

# INVENTAIRE DES ROSELIÈRES DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE ACQUISITION ET ANALYSE DE DONNÉES

## PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES ET ANALYSE DIACHRONIQUE



Décembre 2016

Année 2016

## Table des matières

Préambule.....	4
1 Précisions méthodologiques.....	5
1.1 Différentes méthodes utilisées en 2006 et en 2016 pour inventorier les roselières.....	5
1.1.1 Inventaire des roselières de 2006.....	5
1.1.2 Etude des roselières de 2016.....	6
1.1.3 Cartographie des roselières hautes entre 1952 et 2012.....	7
1.1.4 Cartographie du front de colonisation / recul de la roselière sur la vasière.....	8
1.2 Principes de l'exploitation des ortho-photographies.....	8
1.3 Identification par photo-interprétation des roselières sur l'ortho-photographie 2013.....	8
1.3.1 Phragmitaie / scirpaie saumâtre.....	9
1.3.2 Scirpaie littorale.....	10
1.3.3 Phalaridaie.....	11
1.3.4 Glycéraie.....	11
1.3.5 Magnocariçaie.....	12
1.3.6 Iridaie et typhaie.....	12
1.4 Recommandations techniques pour la photo-interprétation des clichés RVB.....	12
1.5 Deux méthodes, deux géométries pour établir l'analyse diachronique.....	13
2 Analyse diachronique : différentiel surfacique des roselières entre les cartographies.....	15
2.1 Différentiel surfacique tous types de roselières : entre les cartographies de 2006 et 2013-2016.....	15
2.2 Différentiel surfacique des roselières hautes : entre les cartographies de 2006 et 2013-2016.....	18
2.3 Différentiel surfacique des roselières hautes entre les cartographies de 1999 et 2013.....	19
2.4 Différentiel surfacique des roselières hautes de 1999 à 2013 sur le périmètre restreint de l'emprise de l'ortho-photographie de 2002.....	20
2.4.1 Entre les cartographies de 1999 et 2013.....	20
2.4.2 Entre les cartographies de 1999 et 2002.....	20
2.4.3 Entre les cartographies de 2002 et 2004.....	21
2.4.4 Entre les cartographies de 2004 et 2009.....	21
2.4.5 Entre les cartographies de 2009 et 2011.....	22
2.4.6 Entre les cartographies de 2011 et 2012.....	23
2.4.7 Entre les cartographies de 2012 et 2013.....	23
2.4.8 Bilan.....	24
2.5 Différentiel surfacique des roselières hautes entre les cartographies de 1952 à 2006 sur le périmètre restreint entre Le Pellerin et Donges.....	27
2.6 Différentiel surfacique sur le front de colonisation / recul des roselières sur la vasière.....	28
2.6.1 Entre les cartographies de 1952-1971 et 1971-1982.....	28
2.6.2 Entre les cartographies de 1982 à 2013.....	28
2.6.3 Bilan.....	28

3	Analyse par maille .....	30
3.1	Principe.....	30
3.2	Evolution des roselières hautes entre 1999 et 2013.....	30
4	Conclusion.....	34

## Préambule

La partie aval de l'estuaire de la Loire, entre Nantes et l'océan, offre une grande diversité de milieux, parmi lesquels les roselières. Celles-ci sont particulièrement dynamiques, grâce surtout au pouvoir colonisateur du roseau. Par conséquent, au fil des modifications de l'estuaire - liées aux aménagements, aux pratiques agricoles, à la dynamique des milieux, à la dynamique du réseau hydraulique, à la dynamique hydrosédimentaire des vasières - et selon les conditions d'humidité et de salinité des sols, les conditions climatiques, voire hydroclimatiques, la répartition des roselières évolue.

Suivre cette répartition est essentiel pour caractériser l'effet de ces facteurs anthropiques ou naturels, ainsi que la potentialité d'accueil de l'estuaire pour l'avifaune paludicole, les roselières constituant son habitat majeur tant en période de reproduction, qu'en halte migratoire. La roselière contribue par ailleurs, à l'amélioration de la qualité de l'eau grâce à ses capacités épuratoires.

Aussi, le premier inventaire des roselières, entre Nantes et Saint-Nazaire, est mené en 2006 par le GIP Loire Estuaire, dans le cadre de sa mission de suivis long terme du fonctionnement environnemental de la Loire. 10 ans après, un deuxième inventaire est lancé, afin de cartographier les roselières hautes et basses, dans la vallée alluviale de la Loire en aval de Nantes, et de caractériser leur dynamique d'évolution, en particulier celle des roselières hautes.

En effet, ces milieux intéressent les acteurs du territoire, tels les agriculteurs, les gestionnaires, les naturalistes, les chasseurs, etc. Ces dernières années, la roselière a également été évoquée comme zone de refuge des sangliers.

La dynamique d'évolution des roselières est basée sur l'analyse diachronique croisant les données et cartes issues :

- de l'inventaire terrain du GIP LE mené en 2006 ;
- de la photo-interprétation d'une sélection de 10 ortho-photographies prises entre 1952 et 2013 ;
- des inventaires végétation menés par le CEDRE, le Département de Loire-Atlantique, la DREAL Pays de la Loire, la LPO 44, le GPMNSN, l'ONCFS, l'UBO et le GIP Loire Estuaire, de 2001 à 2015 ;
- et des prospections terrain ponctuelles effectuées en 2016.

Selon l'emprise géographique des ortho-photographies traitées et le niveau de traitement de l'image - détermination de tous les types de roselières ou seulement des roselières hautes - l'analyse diachronique est menée sur toute ou partie de la vallée alluviale et à différentes échelles temporelles. L'analyse diachronique spécifique sur le front de colonisation / recul des roselières sur la vasière est effectuée sur le secteur de la rive Nord entre le bras de Rohars et l'étier de Lavau.

### *Type d'analyse diachronique menée selon les secteurs de la vallée alluviale*

	Secteur étudié			
	Vallée alluviale Nantes – Saint-Nazaire	Périmètre restreint vallée alluviale Nantes – Saint-Nazaire / sans le marais de Donges, ni la vallée de l'Acheneau	Périmètre restreint Le Pellerin-Donges	Rive Nord bras de Rohars–étier de Lavau
Tous types de roselières	2006 et 2013-2016	-	-	-
Roselières hautes	2006 et 2013-2016, 1999 et 2013	1999 à 2013	1952 à 2006	+ scirpaies littorales 1952 à 1982 1982 à 2013

Ce rapport constitue un des trois documents composant l'étude, avec le rapport éponyme descriptif de l'étude et l'atlas cartographique.

# 1 Précisions méthodologiques

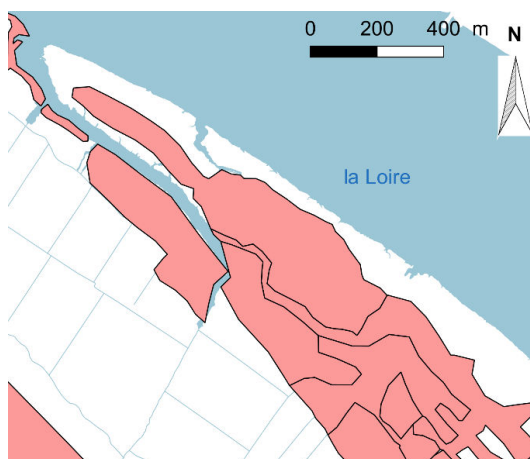
## 1.1 Différentes méthodes utilisées en 2006 et en 2016 pour inventorier les roselières

### 1.1.1 Inventaire des roselières de 2006

L'inventaire des roselières de 2006 est établi exclusivement par des prospections terrain, basées sur la cartographie de l'inventaire des groupements végétaux, qui a servi à la cartographie des habitats Natura 2000 Estuaire de la Loire 2001-2002. Tous les types de roselières ont ainsi été identifiés.

L'échelle de numérisation des polygones est au 1/5000<sup>e</sup>. La géométrie de numérisation des polygones est basée sur une géométrie simple.

*Extrait de la cartographie des roselières 2006 (en rose) - polygones à géométrie plutôt rectiligne*



**Avantages de la méthode :** la carte offre une bonne précision et une bonne certitude dans la détermination des types de roselières, qu'elles soient hautes ou basses, ainsi que sur les mosaïques de roselières. Le passage sur le terrain permet d'identifier les roselières, même en phase de croissance, quand les parties aériennes sont encore peu développées. L'inventaire, mené en condition d'inventaire floristique, soit au printemps, soit en début d'été (donc avant la période de fauche), assure une couverture géographique la plus exhaustive des roselières.

**Inconvénients de la méthode :** la géométrie des polygones est adaptée aux enjeux de gestion du site Natura 2000. Cette géométrie n'est pas adaptée à une échelle plus fine, en particulier au 1/2000<sup>e</sup> : des secteurs adjacents à la roselière, tels des étiers, des vasières, etc. sont inclus dans les polygones de roselières.

*Extrait de la cartographie des roselières 2006 (en rose) – avec en fond l'ortho-photographie 2004, BD Ortho IGN - Département de Loire-Atlantique*



### 1.1.2 Etude des roselières de 2016

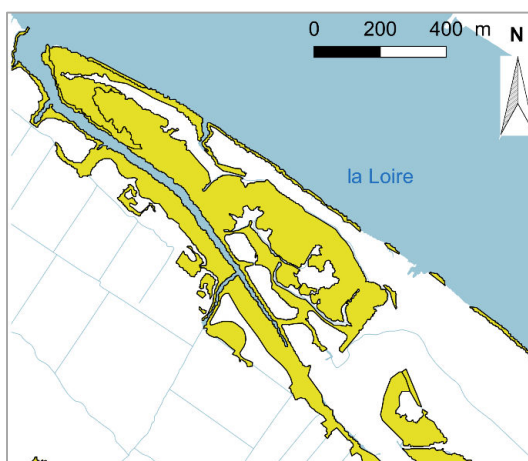
L'étude des roselières de 2016 est basée en grande partie sur la photo-interprétation de l'ortho-photographie 2013, appuyée et complétée par des inventaires végétation, ainsi que des prospections terrain. La méthode est détaillée dans le rapport « Inventaire des roselières de l'estuaire de la Loire – Acquisition et analyse de données ».

Le choix de privilégier la photo-interprétation et de limiter les prospections terrain avait pour objectif de définir une solution plus économique que le coûteux inventaire terrain, consistant à inventorier près de 3000 ha de roselières à la parcelle. Qui plus est, la disponibilité d'une ortho-photographie à 20 cm de résolution en 2013 offrait l'opportunité de tester l'amélioration de la capacité de la photo-interprétation, sur ces formations végétales homogènes, et de définir si les récents outils de traitement automatique d'images sont robustes pour cartographier les roselières.

#### 1.1.2.1 Cartographie des roselières en 2013

Pour la photo-interprétation de l'ortho-photographie 2013, l'échelle de numérisation des polygones est au 1/2000<sup>e</sup>. La géométrie de numérisation des polygones pour la photo-interprétation est basée sur une géométrie fine, qui épouse assez précisément les contours des massifs de roselières, grâce à la méthode de traitement d'images semi-automatique utilisée.

*Extrait de la cartographie des roselières 2013 (en jaune) - polygones finement dentelés*



**Avantages de la méthode :** la précision de la délimitation des roselières qui ont pu être identifiées. Les étiers, douves et vasières adjacents aux parcelles en roselières sont ainsi exclus des polygones. La roselière linéaire est également délimitée.

**Inconvénients de la méthode :** pour la cartographie 2013, les parcelles fauchées, ou celles où la végétation est rase, ne peuvent donc pas être caractérisées et sont donc absentes des données. Le résultat est ainsi la cartographie à un instant « t » de l'année « N », et non pas l'exhaustivité des roselières de l'année N.

#### 1.1.2.2 Cartographie des roselières 2013-2016

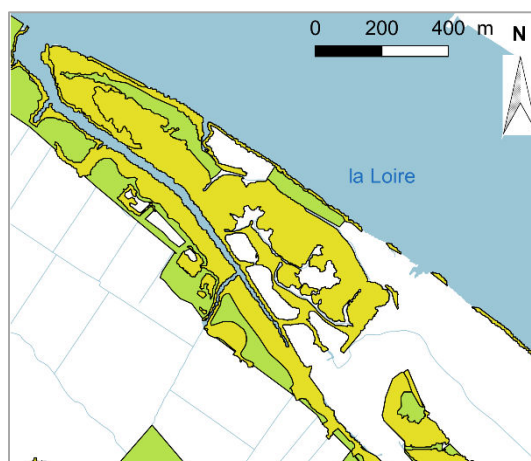
L'échelle de numérisation des inventaires végétation post-2013 est hétérogène :

- 1/2500<sup>e</sup> pour l'inventaire du Département sur les terrains du Conservatoire du littoral ;
- 1/10000<sup>e</sup> pour l'inventaire de la DREAL Pays de la Loire / LPO 44 ;
- 1/5000<sup>e</sup> pour l'inventaire de l'UBO.

La délimitation des roselières dans certains inventaires est donc plus précise, que dans d'autres.

La carte finale 2013-2016 mêle ainsi une géométrie fine et une géométrie plus grossière.

*Extrait de la cartographie des roselières 2013-2016 – genèse de petits polygones par l'agrégation des couches post-2013 (en vert) sur la cartographie 2013 (en jaune)*



**Avantages de la méthode :** la couverture des roselières est plus complète que celle de la cartographie 2013, pour les parcelles de roselière fauchées ou celles à végétation rase, et pour les roselières basses qui n'avaient pu être caractérisées.

