d'une analyse des évolutions passées de la morphologie du milieu. Cette analyse a conduit à la construction d'un scénario dit « tendanciel » de l'évolution morphologique de l'estuaire dans lequel : les usages sont considérés constants et les hypothèses scientifiques récentes concernant l'élévation du niveau de la mer sont intégrées.

Un modèle numérique est alors utilisé pour simuler les effets sur l'hydrologie et la dynamique sédimentaire de cette évolution tendancielle.

Les résultats montrent, à horizon 2040, une évolution de la morphologie de l'estuaire entraînant la modification de divers habitats. A titre d'exemple, la carte ci-contre illustre le type de changements susceptibles de survenir à une échelle locale sur un secteur de vasières de l'estuaire.

Le SIG constitue alors un outil d'identification des incidences de ces changements sur les fonctionnalités environnementales du milieu. Des comparaisons entre les états peuvent alors être établies. Elles peuvent être interprétées par des experts et utilisées dans des logiques d'évaluations environnementales.

Évolution des superficies

- Dépressions humides lagunaires
- Prairies mésophiles douces fauchées ou pâturées quadrillées de canaux
- Prairies humides subhalophiles
- Prairies pâturées à Agrostis
- Phragmitaies
- Vasières intertidales supérieures
- Vasières intertidales inférieures
- Vasières subtidales
- Subtidal profond et chenal

UN OUTIL NOVATEUR EN DÉVELOPPEMENT

Le SIG « habitats fonctionnels » du GIP Loire Estuaire est le premier outil d'évaluation spatialisée des fonctionnalités environnementales de l'estuaire de la Loire. La démarche est novatrice et originale. Elle permet de dépasser les aspects uniquement patrimoniaux et d'appréhender l'écosystème d'un point de vue fonctionnel. En considérant la diversité des fonctions écologiques remplies par l'estuaire, elle complète l'approche classique de la biodiversité, généralement envisagée à travers la seule richesse en habitats et/ou en espèces.

Le SIG est le produit d'une synthèse, par des experts scientifiques, de leurs connaissances des espèces et du milieu estuarien. Leur appréhension empirique des potentialités écologiques des habitats de l'estuaire a permis de compenser certaines lacunes dans les données et d'extrapoler les observations disponibles.

La démarche s'apparente à une véritable démarche de modélisation écologique. Comme toute modélisation, elle simplifie la réalité du fonctionnement écologique sans toutefois en sous-estimer la complexité. C'est pourquoi, **l'analyse des résultats doit être encadrée par des experts** afin d'éviter toute interprétation trop simpliste et biaisée.

La cartographie des habitats fonctionnels est un outil d'accompagnement de la réflexion tant d'un point de vue écologique, en facilitant l'étude des relations entre les espèces et leur environnement, que d'un point de vue opérationnel, en posant les bases d'une évaluation environnementale à une échelle pertinente.

Concepts et méthodes sont transposables à d'autres sites, notamment aux autres grands estuaires français. Des outils similaires, s'appuyant sur le principe de l'outil développé par le GIP Loire Estuaire, devraient voir le jour sur les estuaires de la Seine et de la Gironde dans le cadre d'un projet de recherche national.

Au cours des différentes mobilisations dont il a fait l'objet, certaines limites mais aussi plusieurs possibilités d'évolution ont été identifiées. Afin de pouvoir utiliser cet outil SIG pour étudier et mieux comprendre les relations entre les facteurs abiotiques et les fonctions écologiques assurées par l'estuaire et pour que la démarche soit efficacement reconductible dans un contexte environnemental variable, il est nécessaire d'intégrer sur le long terme des connaissances et des données nouvelles. Cela implique une évolution de l'outil, tant dans la démarche de construction que dans sa structure (représentation spatiale et architecture de la base de données). **Pour cela, le processus de modélisation doit évoluer vers une prise en compte plus rationnelle et objective des relations espèces/milieux au moyen, notamment, de méthodes de modélisations statistiques**. C'est tout l'enjeu de la version 2 de l'outil, déjà en cours de développement.

Conception : GIP Loire Estuaire - Conception graphique : Caféine
Rédaction : GIP Loire Estuaire, avec la collaboration de D. Montfort - Ouest Am'
Impression : Offset 5 Éditions
Photos : E. Balança, E. Beslot, BIOS photo, Biotope, F. Douaud
Photos aériennes : Ph. Graindorge - Gerpho

GiP Loire Estuaire

GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC LOIRE ESTUAIRE
22 rue de la Tour d'Auvergne - 44200 Nantes - Tél. 02 51 72 93 65 - Fax 02 51 82 35 67
www.loire-estuaire.org

juin 2009