

Rapport final

Suivi des populations de spartines sur le Bassin d'Arcachon

Cartographie des différentes espèces -
Elaboration d'un guide des bonnes pratiques de gestion



BASSIN D'ARCACHON
SYNDICAT INTERCOMMUNAL

19/10/2017

Réalisation de l'étude : Virginie Lafon, Lucie Pagès, Cécile Curti, Benoît Béguet, Julia Martin et Thomas Scourzic

Rédaction du rapport : Virginie Lafon, Lucie Pagès et Cécile Curti

Avertissement : Ce rapport ne peut être ni révisé, ni modifié.

Rédacteurs		Vérificateur		Approbateur	
Date	Nom/Visa	Date	Nom/Visa	Date	Nom/Visa
14/06/2107	Virginie Lafon	09/07/2017	Thomas Scourzic		
	Cécile Curti				
	Benoît Béguet				
28/07/2017	Virginie Lafon				
	Lucie Pagès				
05/09/2017	Virginie Lafon	05/09/2017	Aurélie Dehouck		
	Lucie Pagès				
19/10/2017	Virginie Lafon				

Sommaire

1	Contexte et objectifs.....	8
1.1	Contexte et enjeux.....	8
1.2	Objectifs.....	8
1.3	Contenu du présent rapport	9
2	Mission n°1 – Cartographie par photo-interprétation et analyse de l'évolution spatio-temporelle de la limite du schorre	10
2.1	Objectifs.....	10
2.2	Méthode et données	10
2.2.1	Détourage 1950	10
2.2.2	Mise à jour de la couche de 2007	12
2.2.3	Détourage 2016	13
2.2.4	Analyse de la précision du contour 2016.....	14
2.2.5	Evolution 1950-2016	15
2.2.6	Evolution 2007-2016	15
2.2.7	Présentation des résultats.....	16
2.3	Résultats	17
2.3.1	Analyse de précision du détourage	17
2.3.2	Présentation des cartes	17
2.3.3	Bilans chiffrés.....	31
2.4	Synthèse.....	32
3	Mission 2 : Cartographie de la distribution spatiale des différentes espèces de spartines sur le Bassin d'Arcachon	35
3.1	Objectifs.....	35
3.2	Stratégie de cartographie	35
3.3	Données d'entrée.....	37
3.3.1	Images satellitaires.....	37
3.3.2	Relevés floristiques	37
3.3.3	Traitement de la base de données terrain	39
3.3.4	Restitution de la base de données de relevés	40
3.4	Méthode de calcul	40
3.4.1	Extraction d'information	40
3.4.2	Expérience de classification	41
3.5	Analyse critique des résultats	42
3.5.1	Expérience globale, 25 classes d'intérêt	42
3.5.2	Expérience ciblée spartines.....	42
3.5.3	Analyse de la carte de probabilité	43
3.6	Présentation des résultats cartographiques	43
3.6.1	Considérations générales	43

3.6.2	Distribution spatiale des spartines du Bassin d'Arcachon secteur par secteur	43
3.6.3	Carte générale.....	73
3.6.4	Bilan	74
3.6.5	Carte numérique	74
4	Mission n°3 - Dynamique temporelle des populations de spartines	75
4.1	Objectifs et méthodes	75
4.2	Résultats de l'analyse de la dynamique temporelle	75
4.2.1	Croisement des relevés de terrain.....	75
4.2.2	Dynamique des populations de spartines anglaises	76
4.2.3	Bilan	89
4.3	Priorisation des actions de gestion	89
4.3.1	Bertic et Claouey	89
4.3.2	Jane de boy	90
4.3.3	Réserve Naturelle Nationale et Ares lege cap ferret	91
4.3.4	Ares	92
4.3.5	Andernos	93
4.3.6	Lanton	94
4.3.7	Audenge	96
4.3.8	Le Teich / biganos.....	97
4.3.9	Gujan et La Teste (hors Cazaux).....	98
4.3.10	Ile aux Oiseaux	99
4.3.11	Bilan global	100
5	Mission n°4 - Choix de secteurs d'intérêt pour un inventaire exhaustif du schorre	103
5.1	Objectifs et méthode.....	103
5.2	Résultats d'analyse	103
5.2.1	Secteur 1 : Site protégé	103
5.2.2	Secteur 2 : Site à enjeux submersion / érosion	103
5.2.3	Secteur 3 et 4 : Sites à enjeux socio-économiques.....	104
6	Bibliographie	105
7	Annexe n°1. Résultats de l'expérience globale de classification	106