**Inconvénients de la méthode :** le mélange des géométries, différentes entre les cartographies, génère mécaniquement une démultiplication de polygones de petite taille. La datation de la cartographie s'étale sur trois ans. Les inventaires végétation ne couvrant pas l'ensemble de la zone d'étude, la carte 2013-2016 est moins exhaustive sur les marais de pied de coteau en rive Nord et sur la vallée de l'Acheneau.

### 1.1.3 Cartographie des roselières hautes entre 1952 et 2012

La cartographie des roselières hautes est constituée par la seule photo-interprétation menée sur 9 ortho-photographies, complétée par la cartographie élaborée de 2013, soit :

- 6 sont traitées au cours de cette étude de 2016, soit des prises de vue entre 1999 et 2012, donc avec la même géométrie fine que celle de la cartographie 2013 ;
- 3 ont été traitées antérieurement, à l'occasion du premier inventaire des roselières en 2006, soit les clichés de 1952, 1971 et 1982, donc avec la géométrie de ce premier inventaire, moins fine que celle du second. Ces ortho-photographies n'ont pas été retraitées, car la résolution du cliché, 1 m, est jusqu'à 5 fois moins fine que les prises de vue plus récentes : 20 cm pour l'ortho-photographie de 2012. Aussi, le retraitement des images n'aurait pas abouti à une précision comparable à celle des cartographies issues du traitement des ortho-photographies récentes.

**Avantages de la méthode :** elle permet de disposer de cartographies des roselières hautes à l'échelle de l'estuaire, en l'absence d'inventaire végétation global. Les cartographies les plus anciennes illustrent la dynamique de colonisation de la roselière, avant les derniers travaux de resserrement du lit mineur de l'estuaire.

**Inconvénients de la méthode :** les géométries sont différentes entre les premières ortho-photographies traitées, soit 1952-1982, et celles de 1999-2012. Les emprises sont également différentes, d'où une inter-comparaison réduite sur une partie seulement de la vallée alluviale.

#### 1.1.4 Cartographie du front de colonisation / recul de la roselière sur la vasière

L'étude a été menée sur le secteur le plus dynamique de l'estuaire, soit sur la rive Nord, comprise entre le bras de Rohars et l'étier de Lavau. Sur l'emprise définie, la surface de roselière « rétro-littorale » commune à toutes les ortho-photographies traitées a été définie, pour que la dynamique roselière / vasière puisse être calculée d'une année à l'autre, sans être biaisée par une évolution de la roselière « rétro-littorale ».

**Avantages de la méthode :** elle permet de disposer de mesures du front de colonisation / recul, en l'absence de levé laser aéroporté Lidar, qui n'existe qu'à 3 dates, en 2002, 2008 et 2010.

**Inconvénients de la méthode :** elle nécessite de cartographier la scirpaie littorale si elle est présente en pied de berge, alors que ce type de roselière n'est pas cartographié dans les roselières hautes. Les différentes géométries entre les premières ortho-photographies traitées, soit 1952-1982, et celles de 1999-2012. Pour autant, la comparaison 1982-1999 est menée, car la délimitation roselière / vasière sur l'emprise d'analyse est contrastée sur l'ortho-photographie de 1982.

### 1.2 Principes de l'exploitation des ortho-photographies

La photo-interprétation repose principalement sur une analyse visuelle de la couleur et de la texture des images. Parallèlement, la connaissance terrain et les inventaires végétation appuient cette analyse visuelle.

Or, les différentes ortho-photographies présentent des colorations et des teintes hétérogènes :

- les trois séries de clichés pris entre 1952 et 1982 sont en noir et blanc, les 7 autres sont en couleurs ;
- les clichés de 2013 balayent une gamme de couleurs du vert au jaune, alors que ceux de 2012 sont composés d'une gamme de couleurs marronnées, par exemple.

Ainsi, le travail de photo-interprétation nécessite un temps d'appropriation des teintes et textures de roselières par ortho-photographie, pour les délimiter / cartographier.

A nouveau, seules sont cartographiées les roselières qu'il est possible d'identifier et de caractériser, à partir de l'image. Les parcelles fauchées, ou celles où la végétation est rase, ne peuvent donc pas être caractérisées et sont donc absentes des données.

### 1.3 Identification par photo-interprétation des roselières sur l'ortho-photographie 2013

La détermination de tous les types de roselières a été menée sur l'ortho-photographie 2013, seules les roselières hautes – phragmitaie / scirpaie saumâtre, phalaridaie - sont délimitées sur les autres ortho-photographies, sans que les deux types soient distingués.

La localisation des roselières a été un appui pour la définition / détermination du type de roselières, tous les types de roselières n'ayant pas les mêmes préférendums écologiques : par exemple, la glycéraie sera présente sur des secteurs plutôt doux, alors que la phragmitaie supporte des salinités élevées.

L'ortho-photographie 2013 présente des teintes dominées par les couleurs vert-jaune. Elle se caractérise par de très nombreuses parcelles fauchées. Parmi les ortho-photographies traitées, la prise de vue de 2013 - mi-juillet - intervient alors que les fauches viennent d'être très récemment effectuées. En effet, depuis la mise en place des Mesures Agro-Environnementales, l'estuaire est largement couvert par ce type de contrats, qui fixe des dates de fauche. En 2013, il s'agit des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées (MAET), qui depuis 2010, prévoient une mesure roselière avec une fauche à partir du 1<sup>er</sup> juillet. Ce dispositif a depuis été revu en 2015 avec des fauches plus tardives au 1<sup>er</sup> septembre.

Globalement, les fauches dans l'estuaire de la Loire se déroulent, pour l'essentiel, entre fin mai et début juillet, qui plus est lorsque le printemps est plutôt sec, comme cela a été le cas en juin 2013. Toutefois, les années où les précipitations estivales le permettent, une fauche de regain des prairies au cours de l'été peut être pratiquée.

Concernant les parcelles fauchées sur l'ortho-photographie de 2013, certaines correspondent en effet à des parcelles, où des roselières sont identifiées sur les autres ortho-photographies traitées, ou dont la présence est confirmée par les inventaires végétation récents (cas par exemple d'une partie de l'île du Massereau ci-dessous).

*Extraits de la BD Ortho IGN :*

*2013 - Région des Pays de la Loire (à gauche) et 1999 - Département de Loire-Atlantique (à droite)*



### 1.3.1 Phragmitaie / scirpaie saumâtre

La phragmitaie / scirpaie saumâtre est le type de roselière le plus facilement identifiable grâce :

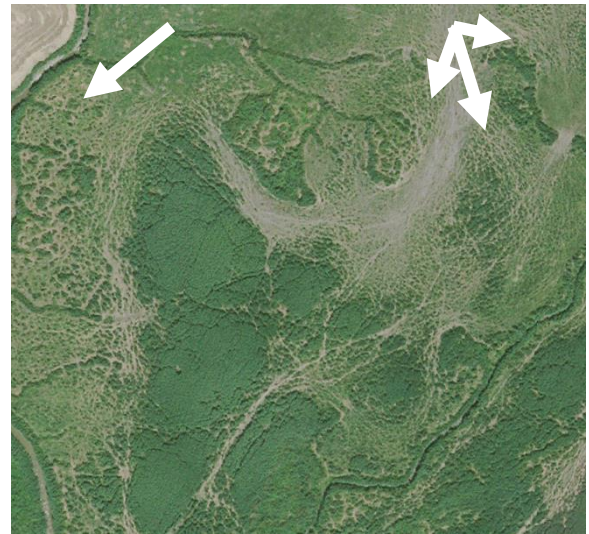
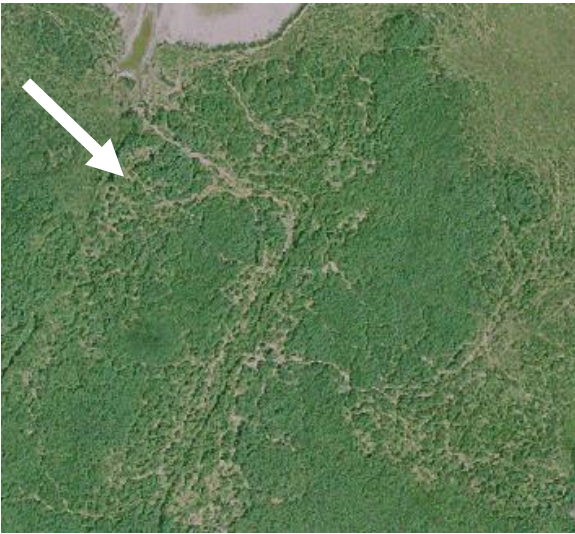
- à la couleur allant du vert-bleu au vert tendre sur les clichés printaniers ou estivaux, ou aux teintes marronnées sur le cliché automnal, quand la roselière commence à faner et donc à sécher ;
- au grain de l'image avec la densité du feuillage et des tiges.

*Extraits de la BD Ortho IGN 2013 - Région des Pays de la Loire*



En phase de colonisation, sur des parcelles, la phragmitaie apparaît sous forme de fragments, qui constituent un motif de points, ou comme des marbrures sur l'ortho-photographie.

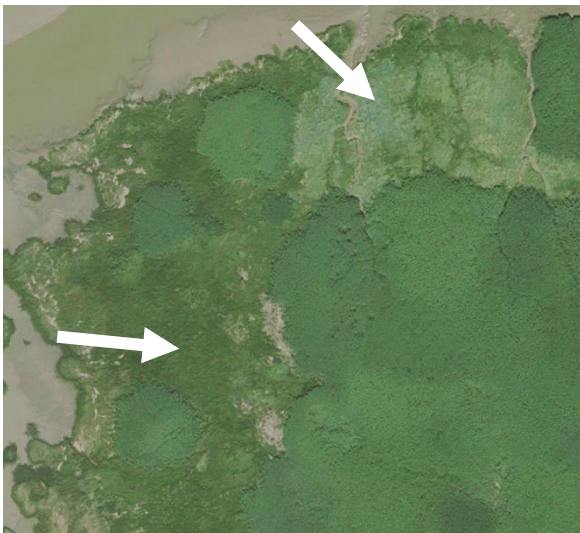
*Extraits de la BD Ortho IGN 2013 - Région des Pays de la Loire*



### 1.3.2 Scirpaie littorale

La scirpaie littorale présente différentes couleurs selon sa localisation : d'un vert tendre pour les parcelles situées à une plus haute altitude, à un vert très clair en bordure de rive, pour les secteurs les plus saumâtres, tels Le Carnet, Donges. La texture est irrégulière. Quand la prairie est sèche et apparaît beige, la scirpaie conserve une teinte verte.

*Extraits de la BD Ortho IGN 2013 - Région des Pays de la Loire*



### 1.3.3 Phalaridaie

La phalaridaie a essentiellement pu être identifiée, soit avec l'appui des inventaires végétation, soit avec les prospections terrain.

Elle présente une teinte vert tendre, parfois tirant sur le marron, quand elle sèche, et la texture est légèrement granuleuse.

*Extraits de la BD Ortho IGN 2013 - Région des Pays de la Loire*



### 1.3.4 Glycériaie

La glycériaie peut se repérer aux colorations très vert foncé, voire presque noir. Il est difficile de distinguer le grain, la roselière paraît basse sur l'ortho-photographie.

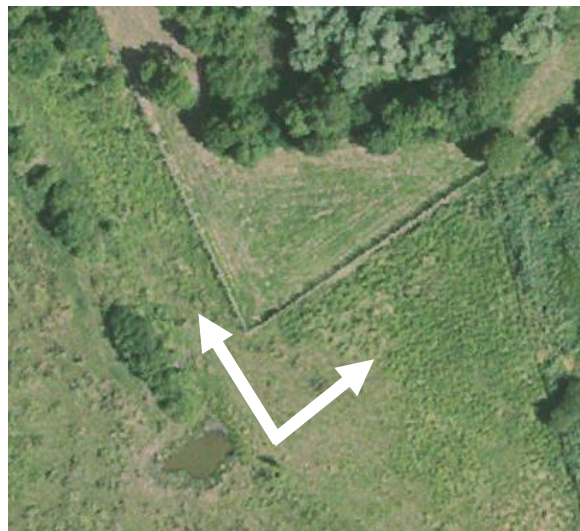
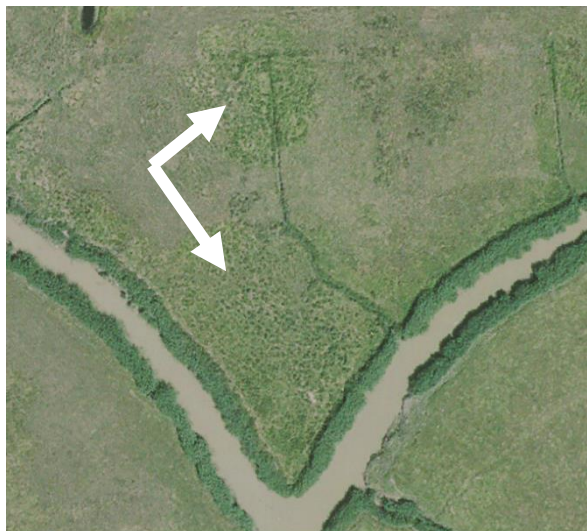
*Extraits de la BD Ortho IGN 2013 - Région des Pays de la Loire*



### 1.3.5 Magnocariçaie

La magnocariçaie a pu être identifiée, soit avec l'appui des inventaires végétation, soit avec les prospections terrain. Elle est d'un vert très clair et les tourradons forment des points très resserrés, difficilement identifiables à l'échelle du 1/2000<sup>e</sup>.