Liste des Figures

Figure 1. Géoréférencement des 18 photographies de 1950	11
Figure 2. Détails des digitalisations sur la photographie 1950	11
Figure 3. Exemple de digitalisation de 1950 au niveau de l'île aux Oiseaux	12
Figure 4. Exemple de digitalisation de 1950 au niveau de Gujan Mestras	12
Figure 5. Extrait du détournage réalisé dans le secteur de l'île aux Oiseaux	13
Figure 6. Méthode de détournage des grands ensembles du schorre dans les secteurs où le couvert est fractionné.	14
Figure 7. Localisation des levés GPS de la limite basse du schorre réalisés en 2016	15
Figure 8. Secteurs sélectionnés pour l'analyse de l'évolution du schorre	16
Figure 9. Evolution de la limite basse du schorre à Claouey entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	18
Figure 10. Evolution de la limite basse du schorre sur le secteur Bertic entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	19
Figure 11. Evolution de la limite basse du schorre de la Réserve Naturelle Nationale des prés salés d'Arès Lège Cap Ferret (secteur Jane de Boy) entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	20
Figure 12. Evolution de la limite basse du schorre de la Réserve Naturelle Nationale des prés salés d'Arès Lège Cap Ferret entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	21
Figure 13. Evolution de la limite basse du schorre à Arès entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	22
Figure 14. Evolution de la limite basse du schorre à Andernos entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	23
Figure 15. Evolution de la limite basse du schorre à Lanton entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	24
Figure 16. Evolution de la limite basse du schorre à Audenge entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	25
Figure 17. Evolution de la limite basse du schorre sur le secteur Teich / Biganos entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	26
Figure 18. Evolution de la limite basse du schorre à Gujan Mestras (sous-secteur est) entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	27
Figure 19. Evolution de la limite basse du schorre à Gujan Mestras (sous-secteur ouest) entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	28
Figure 20. Evolution de la limite basse du schorre à La Teste entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	29
Figure 21. Evolution de la limite basse du schorre à l'île aux Oiseaux entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)	30
Figure 22. Tendances d'évolution des métriques de suivi des îlots par secteur	34
Figure 23. Stratégie de cartographie de la distribution spatiale des différentes espèces de spartines	36
Figure 24. Localisation des prospections	38
Figure 25. Distribution des relevés suivant les espèces rencontrées lors des campagnes d'observation, SPM= Spartina maritima, SPA = Spartina anglica, SPAlt = Spartina alterniflora, SPV = Spartina versicolor	39
Figure 26. Carte de la distribution des spartines à Claouey (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	44
Figure 27. Contrôle de la carte de Claouey à partir des observations in situ (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	45
Figure 28. Carte de distributions des spartines à Bertic, comparée aux observations in situ (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	46
Figure 29. Carte de la distribution des spartines à Jane de Boy (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	47
Figure 30. Carte de la distribution des spartines à Jane de Boy, zoom sur les îlots (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	48

Figure 31. Carte de la distribution des spartines sur la moitié ouest de la RNN d'Arès Lège Cap Ferret (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	49
Figure 32. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN ouest à partir des observations in situ, zoom sur <i>S. versicolor</i> (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	50
Figure 33. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN ouest à partir des observations in situ, zoom sur <i>maritima</i> et <i>anglica</i> (Fond plan : ortho 2016 SIBA)	50
Figure 34. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN ouest à partir des observations in situ, zoom sur <i>Spartina alterniflora</i>	51
Figure 35. Carte de la distribution des spartines sur la moitié est de la RNN d'Arès Lège Cap Ferret, zoom sur les îlots (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	52
Figure 36. Carte de la distribution des spartines sur la moitié est de la RNN d'Arès Lège Cap Ferret (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	52
Figure 37. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN est à partir des observations in situ (nord).....	53
Figure 38. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN est à partir des observations in situ (sud).....	54
Figure 39. Carte de distribution des spartines à Arès (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	55
Figure 40. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur d'Arès à partir des observations in situ (sud).....	56
Figure 41. Carte de distribution des spartines à Andernos (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	57
Figure 42. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur d'Andernos à partir des observations in situ)	58
Figure 43. Carte de distribution des spartines à Lanton (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA) ...	60
Figure 44. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur de Lanton à partir des observations in situ (extrait des relevés réalisés au nord du secteur)	61
Figure 45. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur de Lanton à partir des observations in situ (sud).....	61
Figure 46. Carte de distribution des spartines à Audenge (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	62
Figure 47. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur d'Audenge à partir des observations in situ.....	63
Figure 48. Carte de distribution des spartines dans le secteur du Teich/Biganos (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	64
Figure 49. Carte de distribution des spartines dans le secteur de Comprian (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	65
Figure 50. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur du Teich/Biganos à partir des observations in situ.....	66
Figure 51. Carte de distribution des spartines dans le secteur de Gujan Mestras (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	67
Figure 52. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur de Gujan Mestras à partir des observations in situ (extrait sélectionné à l'est de la zone)	68
Figure 53. Carte de distribution des spartines dans le secteur de La Teste (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	69
Figure 54. Carte de distribution des spartines de l'île aux Oiseaux (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA).....	71
Figure 55. Contrôle de la carte des spartine de l'île aux Oiseaux à partir des observations in situ	72
Figure 56. Carte de la distribution des spartines à l'échelle du Bassin d'Arcachon (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)	73
Figure 57. Synthèse des observations de spartines maritimes et anglaise opportunistes réalisées depuis 2001.....	76
Figure 58. Présence de <i>Spartina anglica</i> à Bertic dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	77
Figure 59. Présence de <i>Spartina anglica</i> à Claouey dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	78

Figure 60. Présence de <i>Spartina anglica</i> à Jane de Boy dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	79
Figure 61. Présence de <i>Spartina anglica</i> à la réserve d'Arès Lège Cap-Ferret dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	80
Figure 62. Zoom sur les îlots de <i>Spartina anglica</i> à la réserve d'Arès Lège Cap-Ferret dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	81
Figure 63. Présence de <i>Spartina anglica</i> à Arès dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016 (zoom Nord à gauche, zoom Sud à droite)	82
Figure 64. Présence de <i>Spartina anglica</i> à Andernos dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	83
Figure 65. Présence de <i>Spartina anglica</i> à Lanton dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016 (Nord Lanton à gauche, Sud Lanton à droite)	84
Figure 66. Présence de <i>Spartina anglica</i> à Audenge dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	85
Figure 67. Présence de <i>Spartina anglica</i> dans le secteur Teich/Biganos dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	86
Figure 68. Présence de <i>Spartina anglica</i> à Gujan Mestras et La Teste dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	87
Figure 69. Présence de <i>Spartina anglica</i> à l'île aux Oiseaux dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016	88
Figure 70. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur de Bertic et Claouey	90
Figure 71. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur Jane de Boy	91
Figure 72. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur de la Réserve Naturelle Nationale d'Arès Lège Cap-Ferret	92
Figure 73. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur d'Arès	93
Figure 74. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur d'Andernos	94
Figure 75. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur de Lanton	95
Figure 76. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur d'Audenge	96
Figure 77. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur du Teich / Biganos	97
Figure 78. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur de Gujan et La Teste	98
Figure 79. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de <i>Spartina anglica</i> pour le secteur l'île aux Oiseaux	99
Figure 80 : Carte de l'exposition à la submersion marine des domaines endigués de Certes et de Graveyron (Goeldner-Gianella et Bertrand, 2013)	104

Liste des Tableaux

Tableau 1. Evolution des surfaces occupées par le schorre entre 1950 et 2016	33
Tableau 2. Evolution des surfaces occupées par le schorre entre 2007 et 2016	33
Tableau 3. Evolution des îlots entre 1950 et 2016	34
Tableau 4. Synthèse des prospections réalisées dans le cadre du projet	38
Tableau 5. Matrice de confusion obtenue sur pour la prédiction par Random Forest à partir de l'image multispectrale – multitemporelle Pléiades (3 dates) pour les 4 classes de spartines pures.	42
Tableau 6. Matrice de confusion obtenue sur pour la prédiction par Random Forest à partir de l'image multispectrale – multitemporelle Pléiades (3 dates) pour les 10 classes de spartines pures et mélangées.	43
Tableau 7 : Récapitulatif des données analysées par secteur pour la priorisation des actions de gestion	102