*Extraits de la BD Ortho IGN 2013 - Région des Pays de la Loire*



### 1.3.6 Iridaie et typhaie

Il n'y a pas de grands massifs d'iridaie ou de typhaie dans l'estuaire de la Loire. Les secteurs, où ces roselières sont délimitées, sont des secteurs où, soit la connaissance terrain, soit le croisement avec les inventaires végétation, a permis de les identifier.

## 1.4 Recommandations techniques pour la photo-interprétation des clichés RVB

La photo-interprétation pour délimiter les roselières ne peut être utilisée, que si la roselière est suffisamment développée. En phase de repousse, la confusion est inévitable, généralement avec la prairie.

En l'absence de connaissance du terrain, voire d'inventaire(s) végétation, il est préférable de ne chercher à délimiter que les roselières hautes. Les roselières basses restent les plus difficiles à identifier. Sans connaissance terrain, ni inventaire végétation, elles seront très peu identifiées et donc cartographiées.

La résolution de l'ortho-photographie ne doit pas être supérieure à 50 cm. Cette résolution diminue déjà la précision apportée à la délimitation des roselières. La plupart des images exploitées, datées de 1999 à 2013, ont une résolution inférieure ou égale à 30 cm, suffisante pour la numérisation au 1/2000<sup>e</sup> voulue. L'une de ces images est à 10 cm de résolution, cependant ce n'est pas tant la résolution plus fine, que la date de prise de vue, qui est un atout pour faciliter la délimitation.

La photo-interprétation est dépendante de la période de prise de vue de l'ortho-photographie. Si l'été n'est pas la période la plus propice pour délimiter les roselières, à cause du potentiel de parcelles fauchées, une prise de vue au printemps ou en automne présente des avantages et des inconvénients :

- au printemps, la prise de vue intervient en période de croissance végétative, la couverture des roselières est exhaustive, mais les roselières basses présentent des teintes de vert plus ou moins intenses, parfois semblables à celles de prairies ;
- à l'approche de l'automne, ou au cours des premières semaines automnales, les parcelles fauchées pendant l'été ne seront pas cartographiées, car il sera impossible de les identifier ; d'autant plus avec le changement des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées (MAET) devenues les Mesures Agro-Environnementales et

Climatiques (MAEC) (en 2015), qui proposent désormais une disposition relative aux roselières prévoyant entre autres, une obligation de fauche sur la durée de contractualisation au 1<sup>er</sup> septembre, voire au plus tôt au 15 août. Ce contrat roselière concerne des phragmitaies, des phalaridaies voire des scirpaies littorales. La repousse sera alors trop basse pour être photo-interprétée. Cependant, lorsque la roselière commence à faner, fin septembre à début octobre, la couleur des feuilles prend alors des teintes marron qui se différencient aisément des prairies.

D'ailleurs, des traitements semi-automatiques commencent à être mis en œuvre, en croisant une prise de vue hivernale, suivie d'une prise de vue printanière. Les roselières hautes fanées sont jaunes sur le cliché hivernal. Elles peuvent ainsi être facilement délimitées et donc appuyer la délimitation sur le cliché printanier.

Cette combinaison de clichés n'étant pas disponible sur les ortho-photographies de l'estuaire de la Loire, la méthode n'a pas pu être testée. En revanche, les campagnes de photographies obliques prises en période hivernale, du GIP Loire Estuaire (mars 2010), et du Conservatoire du Littoral (février 2015), encouragent à tester ces traitements sur l'estuaire de la Loire, à l'avenir, car les phragmitaies et phalaridaies ressortent particulièrement sur ces images.

En s'appuyant sur la connaissance du terrain, telle la répartition du réseau hydraulique, les différences de topographie, la majeure partie des confusions peut être éliminée pour définir les roselières hautes.

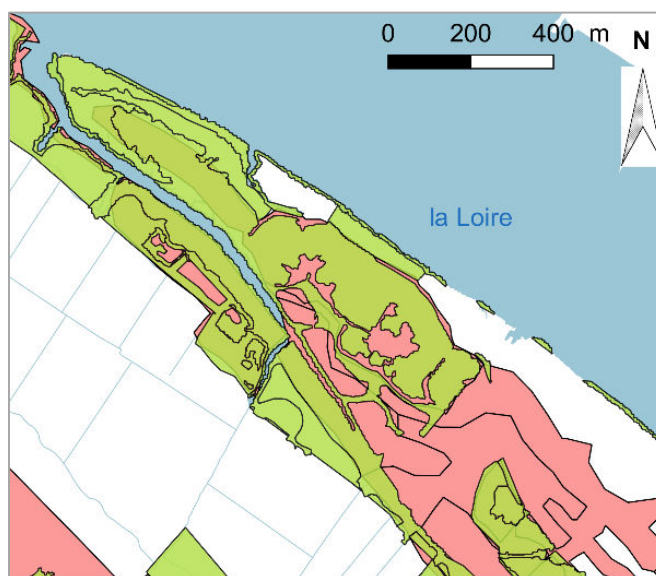
Une attention particulière pour la délimitation de la roselière doit être portée aux secteurs où les habitats se succèdent - par exemple quand la scirpaie littorale est remplacée par la phragmitaie - ou bien aux mosaïques d'habitats.

**Pour le suivi des roselières de l'estuaire de la Loire, il est préférable de disposer de prises de vue toujours à la même période de l'année pour parvenir à une comparaison des surfaces en roselières. Si la photo printanière permet de s'affranchir des fauches et offre la disponibilité des habitats potentiels pour la nidification des espèces paludicoles, la photo de fin d'été ou d'automne apprécie la capacité d'accueil pour les passereaux paludicoles.**

## 1.5 Deux méthodes, deux géométries pour établir l'analyse diachronique

Les différences de méthodes appliquées pour la cartographie des roselières en 2006 et pour la cartographie des roselières de l'étude de 2016 (cartographies basés sur la photo-interprétation de 1999 à 2013-2016) ont conduit à opter pour deux géométries.

*Extrait du croisement des roselières inventoriées en 2006 (en rose) et de la cartographie 2013-2016 (en vert)*



Afin de comparer deux cartographies, le calcul de différentiel surfacique porte sur trois surfaces :

- la roselière cartographiée l'année N1 et N2, c'est-à-dire la roselière commune aux deux cartographies ;
- la roselière cartographiée uniquement en année N2 ;
- la roselière non-cartographiée en année N2, soit la roselière cartographiée uniquement l'année N1.

Ces surfaces correspondraient respectivement, à la roselière maintenue, apparue, disparue, si les méthodologies étaient similaires. Comme ce n'est pas le cas, il est plus précis de mentionner des différences de cartographies.

La dynamique d'évolution des roselières est ainsi basée sur ce type d'analyse diachronique, aussi bien pour les cartographies globales, que pour les cartographies des roselières hautes.

Cependant, l'analyse diachronique sur le périmètre Le Pellerin-Donges n'a pas été actualisée depuis 2006, car la comparaison sur les roselières hautes entre 1952, 1971, 1982, avec les cartographies de 1999 à 2013, présente trop d'incertitudes, étant donné que ces ortho-photographies antérieures à 1999 sont en noir et blanc et d'une résolution trop grande (1 m) par rapport aux cartographies récemment établies avec la géométrie plus fine.

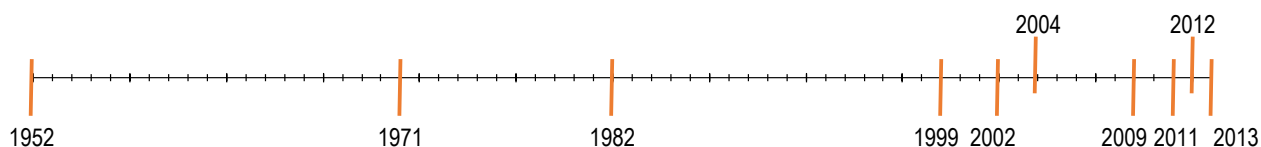
De même, pour l'analyse spécifique du front de colonisation / recul de la roselière sur la vasière, ces ortho-photographies anciennes sont comparées entre elles, et seule celle de 1982 est comparée à celle de 1999, car la délimitation roselière / vasière sur l'emprise d'analyse est contrastée sur l'ortho-photographie de 1982, ce qui n'est pas le cas des clichés antérieurs.

## 2 Analyse diachronique : différentiel surfacique des roselières entre les cartographies

Le calcul différentiel est mené à 10 ans d'intervalle, entre la cartographie de 2006 et celle de 2013-2016, tous types de roselières confondus et uniquement sur les roselières hautes.

Quant à l'analyse diachronique sur les roselières hautes et sur l'analyse spécifique du front de colonisation / recul de la roselière sur la vasière, elle est dépendante du pas de temps entre les ortho-photographies. Sur les 10 ortho-photographies exploitées de 1952 à 2013, sept sont postérieures à 1998. Les comparaisons interannuelles couvrent donc jusqu'à plusieurs décennies pour les analyses les plus anciennes, contre seulement quelques années pour les plus récentes.

*Frise chronologique de prise de vue des ortho-photographies étudiées de 1952 à 2013*



### 2.1 Différentiel surfacique tous types de roselières : entre les cartographies de 2006 et 2013-2016

Pour rappel en 2013-2016, près de 2370 ha de roselières sont cartographiés.

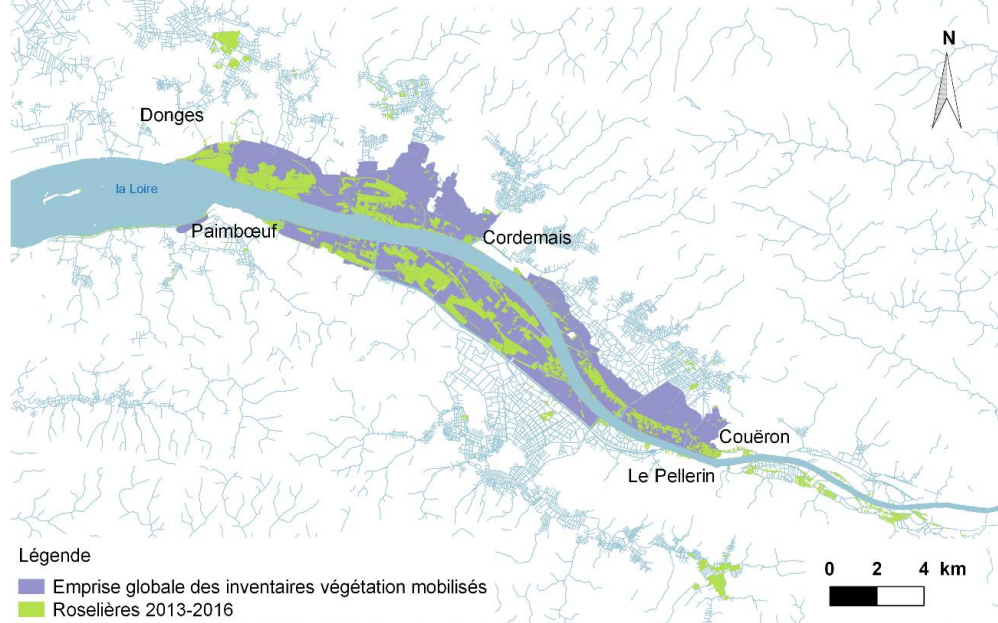
*Surfaces en hectare par type de roselières en 2006 et 2013-2016*

Type de roselière	Ortho-photographie 2013	2013-2016	2006	2013-2016 emprise commune inventaires végétation	2006 emprise commune inventaires végétation
Iridaie	3	3	2	2	0
Typhaie	0	0	0	0	0
Magnocariçaie	74	87	115	54	47
Phalaridaie	141	318	287	223	118
Phragmitaie / Scirpaie saumâtre	1192	1385	1516	1083	1030
Glycéraie	126	149	427	123	124
Scirpaie littorale	273	382	455	367	433
Mosaïque de roselières	16	44	0	28	0
<b>TOTAL (ha)</b>	<b>1825</b>	<b>2369</b>	<b>2802</b>	<b>1881</b>	<b>1753</b>

Les 2/3 tiers de la roselière cartographiée en 2013-2016 sont aussi présents en 2006 : tel le site de Donges-Est, la roselière sur les îles de Lavau et de Pipy, la partie aval de l'ancien bras du Migron, la roselière rivulaire.

Les roselières non-cartographiées en 2013-2016, par comparaison de la cartographie de 2006, sont en grande partie dues à la méthode utilisée dans cette étude. En effet, l'analyse de l'ortho-photographie 2013 est complétée par des inventaires végétation couvrant seulement une partie de la zone d'étude pour établir la cartographie 2013-2016. Par rapport à la cartographie de 2006, ces inventaires végétation couvrent 63 % des roselières.