1 Contexte et objectifs

1.1 CONTEXTE ET ENJEUX

Plusieurs espèces de spartines sont présentes sur le Bassin d'Arcachon. Les spartines favorisent la sédimentation dans les secteurs où elles s'implantent (Corbières, 1924 in Caillibot, 1990). A ce titre, elles jouent un rôle important dans la protection du littoral contre l'érosion et les risques de submersion. *Spartina maritima* est décrite depuis très longtemps, considérée comme indigène, et présente à l'échelle de l'ensemble des schorres du Bassin d'Arcachon. Trois autres espèces, *Spartina anglica*, *Spartina versicolor* et *Spartina alterniflora*, ont été introduites plus récemment, accidentellement ou volontairement. Elles sont plus ou moins représentées spatialement, la plus présente d'entre elles est *Spartina anglica*, distribuée sur le bas schorre et la haute slikke.

S. anglica se développe à la faveur d'un exhaussement naturel des fonds. Différentes études montrent, qu'en retour, elle favorise le piégeage et le dépôt de sédiments, conduisant à une élévation du substrat (Whitehouse et Roberts, 1999). De par son caractère potentiellement invasif, elle tendrait à coloniser massivement la partie haute des vasières, pouvant entrer alors en concurrence avec les herbiers de zostères (Ranwell et al., 1964) et de *S. maritima* (WSDA, 2000), supplantant ainsi des nourriceries potentielles pour l'ichtyofaune (Corkhill, 1984). L'étude de ces processus et notamment de la quantification de l'impact de *S. anglica* sur la sédimentation font partie des objectifs d'une thèse en cours au laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux. Bien que nécessitant encore de nombreux travaux de recherche pour mieux comprendre la trajectoire, les rôles et les impacts réels de *S. anglica* dans le Bassin d'Arcachon, cette espèce est perçue comme en fort développement depuis ces 20 dernières années, au risque de réduire la richesse spécifique du bas schorre et d'entraver certains usages, en particulier le tourisme balnéaire et la navigation.

Sur les communes entourant le Bassin, associations et élus agissent depuis plusieurs années en organisant des chantiers participatifs de lutte contre la spartine anglaise. En 2014, les élus ont souhaité acquérir une expertise plus globale sur la lutte contre la spartine anglaise et mettre en œuvre un plan d'actions cohérent à l'échelle du Bassin. Les élus de la Commission Environnement du Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA) se sont alors mobilisés au sujet de l'expansion, sur le littoral du Bassin d'Arcachon, de la spartine anglaise.

Une première étude, menée sous l'impulsion du SIBA et réalisée par le groupement I-SEA / SEANEO a permis de :

- Rassembler au sein d'une base de données (base de données « spartines ») l'ensemble des informations existantes sur les spartines au niveau du Bassin d'Arcachon,
- Réaliser une synthèse bibliographique des méthodes existantes de réalisation de cartographies des espèces végétales du schorre, notamment des spartines sur l'ensemble du territoire national mais également à l'international,
- Proposer une méthode de cartographie pour les populations de spartines applicable à l'échelle du Bassin d'Arcachon.

Ces premiers travaux servent de base à la présente étude, qui vise à répondre à des enjeux précis d'amélioration des connaissances et des pratiques de gestion des spartines, en particulier des spartines anglaises.

1.2 OBJECTIFS

Dans ce double objectif, le SIBA souhaite conduire la réalisation d'une étude comprenant 5 missions:

- Mission n°1 : Cartographie par photo-interprétation et analyse de l'évolution spatio-temporelle de la limite du schorre,
- Mission n°2 : Cartographie de la distribution spatiale des différentes espèces de spartines sur le Bassin d'Arcachon,
- Mission n°3 : Analyse de la dynamique temporelle des populations de spartines et cartographie de l'impact de cette dynamique sur différents enjeux de gestion comme la biodiversité, le maintien des usages, la protection contre la submersion et l'érosion,
- Mission n°4 : Choix de secteurs d'intérêt pour un inventaire exhaustif du schorre,
- Mission n°5 : Elaboration d'un guide de bonnes pratiques de gestion.

1.3 CONTENU DU PRESENT RAPPORT

Le présent rapport détaille les quatre premiers volets de l'étude. Le guide de bonnes pratiques fait l'objet d'un rapport indépendant.

2 Mission n°1 – Cartographie par photo-interprétation et analyse de l'évolution spatio-temporelle de la limite du schorre

2.1 OBJECTIFS

Ce premier volet d'étude comprend deux étapes. La première vise à cartographier la limite inférieure de l'ensemble des secteurs de schorre présents sur le Bassin d'Arcachon, y compris l'île aux Oiseaux, à partir de données aériennes acquises en 2016. La seconde étape a pour but de caractériser l'évolution de cette limite en comparant la carte de 2016 à des données plus anciennes :

- une limite digitalisée sur un support d'ortho-photographies acquises en 2007 (donnée Agence Française pour la Biodiversité),
- les ortho-photographies de 1950, utilisées pour réaliser une digitalisation de la limite du schorre.

Ici la limite inférieure du schorre est définie comme la limite basse de la végétation dressée, elle inclut donc l'ensemble des spartines, parfois définies comme indicatrice de la haute slikke.

2.2 METHODE ET DONNEES

Les étapes suivantes de travail ont été réalisées.

2.2.1 DETOURAGE 1950

Les photographies de 1950 ont été téléchargées sur le site Geoportail¹ puis géoréférencées à partir de l'ortho-littorale V2 (2011). Les images téléchargées avaient une résolution de 1 m au sol. Au total, 18 dalles ont été traitées (Figure 1).

En moyenne, l'opérateur a utilisé une quinzaine de points de calage par image et l'erreur résiduelle moyenne (différence entre la position finale du point d'origine par rapport à l'emplacement réel spécifié est de 1,65 m).

La digitalisation des polygones de schorre de 1950 a été réalisée à partir des photographies aériennes de 1950 géoréférencées, mais également, pour les zones douteuses, par confrontation aux contours de 2007 et à l'ortho-photographie de 2011. Cette dernière a permis d'écarter les zones présentant des arbres et de faciliter la reconnaissance des lacs présents dans le schorre aux deux dates.

A l'instar de la méthode que nous avons développée et appliquée pour caractériser le front du schorre sur des ortho-photographies de 2007 (CREOCEAN, 2012), nous avons utilisé comme indicateur de présence du schorre l'apparition de la végétation halophile sur l'estran.

L'échelle de digitalisation des polygones est en moyenne de l'ordre de 1/1 500. De nombreux îlots ont été digitalisés. Un shape « lacs » a été créé afin d'inclure ce dernier dans l'analyse des limites basses du schorre (Figure 2). Ces derniers ont été saisis dans un souci d'homogénéité avec la couche produite en 2007.

Des exemples de digitalisation sont présentés sur les Figure 3 et Figure 4, qui présentent à gauche les photographies et à droite, les surfaces de schorre en vert et les lacs de tonnes en bleu.