Emprise globale des inventaires végétation mobilisés (en violet) pour élaborer la cartographie de 2013-2016 (en vert)

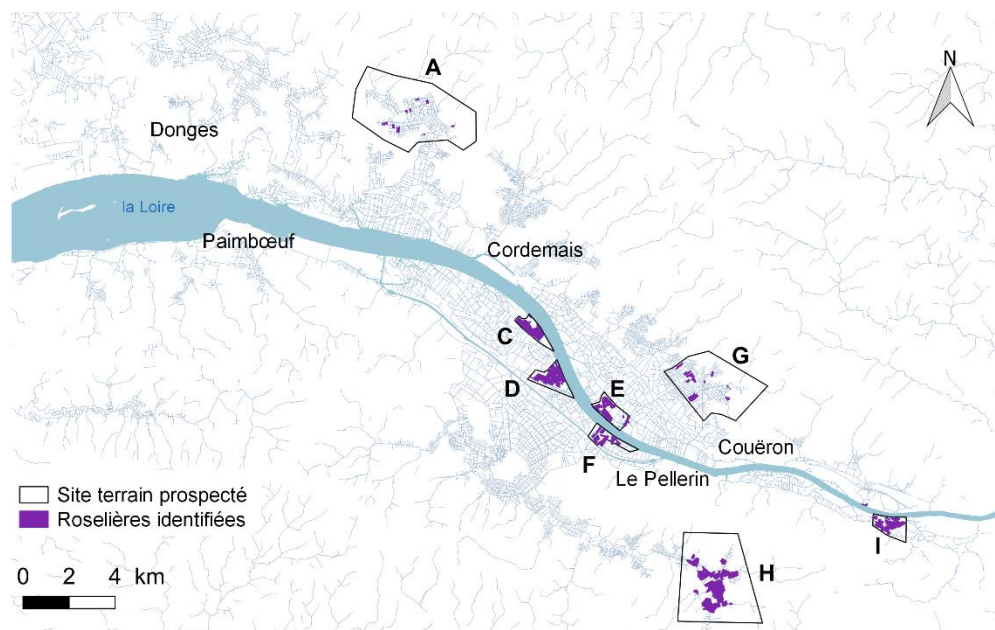


Cette méthode induit une différence de traitement pour les parcelles de roselières fauchées sur l'ortho-photographie 2013, de même que celles où la végétation est rase, et où la roselière n'a pas pu être caractérisée :

- sur les secteurs couverts par les inventaires végétation, ces roselières qui n'ont pu être photo-interprétées, sont cartographiées sur 2013-2016 du fait de la mobilisation des inventaires végétation ;
- sur les secteurs non-couverts par les inventaires végétation, ces roselières qui n'ont pu être photo-interprétées, ne sont pas cartographiées sur 2013-2016.

Les secteurs qui ne sont pas couverts par les inventaires végétation postérieurs à 2013, sont les secteurs de Nantes au Pellerin (hormis le site terrain I 2016), le sud du canal de la Martinière, la vallée de l'Acheneau et du Tenu (hormis le site terrain H 2016), le pied de coteau (bas-marais) en Nord-Loire (hormis les sites terrain A et G 2016).

#### Localisation des sites terrain prospectés en 2016



De surcroît, dans ces secteurs de bas-marais, ce sont essentiellement des roselières basses qui sont identifiées en 2006 ; il est fort probable que des roselières n'aient pas pu être photo-interprétées, malgré l'effort porté à la technique mise en œuvre. Cela expliquerait en partie, la différence de surface entre 2013-2016 et 2006, pour les glycériaies et magnocariçaiies.

En limitant le calcul à l'emprise commune des inventaires végétation et des cartographies 2006 et 2013-2016, la surface de roselières est assez proche avec respectivement 1753 et 1881 ha. La surface de roselières non-cartographiées en 2013-2016, par rapport à 2006, est alors divisée par 2,5 soit de 1257 à 494 ha.

*Différentiel surfacique en hectare et pourcentage des roselières entre 2006 et 2013-2016*

Emprise analysée	Paramètre	Roselières uniquement cartographiées en 2013-2016	Roselières cartographiées en 2006 et en 2013-2016	Roselières non-cartographiées en 2013-2016
Emprise Nantes – Saint-Nazaire	Surface en ha	824	1546	1257
	%	23	42	35
Emprise commune inventaires végétation	Surface en ha	623	1258	494
	%	26	53	21

Les différences de surface en roselière, entre les cartographies de 2013-2016 et 2006, concernent aussi bien la rive nord que sud.

Outre le fait que les méthodes utilisées pour élaborer les cartographies de 2006 et 2013-2016 diffèrent, l'évolution de la répartition des roselières est influencée par les pratiques agricoles, tel le pâturage, qui peut contenir la pousse du roseau, ou encore la fauche. Pour affiner l'analyse, il serait complémentaire de croiser cette cartographie des roselières avec des cartographies des secteurs pâturés, et des sites où la roselière est exploitée par fauche. Ces données sont en partie connues via les contrats des MAET, en particulier avec la mesure roselière depuis 2010, puis celle des MAEC depuis 2015. L'emprise des contrats est limitée au périmètre Natura 2000 estuaire de la Loire, qui couvre la quasi-totalité de la zone d'étude, à l'exception du Carnet.

La gestion hydraulique, l'entretien du réseau, et plus généralement la dynamique du réseau hydraulique, influencent également la répartition des roselières. La régulation des niveaux d'eau, sur les secteurs de marais où les échanges hydrauliques sont contrôlés, engendre une humidité des sols limitant le développement de ces habitats. A l'inverse, sur les secteurs de marais non régulés, plus les submersions sont fréquentes, plus les sols sont humides, plus ils sont favorables au développement des roselières. Or depuis 2006, le nombre annuel de submersions est croissant, avant de décroître entre 2016 et 2024 (cycle du Saros de 18 ans). La dynamique de répartition des roselières pourrait donc être affinée en approfondissant la connaissance sur les submersions réelles (intensité et fréquence) avec l'emprise des zones submergées et les temps de ressuyage.

Les étiers, douves et canaux sont en grande partie bordés par la roselière. L'intensité des courants des chasses d'eau (en période de vidange des marais), et les éventuels travaux de curage ou d'intervention sur les berges en secteur de marais « régulé », peut créer des conditions défavorables au maintien ou au développement de la roselière. A l'inverse, l'accumulation de vases riches en matière organique favorisera son développement, ce qui contribue en outre à la stabilisation des berges, avec le réseau des tiges souterraines.

Les rives de l'estuaire, qui ne sont pas stabilisées par des enrochements et qui sont colonisées par la roselière connaissent des variations saisonnières liées aux écoulements hydrauliques des étiers et des filandres, et à l'agitation de l'eau. La vidange des marais et les phénomènes dépressionnaires (tempêtes), généralement en période hivernale, limitent la colonisation de la roselière sur la vasière, « ou la font reculer », en érodant ou arrachant ses tiges souterraines. Quand ces phénomènes se raréfient, le plus souvent en période estivale, qui plus est période favorable à la croissance végétale, la roselière reprend sa colonisation sur la vasière. Par comparaison à 2006, sur l'ortho-photographie de 2013, un seul secteur est identifié sur lequel la roselière gagne sur la vasière : celui compris entre le bras de Rohars et l'étier de Lavau détaillé dans l'analyse spécifique du point 2.6.

## 2.2 Différentiel surfacique des roselières hautes : entre les cartographies de 2006 et 2013-2016

Près des trois-quarts des roselières cartographiées en 2013-2016 sont des roselières hautes, et près des deux-tiers en 2006, y compris sur l'emprise commune des inventaires végétation.

À l'instar de l'analyse conduite tous types de roselières confondues, l'analyse sur les roselières hautes, entre les cartographies 2006 et 2013-2016, est influencée par le fait que les inventaires végétation couvrent partiellement la zone d'étude.

En limitant le calcul à l'emprise commune des inventaires végétation, la surface de roselières hautes est de 1306 ha en 2013-2016 et de 1148 ha en 2006. Plus de la moitié de cette surface cartographiée en 2013-2016 est aussi présente sur la cartographie de 2006.

*Différentiel surfacique en hectare et pourcentage des roselières hautes entre 2006 et 2013-2016*

Emprise analysée	Paramètre	Roselières uniquement cartographiées en 2013-2016	Roselières cartographiées en 2006 et en 2013-2016	Roselières non-cartographiées en 2013-2016
Emprise Nantes – Saint-Nazaire	Surface en ha	758	946	856
	%	30	37	33
Emprise commune inventaires végétation	Surface en ha	582	723	424
	%	34	42	24

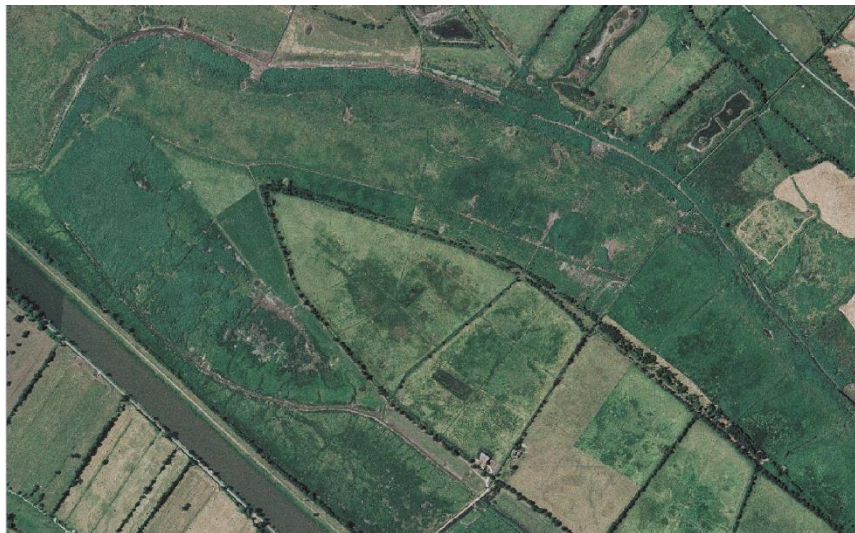
Proportionnellement, il y a davantage de roselières hautes uniquement cartographiées en 2013-2016 - soit principalement des phragmitaies / scirpaies saumâtres - que tous types de roselières confondues. Il est cependant difficile d'évoquer une répartition des roselières hautes plus dynamique que tous types de roselières confondues, étant donnée la méthodologie utilisée pour la cartographie 2013-2016. Pour autant, le pouvoir colonisateur du roseau plaide en ce sens.

### 2.3 Différentiel surfacique des roselières hautes entre les cartographies de 1999 et 2013

Les deux cartographies 1999 et 2013, réalisées à partir de la photo-interprétation, couvrent toute la zone d'étude, avec respectivement, 1756 ha et 1333 ha. 1999 est l'année où le maximum de roselières hautes est cartographié.

Les 724 ha de différentiel de roselières non-cartographiés en 2013 par rapport à 1999, résultent en partie du fait que la prise de vue en 1999 - 19 juin et 02 juillet - intervient avant la période de forte fauche. Ainsi, les roselières sont davantage fauchées sur l'ortho-photographie de 2013 (confirmation de présence des roselières sur les inventaires végétation et sur les autres ortho-photographies intermédiaires), prise mi-juillet et mi-août. De surcroît, les conditions climatiques sont plus humides en 1999 qu'en 2013. D'ailleurs, visuellement, l'ortho-photographie de 1999 présente des teintes essentiellement vert foncé, qui sont indicatrices d'une humidité plus élevée des sols.

*Extrait de la BD Ortho IGN 1999 - Département de Loire-Atlantique*



Les secteurs uniquement cartographiés en 1999 se répartissent aussi bien en rive nord que sud, parmi lesquels figurent une partie du Carnet (commune de Frossay) ou encore le site au nord de l'Île Chevalier.

301 ha de roselières sont toutefois uniquement cartographiés en 2013, comme en rive sud sur le secteur des Vases (commune de Frossay).

Plus de la moitié des roselières cartographiées en 1999, le sont toujours en 2013, soit à 14 ans d'intervalle.

## 2.4 Différentiel surfacique des roselières hautes de 1999 à 2013 sur le périmètre restreint de l'emprise de l'ortho-photographie de 2002

Afin de pouvoir inter-comparer le différentiel surfacique entre toutes les cartographies réalisées, l'emprise commune aux ortho-photographies est retenue, soit celle de 2002. Cette emprise exclut le marais de Donges et la vallée de l'Acheneau.

### 2.4.1 Entre les cartographies de 1999 et 2013

Bien que l'emprise du calcul différentiel surfacique soit réduite, et de fait, amoindrisse les surfaces de roselières considérées, les proportions de ce qui est cartographié les deux années, uniquement cartographié en 2013 et non-cartographié en 2013 par rapport à 1999, sont quasi-similaires à l'analyse sur l'ensemble de la zone d'étude.

### 2.4.2 Entre les cartographies de 1999 et 2002

L'ortho-photographie de 2002 est levée mi-août, alors que l'essentiel des fauches est fait, contrairement à celle de 1999. Il y a ainsi 1285 ha de roselière en 2002, 1603 ha en 1999. 84% des surfaces cartographiées en 2002, le sont en aussi en 1999. L'image a des teintes kaki (vert-beige) presque grises. La végétation paraît sèche, du fait du printemps et de l'été secs. D'ailleurs, les roselières non-cartographiées en 2002, dans le secteur des Champs-Neufs (Le Pellerin) ou encore du Carnet (Frossay) correspondent à des parcelles où la végétation semble rase.

Autrement, 200 ha de roselières sont uniquement cartographiés en 2002, aussi bien en rive nord qu'en rive sud.

*Extrait de l'OrthoLoire 2002 - GIP Loire Estuaire*



### 2.4.3 Entre les cartographies de 2002 et 2004

L'ortho-photographie de 2004 est acquise fin mai. Les teintes s'étalent dans une gamme de vert, du vert tendre au vert foncé. Le printemps est moyennement humide. La période de fauche n'a pas encore débuté ; presque autant de roselières sont cartographiées en 2004 qu'en 1999, soit 1531 ha. La quasi-totalité des roselières de 2002 (85%) est ainsi à nouveau cartographiée en 2004, soit à l'exception de 199 ha non-cartographiées par rapport à 2002, à deux années d'intervalle.

445 ha sont uniquement cartographiés en 2004, surtout en rive sud.

*Extrait de la BD Ortho IGN 2004 - Département de Loire-Atlantique*

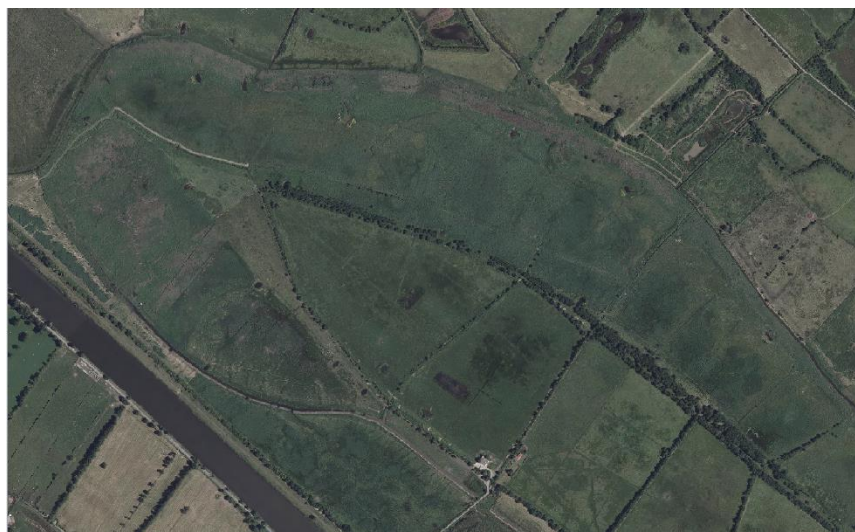


### 2.4.4 Entre les cartographies de 2004 et 2009

L'ortho-photographie de 2009 est prise entre la mi et fin-juin. Le printemps est globalement moins humide qu'en 2004 ; la végétation paraît d'ailleurs plus basse, et l'image est plus terne que celle de 2004, dans des teintes à dominance vert-beige. Moins de roselières sont cartographiées avec 1310 ha, dont les trois-quarts des roselières cartographiées en 2004.

152 ha sont uniquement cartographiés en 2009, principalement sur la rive sud de l'estuaire.

*Extrait de la BD Ortho IGN 2009 - Département de Loire-Atlantique*



En 2008, un déversement de 180 tonnes d'hydrocarbures s'est produit à partir de la raffinerie de Donges. Le fioul s'est réparti entre Saint-Etienne-de-Montluc et Saint-Nazaire. Selon les secteurs et la quantité de polluant, soit les roselières ont été laissées telles quelles, soit elles ont été coupées, soit elles ont été coupées et racées.

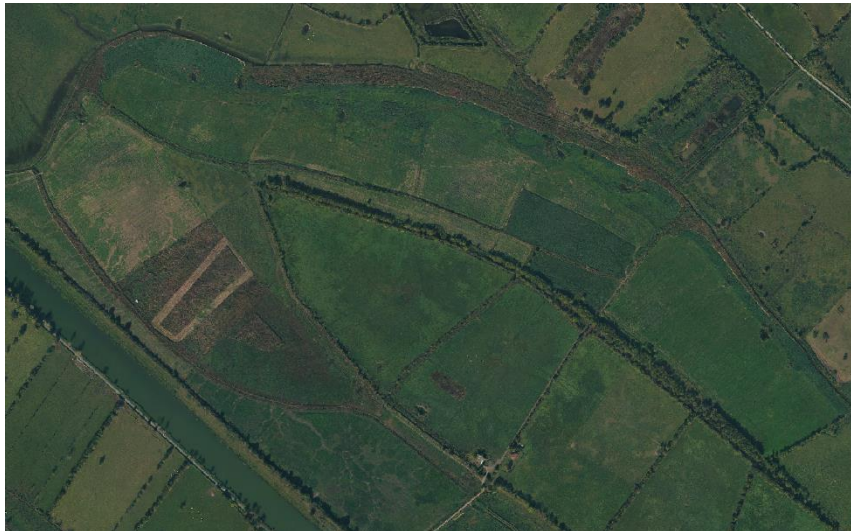
Un suivi de la végétation a été mené par le CEDRE sur 2 ans, sur 47 sites (placettes). En 2009, « un retour à la normale » a été constaté. Seule une scirpaie littorale au Feu du Petit Carnet (Frossay) présentait un taux de recouvrement de 70 %, alors que les autres placettes de suivi étaient à 100%.

#### 2.4.5 Entre les cartographies de 2009 et 2011

L'ortho-photographie de 2011 est prise mi-octobre, après l'ensemble des fauches, et un été particulièrement sec. 2011 est d'ailleurs l'année la plus sèche de la chronique étudiée. Au total, un peu moins de roselières (70 ha) qu'en 2009 sont ainsi cartographiées, avec 1240 ha. Cependant, elles sont assez facilement identifiées, car elles présentent des teintes marron, qui contrastent avec les teintes plutôt vertes des prairies.

80% des roselières cartographiées en 2009, le sont en 2011. 174 ha sont uniquement cartographiés en 2011, à nouveau principalement sur la rive sud. Les deux cartographies sont ainsi assez « ressemblantes ».

*Extrait de l'ortho-photographie 2011 - GMPNSN*



#### 2.4.6 Entre les cartographies de 2011 et 2012

L'ortho-photographie de 2012 est prise de début août à mi-septembre, de nombreuses parcelles apparaissent donc fauchées. L'été est très sec en août et septembre. L'image présente des teintes marron, illustrant la végétation très sèche.

*Extrait de la BD Ortho IGN 2012 - Département de Loire-Atlantique*



Ce sont donc deux années sèches qui se succèdent à un an d'intervalle, avec des ortho-photographies prises à des périodes proches dans l'année.

Il en résulte deux cartographies très similaires : 1236 ha de roselières délimitées (1240 ha en 2011), avec près de 90 % déjà présentes en 2011. 146 ha de roselières sont uniquement cartographiées en 2012, soit la plus faible des surfaces « nouvellement cartographiées », d'une année à l'autre présentée dans cette analyse diachronique.

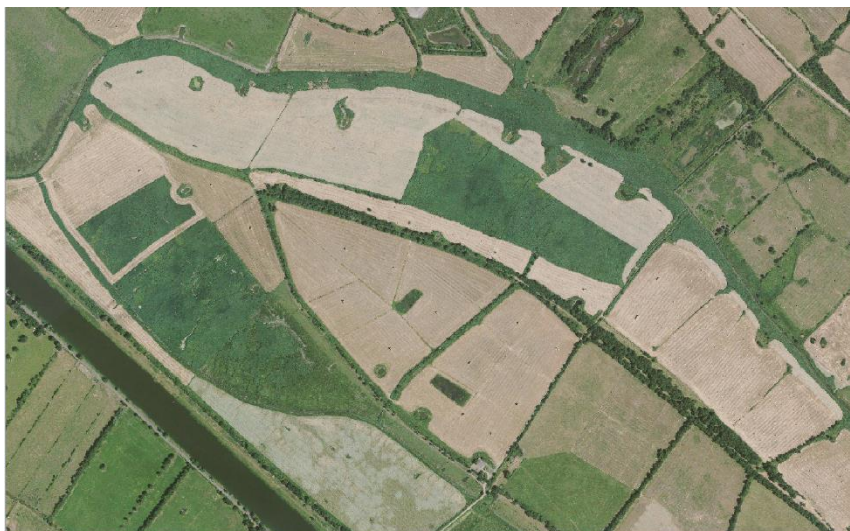
#### 2.4.7 Entre les cartographies de 2012 et 2013

Pour rappel, l'ortho-photographie de 2013 est prise mi-juillet, et massivement fauchée. Comme en 2012, l'été est assez sec, et la prise de vue de l'ortho-photographie intervient après la forte période de fauche, à un an d'intervalle.

Il en résulte, à nouveau, deux cartographies très similaires : 1217 ha de roselières délimitées (1236 ha en 2012), avec 85% de roselières déjà présentes en 2012. Cette différence correspond en partie, aux fauches de la rive sud, comme illustré ci-après.

170 ha de roselières sont uniquement cartographiés en 2013.

*Extrait de la BD Ortho IGN 2013 - Région des Pays de la Loire*



### 2.4.8 Bilan

Lorsque la cartographie est réalisée :

- à partir d'une ortho-photographie prise lors d'un printemps humide et avant la forte période de fauche (juillet), alors le maximum de roselières hautes sont cartographiées, soit entre 1500 et 1600 ha pour la période 1999-2013, sur le périmètre commun de l'ortho-photographie 2002 ;
- lors d'une année sèche et lorsque les fauches sont passées, 1200 à 1300 ha de roselières hautes sont régulièrement cartographiés, sur le périmètre commun de l'ortho-photographie 2002.

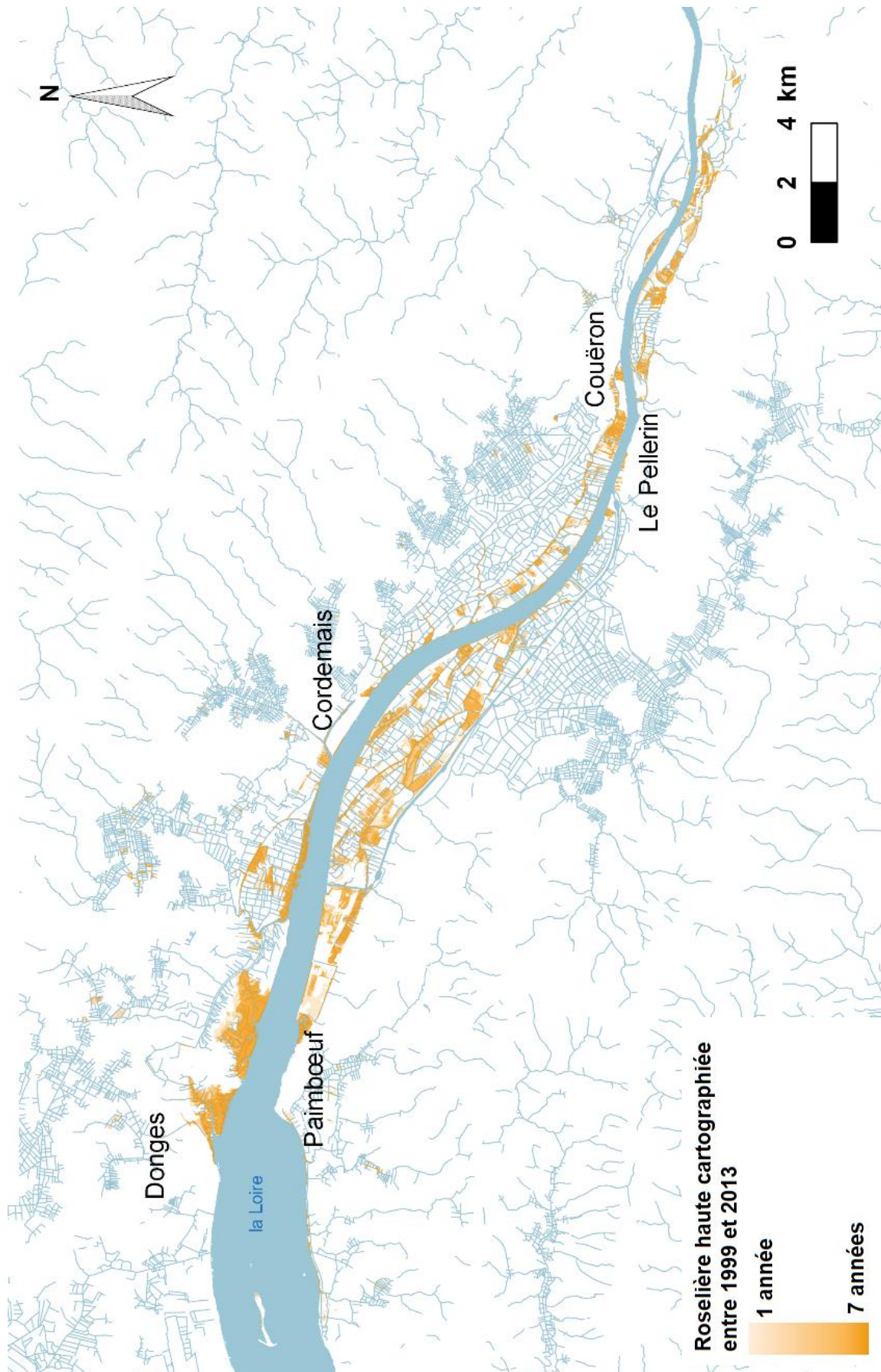
D'une cartographie à l'autre, il peut y avoir entre 200 et 400 ha de différence de roselières hautes. Cela correspond essentiellement d'une ortho-photographie à l'autre, soit à des parcelles fauchées, soit à des parcelles qui n'apparaissent pas fauchées, mais où la roselière apparaît rase et ne permet pas alors d'affirmer qu'il s'agit de phragmitaie ou phalaridaie. Il peut s'agir aussi de parcelles pâturées, qui limitent le développement de la roselière.

La comparaison des cartographies réalisées à un an d'intervalle montre peu d'évolution de répartition des roselières hautes, lorsque les conditions climatiques sont comparables, et que les ortho-photographies sont prises après la forte période de fauche : entre 85 et 90% de roselières hautes sont ainsi communes aux deux cartographies. À cinq ans d'intervalle, cas de 2004 et 2009, ce sont 75%, et plus de 50 % à 14 ans d'intervalle, entre 1999 et 2013.

Des secteurs sont toujours en roselières hautes sur chacune des cartographies, comme le site de Donges-Est, la roselière des îles de Lavau et Pipy, la partie aval de l'ancien bras du Migron, la roselière rivulaire ou encore les bordures d'étiers. Globalement, il s'agit des secteurs les plus humides, soumis aux submersions latérales, et donc difficiles d'accès pour procéder aux fauches, ou bien qui font l'objet de plans de gestion.

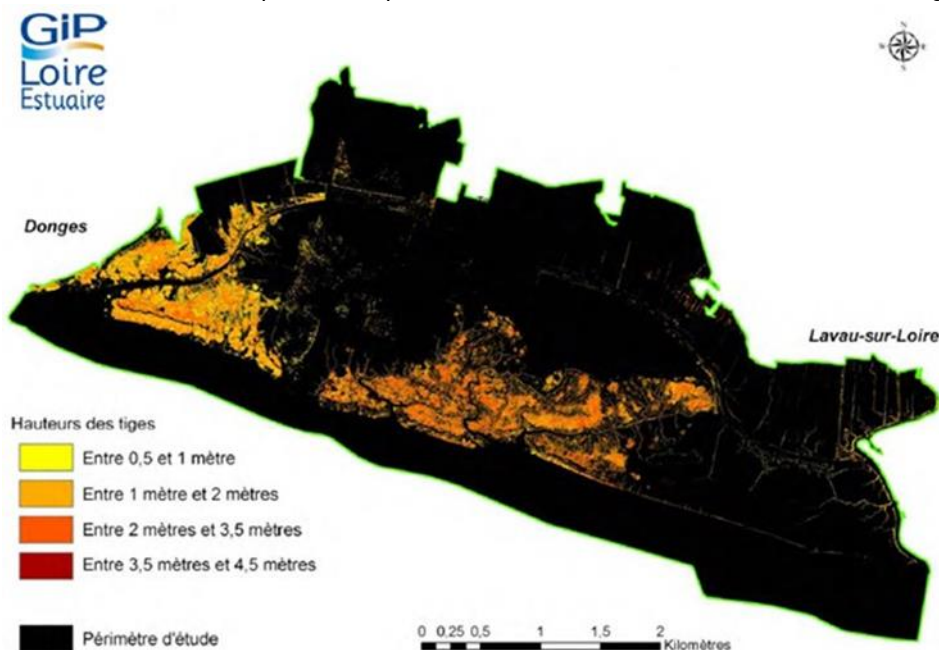
Au total, plus de 2500 ha ont été cartographiés en roselières hautes, une année ou une autre, entre 1999 et 2013.

Carte du nombre d'années, lors desquelles des roselières hautes sont cartographiées entre 1999 et 2013, sur le périmètre restreint de l'emprise de l'ortho-photographie de 2002

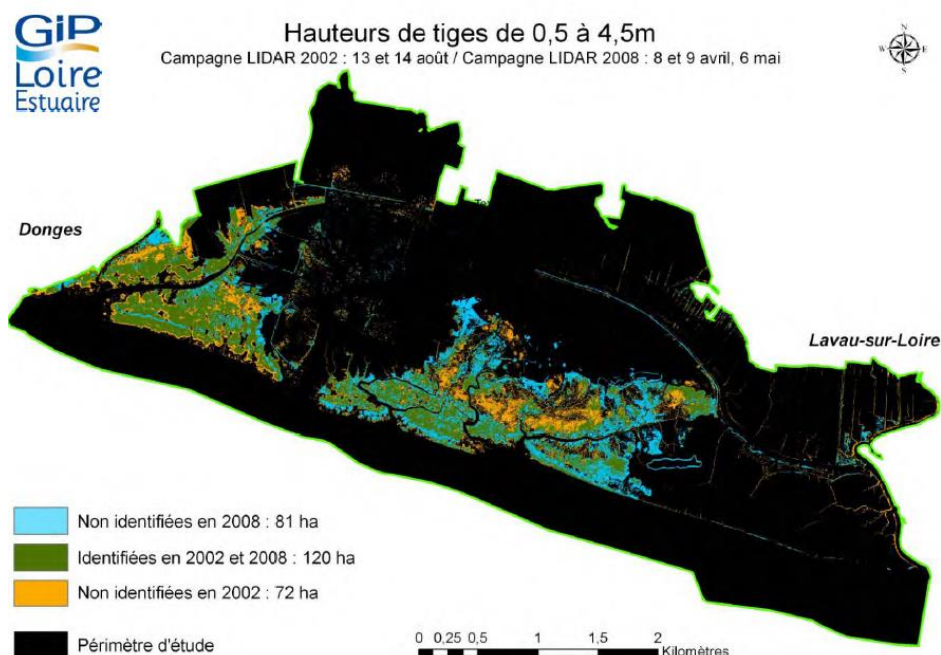


Le Lidar (levé laser aéroporté) est un des outils qui permet de suivre la répartition et la hauteur des roselières hautes, en particulier sur les grands massifs de phragmitaie / scirpaie saumâtre, à condition de disposer du modèle numérique de canopée, qui sert à mesurer la hauteur des tiges des roselières hautes. Sur l'estuaire, la comparaison des deux seuls levés d'août 2002 et d'avril-mai 2008, du GIP LE - pour lesquels les modèles numériques de canopée sont consolidés - renseigne sur l'évolution de la répartition des roselières hautes selon la hauteur des tiges. Les deux levés étant réalisés à des périodes différentes de la croissance végétative, l'analyse met seulement en évidence que la roselière n'a pas atteint sa maturité en 2008.

*Extrait du modèle numérique de canopée d'avril - mai 2008 entre Lavau-sur-Loire et Donges*



*Extrait de la comparaison des modèles numériques de canopée de 2002 et 2008 entre Lavau-sur-Loire et Donges*



Ces levés Lidar couvrent seulement une partie de l'estuaire de la Loire, car l'objectif de ces levés visait les surfaces marnantes, et que cette technique reste coûteuse. Actuellement, il n'y a pas de levés Lidar sur l'ensemble de la partie aval de la vallée alluviale de l'estuaire de la Loire.

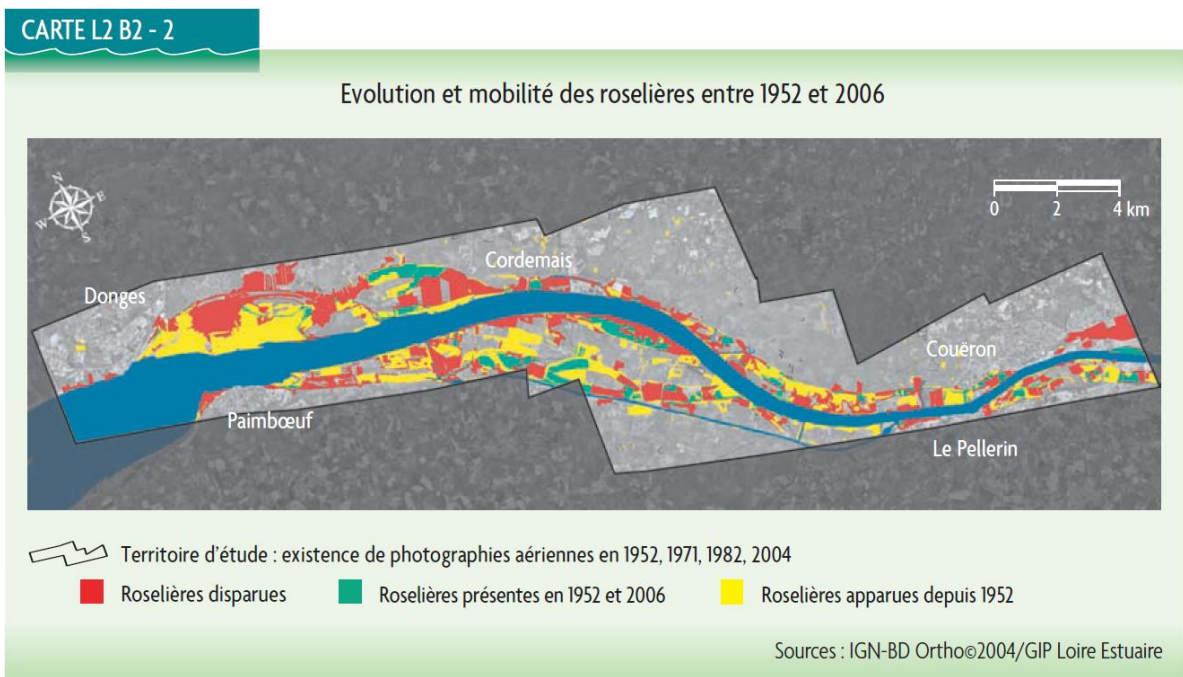
## 2.5 Différentiel surfacique des roselières hautes entre les cartographies de 1952 à 2006 sur le périmètre restreint entre Le Pellerin et Donges

Cette analyse, menée dans le cadre de l'étude de 2006, illustre comment la roselière a évolué au fil des resserrements du lit mineur de la Loire. Elle est présentée dans la fiche indicateur du GIP LE : « Un groupement végétal représentatif : les Roselières » en ligne sur [www.loire-estuaire.org](http://www.loire-estuaire.org)

L'ortho-photographie de :

- 1952 est prise le 05 juin lors d'un printemps assez sec (seul avril est humide) ;
- 1971 est prise le 14 juillet, après un printemps plutôt humide, le mois de juillet moyennement sec ;
- 1982 est prise le 11 août, lors d'un été sec, après un printemps sec.

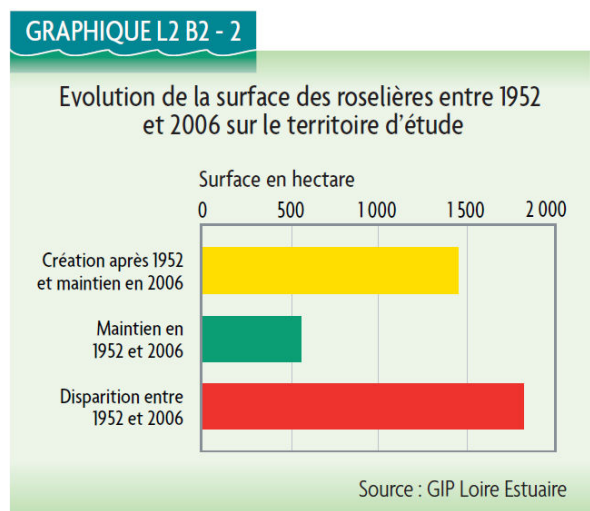
Sur le territoire d'étude commun des ortho-photographies, les roselières hautes cartographiées occupent en 1952 environ 1365 ha puis leur superficie croît très rapidement pendant les vingt années suivantes, avec 400 ha supplémentaires cartographiés. L'augmentation ralentit ensuite jusqu'en 1982 ; de 1769 ha en 1971, la roselière cartographiée couvre 1873 ha en 1982. La surface s'accroît ensuite de 110 ha entre 1982 et 2006, pour atteindre près de 1990 ha.



Parallèlement depuis 1952 :

- la roselière est cartographiée sur un peu plus de 3810 ha à un moment ou un autre ;
- au moins 535 ha sont cartographiés en 1952 et 2006 ;
- et près de 1830 ha ne sont pas cartographiés en 2006, correspondant à des roselières cartographiées en 1952 et / ou 1971 et / ou 1982.

Les cartographies, élaborées à partir des ortho-photographies antérieures aux derniers aménagements modifiant la forme de l'estuaire, renseignent sur la manière, dont ces espaces gagnés sur le fleuve peuvent être colonisés par la roselière. Les interventions, modifiant la morphologie de la Loire et la répartition des écoulements, constituent un facteur d'évolution de la répartition des roselières, qui n'est pas observé de manière aussi marquée sur la période 1999-2013, par rapport à la période antérieure. En effet, les dernières modifications d'ampleur de la morphologie de l'estuaire remontent à 1986, avec l'approfondissement du chenal de Donges pour l'accès



au terminal pétrolier, puis à 1991 avec les derniers travaux de remblaiement sur le site du Carnet, et enfin 1994 avec la rupture de la digue de la Maréchale. Autant d'événements pour lesquels aucune ortho-photographie d'ampleur sur l'estuaire de la Loire ne peut être exploitée pour compléter l'analyse diachronique.

## **2.6 Différentiel surfacique sur le front de colonisation / recul des roselières sur la vasière**

La dynamique de colonisation / recul de la roselière sur la vasière dépend de la nature de la berge. Une berge enrochée ne sera pas propice à quelque dynamique que ce soit, contrairement à une berge vaseuse ou sableuse.

Globalement, à l'échelle du 1/2000<sup>e</sup>, sur la période 1999-2013, les roselières rivulaires sont relativement stabilisées, à l'exception du secteur de la rive Nord, comprise entre le bras de Rohars et l'étier de Lavau soit environ 3 km de linéaire de berge. Sur ce secteur la scirpaie littorale a donc été ajoutée à la cartographie des roselières hautes pour apprécier l'évolution de la limite roselière / vasière.

A titre d'illustration, l'exercice a aussi été mené sur les cartographies de 1952 - 1971 et 1971 - 1982.

### **2.6.1 Entre les cartographies de 1952-1971 et 1971-1982**

Entre 1952 et 1971 et entre 1971 et 1982, la roselière évolue peu sur le secteur retenu. 4 à 5 ha de différence entre les cartographies, soit respectivement à 19 et 11 ans d'intervalle. Une valeur plutôt indicatrice d'une relative stabilisation, étant donné la précision de la numérisation de ces ortho-photographies - dont la résolution est d'1 m - et la qualité de leur re-projection en Lambert 93.

### **2.6.2 Entre les cartographies de 1982 à 2013**

Deux « périodes » sont à distinguer : 1982-1999 et 1999-2013.

Entre 1982 et 1999, la roselière gagne près de 20 ha sur la moitié Est de la vasière étudiée, soit en 17 ans. Cette évolution est à rapprocher des derniers grands travaux d'aménagement de l'estuaire, avec l'approfondissement du chenal de Donges pour garantir l'accès au terminal pétrolier.

Entre 1999 et 2012, au fil des cartographies, la roselière colonise beaucoup plus lentement la vasière entre les filandres en « avançant » vers l'Ouest, malgré de légères régressions locales. Cette « dynamique » est davantage « marquée » jusqu'en 2009. Entre 2004 et 2009, plus de 5 ha sont gagnés sur la vasière. Depuis 2009, les évolutions sont marginales, et entre 2012 et 2013, la variation est inférieure à 1 ha. Au total, entre 1999 et 2013, 10 ha sont gagnés par la roselière sur la vasière.

### **2.6.3 Bilan**

Sur le secteur étudié, la roselière a gagné sur la vasière. Par rapport à la période 1982-1999, ce phénomène est ralenti et n'évolue presque pas entre 2012 et 2013. Un pas de temps de cinq ans pour suivre cette dynamique peut être retenu.

Cependant, ces calculs différentiels surfaciques de l'évolution du front de colonisation / recul de la roselière sur la vasière sont menés sur des ortho-photographies prises entre le printemps et le début de l'automne, soit à des périodes où la roselière est en phase de croissance, ou bien à maturité. En période hivernale, l'agitation, en particulier lors du passage des dépressions atmosphériques (tempête), peut contribuer à l'arrachage des tiges souterraines de la roselière (rhizomes). Afin d'approcher la dynamique saisonnière de la roselière sur la vasière, une comparaison entre une ortho-photographie hivernale et estivale compléterait cette analyse.

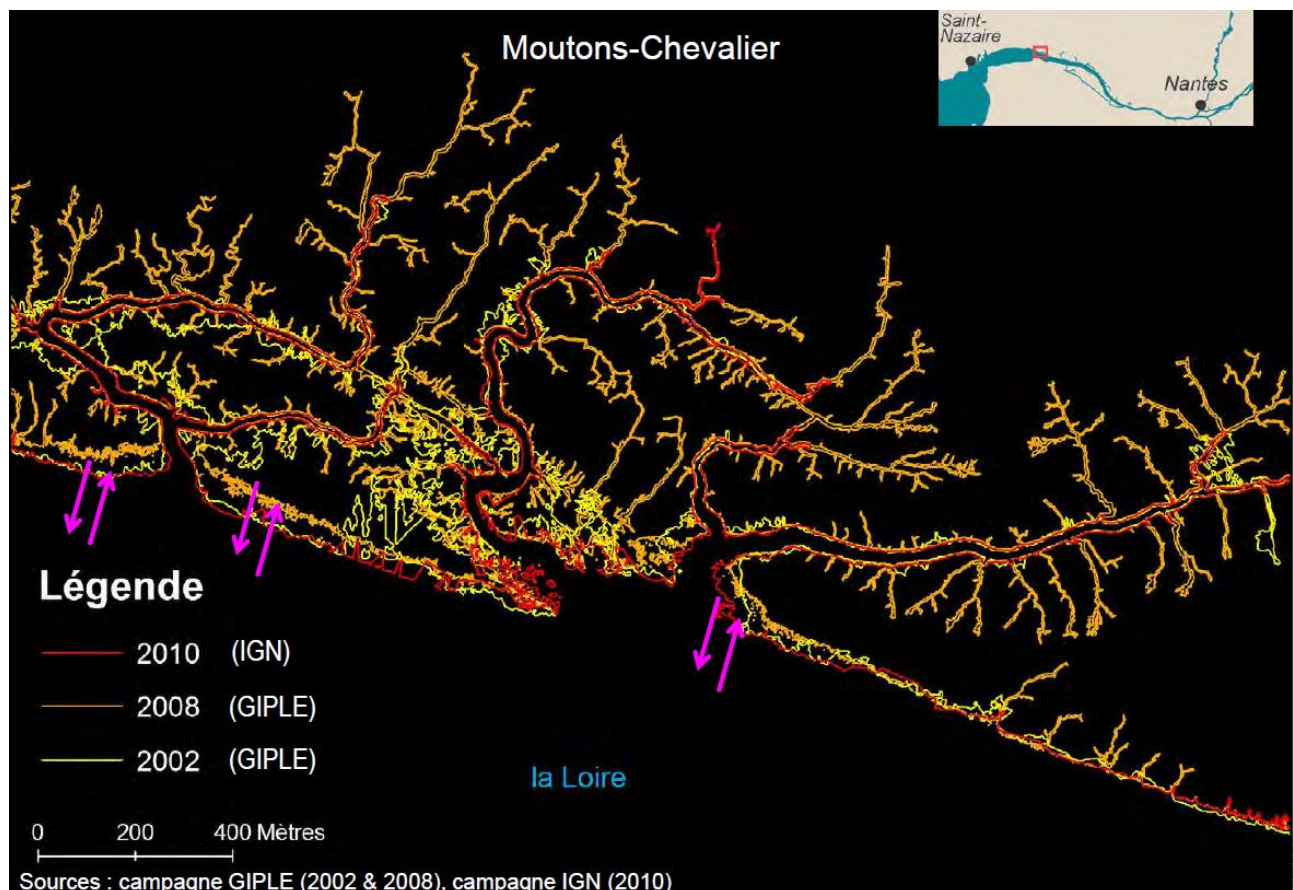
Par ailleurs, le Lidar peut être un outil à exploiter, aussi bien pour la délimitation de la ligne de rive (2,70 m IGN 69), que pour celle de la végétation. Outre les deux levés du GIP LE d'août 2002 et de mai-juin 2008, l'IGN a procédé à un levé en juillet 2010. Sur la ligne de rive, les variations de quelques dizaines de mètres sont observées d'un levé à l'autre. La dynamique hydrosédimentaire de ces vasières rivulaires suit un processus de dépôt-érosion saisonnier. En période hivernale (débits de hautes eaux), la vasière a tendance à s'exhausser, et en période estivale (débits d'étiage) à s'éroder, ce qui influence en partie la ligne de rive.

Pour mener ce type d'analyse avec la ligne de végétation, afin d'évaluer la dynamique globale de colonisation / recul de la roselière sur la vasière, il est nécessaire de s'affranchir de ces variations saisonnières, grâce à des levés effectués en conditions hydrologiques comparables et à maturité de la roselière.

Si les levés sont toujours effectués en fin de période hivernale, le recul « maximal » de la roselière devrait pouvoir être observé. Il sera ainsi possible d'identifier les secteurs où la roselière gagne durablement sur la vasière, les secteurs où la roselière semble stabilisée, et ceux où la roselière a tendance à régresser.

Enfin, pour s'assurer d'une mesure précise de la colonisation saisonnière de la roselière sur la vasière, il est nécessaire de procéder à un levé en fin d'été suivant un levé hivernal.

*Extrait de la comparaison de la ligne de rive des levés Lidar 2002, 2008 et 2010 sur un secteur de l'île Chevalier*



### 3 Analyse par maille

#### 3.1 Principe

Les cartographies des roselières sont retraitées avec une maille de 25 m x 25 m, élaborée par le GIP Loire Estuaire. Un traitement par présence / absence de roselières dans la maille est appliqué, avec une limite de caractérisation de présence dès que 50% de la maille est couverte par la roselière.

Ce retraitement est effectué pour faciliter les inter-comparaisons sur le long terme. En effet, l'avantage de cette représentation est de disposer d'une géométrie commune, indispensable pour le croisement de multiples couches lors des traitements sous SIG, sans générer une multitude d'erreurs.

L'analyse de données gagne ainsi en robustesse pour le traitement des couches de données géographiques, l'exploitation des données sur le long terme est pérennisée, et l'analyse de la dynamique de répartition des roselières est affinée. En effet, l'analyse par maille permet comme pour l'analyse diachronique précédente, de définir d'une cartographie à l'autre, si la roselière est commune aux deux cartographies ou cartographiée seulement sur une des deux. Mais cette analyse permet, surtout, une inter-comparaison sur plusieurs (au moins 3) cartographies successives.

L'analyse par maille des 6 cartographies des roselières hautes réalisées sur l'emprise commune aux ortho-photographies, soit celle de 2002, sert à définir par maille, si la roselière est cartographiée (dès 50% de présence) ou pas, et par conséquent, à mettre en évidence :

- les secteurs « stables » où la roselière est toujours cartographiée ;
- les secteurs dynamiques où la roselière est alternativement cartographiée / non-cartographiée. En cumulant, ce nombre de changements, les secteurs les plus dynamiques de l'étude sont identifiés.

Pour rappel, l'emprise de l'ortho-photographie de 2002 exclut le marais de Donges et la vallée de l'Acheneau. Ce calcul du nombre de changements cumulés est donc limité à cette emprise.

Toutefois, la taille de la maille peut légèrement minorer ou majorer les surfaces, par rapport à ce qui est réellement cartographié. Par exemple, les roselières linéaires de bordure d'étier, qui n'occupent pas 50% d'une maille, peuvent être exclues, alors qu'elles ont été cartographiées régulièrement. Aussi, il est préférable de présenter les résultats en termes de proportions et non en hectare.

#### 3.2 Evolution des roselières hautes entre 1999 et 2013

Les secteurs, dont le nombre de changements est nul, correspondent aux secteurs toujours en roselières hautes sur chacune des cartographies. Il s'agit de 27% des roselières hautes cartographiées une année ou une autre, entre 1999 et 2013. Ils sont bien davantage mis en évidence sur cette représentation, que sur la précédente carte du point 2.4.8, réalisée par le jeu des transparences, et la lecture plus immédiate est facilitée. Ces roselières sont localisées sur le site de Donges-Est, les îles de Lavau et Pipy, la partie aval de l'ancien bras du Migron, les îles de la Liberté et de la Ville en Bois à Couéron, les îles Pivin et Pénot à Saint-Jean-de-Boiseau, les alentours de Port Lavigne à Bouguenais, en bordure de rive ou d'étiers.

Les secteurs, où un seul changement est compté, correspondent :

- soit à une roselière haute qui est cartographiée une des années étudiées, et qui se maintient ensuite s'il s'agit d'une cartographie antérieure à 2013 ;
- soit à une roselière qui n'est plus cartographiée à un moment donné.

La plupart des roselières hautes cartographiées (69%), entre 1999 et 2013, connaissent entre 1 et 3 changements. À peine 4% connaissent plus de 3 changements.

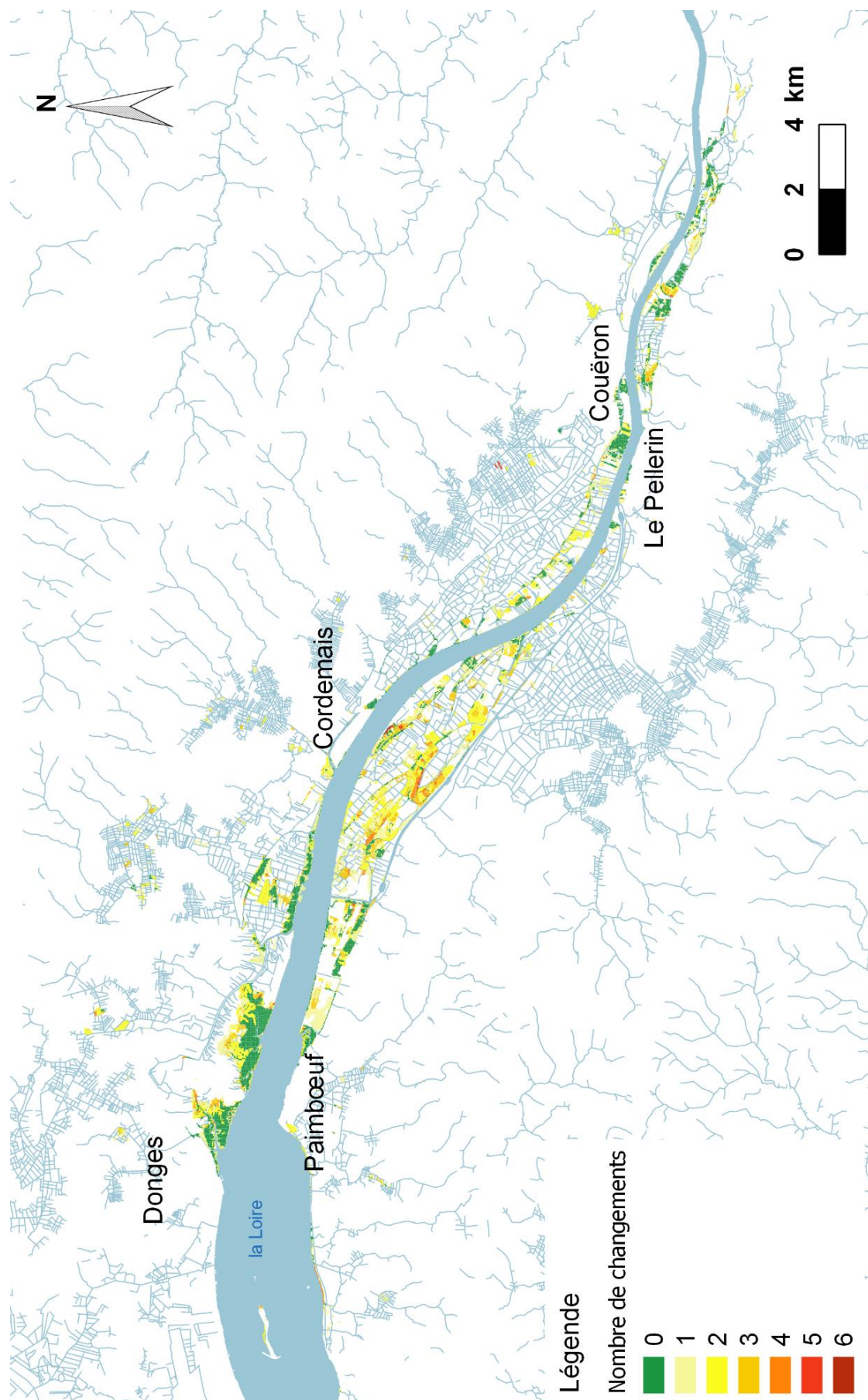
*Proportions de changements, d'une année à l'autre, des roselières hautes cartographiées entre 1999 et 2013, sur le périmètre restreint de l'emprise de l'ortho-photographie de 2002*

Nombre de changements	Pourcentage de roselières hautes correspondant
0	27,1 %
1	31,8 %
2	26,6 %
3	10,7 %
4	3,0 %
5	0,6 %
6	0,1 %

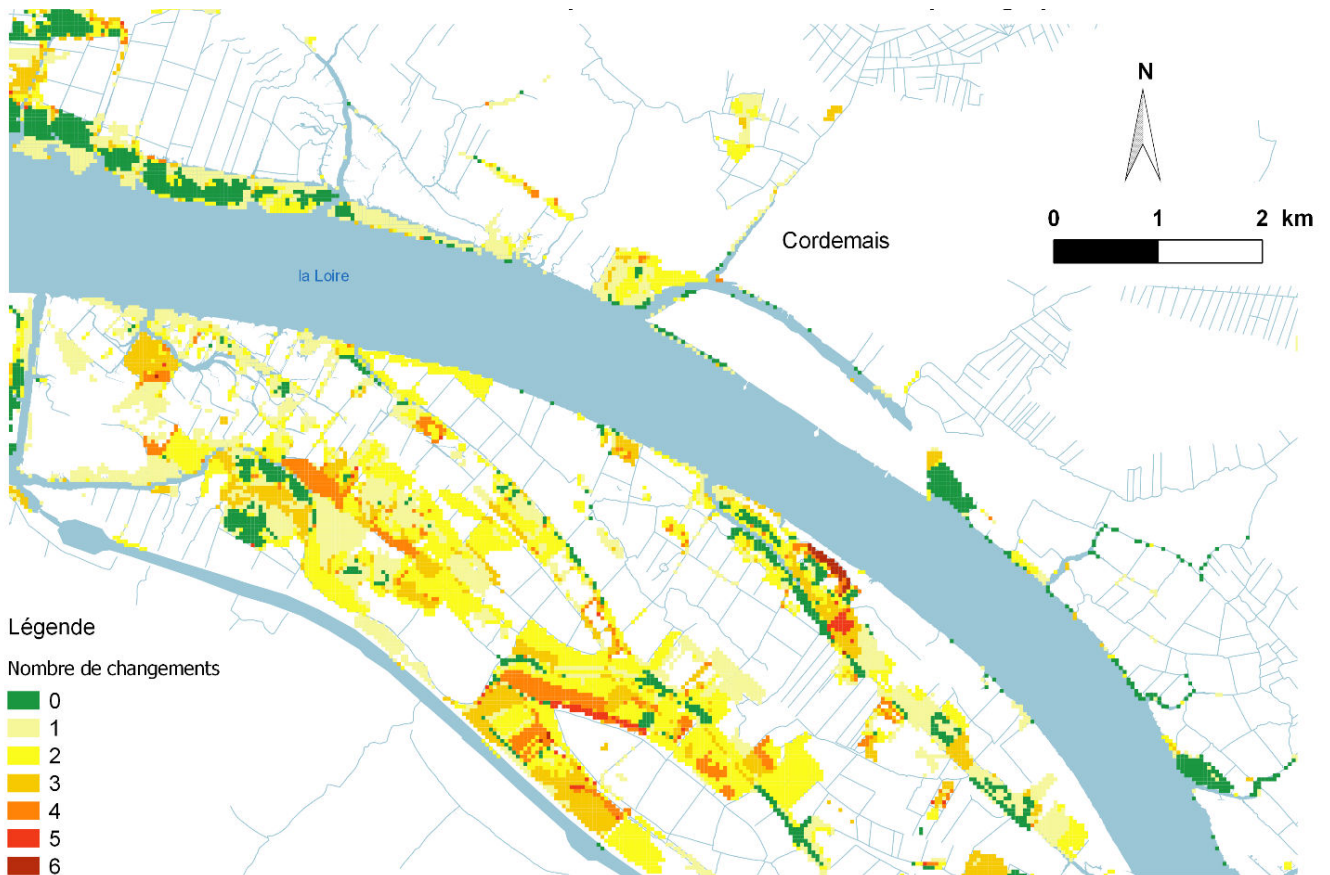
Sur la rive Sud, des secteurs sont plus dynamiques sur l'île du Massereau, les Vases (Frossay) ou Belle-île (Le Pellerin). Le nombre de changements élevés est :

- soit lié aux parcelles où la roselière est exploitée : quand elle est fauchée, elle n'est pas cartographiée, puis à la repousse, elle est cartographiée ;
- soit lié à une dynamique naturelle par le rythme des submersions et de l'alimentation en eau : par exemple sur Belle-île, il s'agit d'une mare de chasse qui apparaît sur les ortho-photographies, parfois envasée, parfois sèche, d'autre fois colonisée par la roselière.

Carte du nombre de changements, d'une cartographie à l'autre, des roselières hautes entre 1999 et 2013, sur le périmètre restreint de l'emprise de l'ortho-photographie de 2002



Zoom de la carte du nombre de changements, d'une cartographie à l'autre, des roselières hautes, entre 1999 et 2013, sur le périmètre restreint de l'emprise de l'ortho-photographie de 2002



## 4 Conclusion

Le choix de la cartographie des roselières par photo-interprétation peut être retenu pour cartographier les roselières hautes :

- si l'échelle de numérisation voulue est inférieure ou égale à 1/2000<sup>e</sup> ;
- si l'ortho-photographie a une résolution inférieure ou égale à 30 cm.

L'ortho-photographie est un des outils robustes pour cartographier les grands massifs de phragmitaie / scirpaie saumâtre de l'estuaire de la Loire, tel le secteur de Donges-Est, la roselière de Frossay.

Pour faciliter la délimitation des roselières hautes, la date de prise de vue la plus appropriée est la période de fin septembre à début octobre. Cependant, pour garantir une exhaustivité de la cartographie des roselières, la prise de vue doit préférentiellement intervenir avant la fauche, au printemps, fin mai idéalement. Si le printemps est humide et que la prise de vue intervient avant la principale période de fauche - la fauche de regain ne concernant pas toutes les parcelles de la « première fauche » - la capacité à cartographier des roselières hautes est maximisée. Grâce au dispositif « roselière » des Mesures Agro-environnementales et Climatiques (MAEC), il existe une cartographie des parcelles contractualisées et les fauches sont consignées dans les « cahiers d'enregistrement des interventions ». Ces données, si elles sont mises à disposition par le Chambre d'Agriculture, pourront appuyer la future photo-interprétation des roselières.

Une prise de vue au printemps, croisée avec une prise de vue en automne optimise la délimitation des roselières hautes. Les deux clichés étant complémentaires sur une même année : le premier, printanier, permet de suivre la disponibilité des habitats potentiels pour la nidification des espèces paludicoles, le second, automnal, montre la capacité d'accueil pour les passereaux paludicoles. Dans le cas d'un inventaire des groupements végétaux, il est préférable de disposer d'une prise de vue automnale suivie d'une prise de vue printanière, pour éviter l'incidence des fauches sur la cartographie.

Il reste cependant indispensable d'avoir une bonne connaissance préalable du terrain sur lequel la photo-interprétation est menée, pour limiter les risques de confusion avec d'autres formations végétales.

Toutefois, la photo-interprétation n'est pas adaptée à la cartographie des roselières basses ou des habitats mosaïqués, à cause du risque d'omission ou de confusion. Elaborer une cartographie exhaustive des différents types de roselières de l'estuaire de la Loire nécessite de procéder à des prospections terrain, avec un échantillonnage représentatif des différents secteurs de l'étude (secteurs à débordement libre, marais régulés, bordure de réseau hydraulique, etc.)

Pour un suivi mené à l'échelle de l'estuaire de la Loire en aval de Nantes, actualiser la cartographie des roselières tous les 10 ans, est le pas de temps minimal pour suivre au plus près les expansions ou les régressions, et approcher éventuellement des modifications de gestion (fauches, pâturage, gestion des niveaux d'eau), d'aménagement, la dynamique du réseau hydraulique, des variations d'humidité, voire de salinité des sols.

Sur un pas de temps plus lâche, l'Université de Bretagne Occidentale a conduit ce travail sur les îles de Lavau et Pipy, grâce à leurs inventaires végétation de 2011 et 2014 comparés à l'inventaire de 1982 de P. Dupont. Les trajectoires d'évolution d'une partie de la prairie au profit de la roselière, avec des espèces végétales indicatrices d'une augmentation de la salinité, traduisent les impacts de l'évolution de la morphologie de l'estuaire et de la remontée du sel dans l'estuaire dans les années 1980. Sur ce même site, l'étude en cours en partenariat avec l'Université de Camerino (Italie) concerne la dynamique des milieux en lien avec l'intervention anthropique (et donc y compris d'activité agricole), l'objectif étant de « caractériser des unités paysagères fonctionnelles correspondant à des unités de gestion d'un territoire ».

En l'absence d'inventaire végétation, il est délicat d'interpréter aussi finement les cartographies des roselières hautes représentatives d'un instant « t », issues de l'analyse diachronique 1999-2013, d'autant plus que l'analyse est menée à l'échelle de la partie aval de l'estuaire. Cette absence de données terrain est compensée pour la cartographie 2013-2016, sur l'emprise commune des inventaires végétation sur lesquels elle est basée. Mais la précision de la délimitation des roselières sur ces inventaires diffère, et ils couvrent plusieurs années. Globalement, la répartition des roselières se caractérise par des secteurs où elle est pérenne, depuis la fin du resserrement du lit mineur, et par des secteurs où elle varie plus ou moins fortement d'une année sur l'autre, sous l'effet de facteurs anthropiques ou naturels. Définir le poids de chacun de ces facteurs nécessite d'inventorier l'ensemble des pratiques des gestionnaires : quelles pratiques ? sur

quels sites ? et à quelle période de l'année ?, mais aussi de caractériser plus finement les surfaces en eau, puis leur ressuyage lors des submersions latérales.

Pour une analyse spécifique sur le front de colonisation / recul des roselières sur la vasière, un pas de temps de cinq ans, peut être retenu. Autrement, un pas de temps de 10 ans permet de rationaliser le rapport coût / bénéfice de l'analyse. Dans un premier temps, le suivi sur le site compris entre le bras de Rohars et l'étier de Lavau sera actualisé. Si d'autres portions de rives de l'estuaire connaissent des phénomènes aussi marqués, alors ce suivi pourrait être étendu à d'autres sites. Aujourd'hui, la majeure partie du linéaire de berges de l'estuaire est stabilisée soit par des enrochements (section endiguée), soit la vitesse des courants empêche le développement de vasières.

En conclusion, la dynamique des roselières est une composante intégratrice de multiples paramètres estuariens - physiques, chimiques, liés aux usages, etc. - et un habitat majeur pour l'avifaune paludicole - une soixantaine d'espèces d'oiseaux fréquentent les roselières entre le printemps et l'automne pour s'y alimenter, s'y reproduire ou s'y arrêter en halte migratoire, tel le Phragmite aquatique, dont 40 à 50% des individus capturés en France depuis 2001, le sont dans la Région des Pays de Loire. Le suivi de ces milieux est aussi indispensable à une compréhension globale du fonctionnement de l'estuaire. Dans un contexte de changement climatique, les roselières sont parmi les premiers milieux soumis aux évolutions des grands paramètres estuariens (submersion, salinité) et aux évolutions des pratiques qui en découlent (pâturage, fauche).