¹ <https://www.geoportail.gouv.fr>

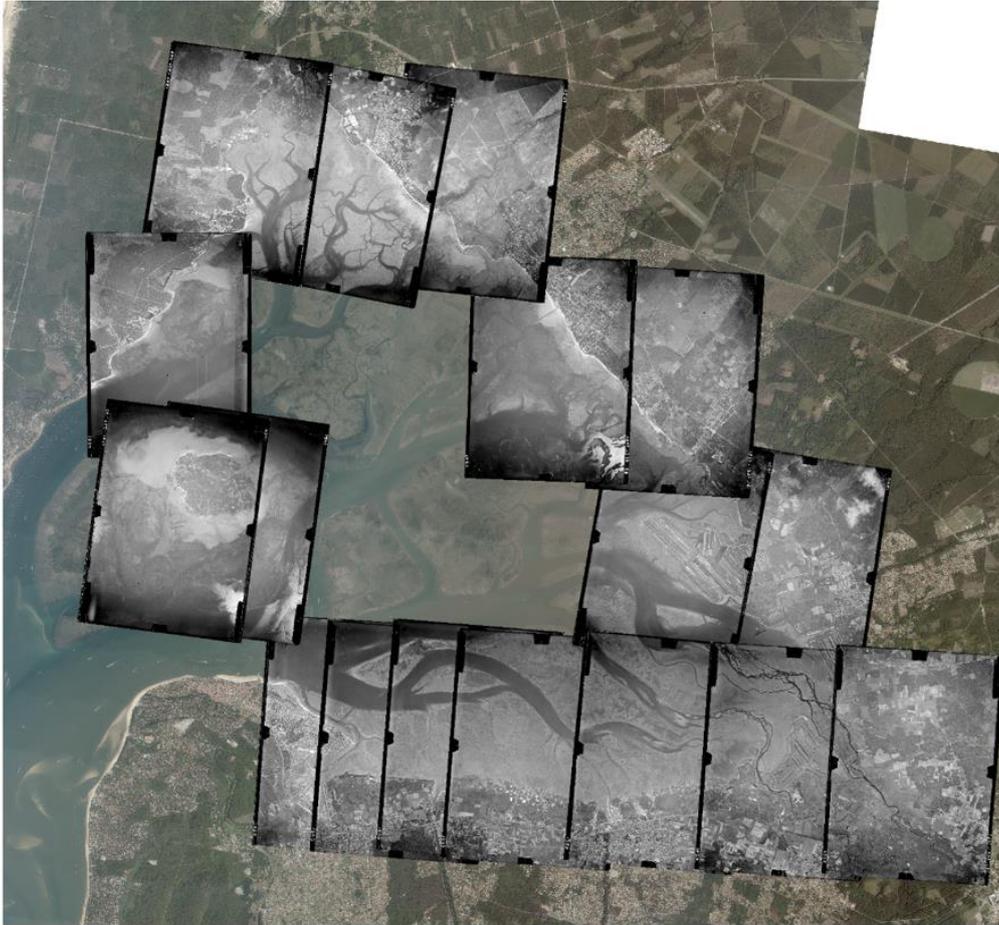


Figure 1. Géoréférencement des 18 photographies de 1950

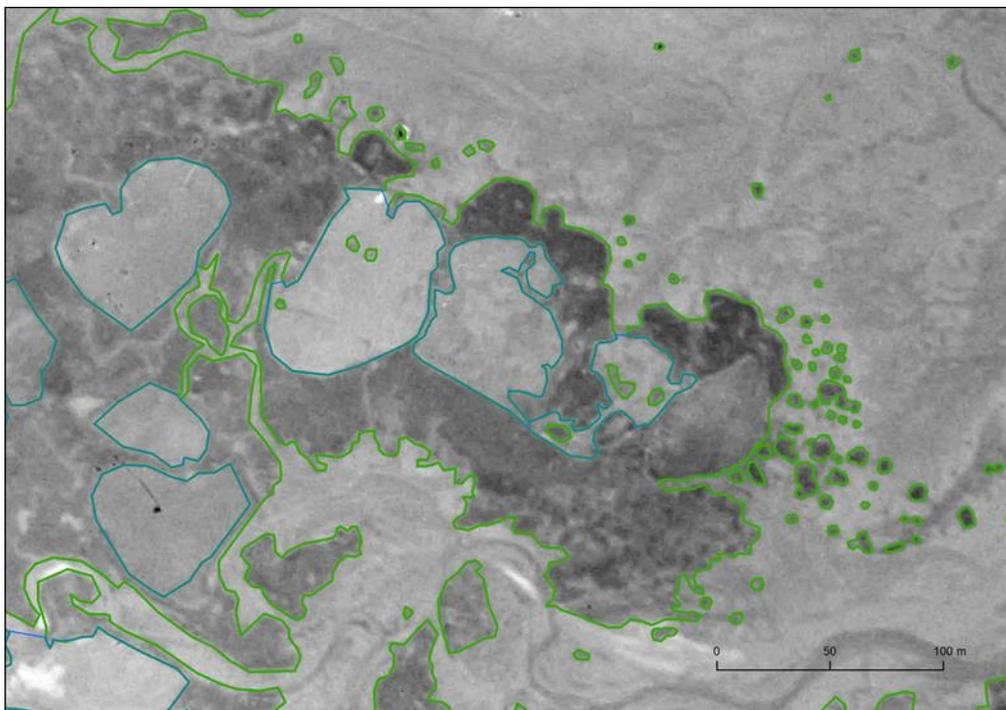


Figure 2. Détails des digitalisations sur la photographie 1950

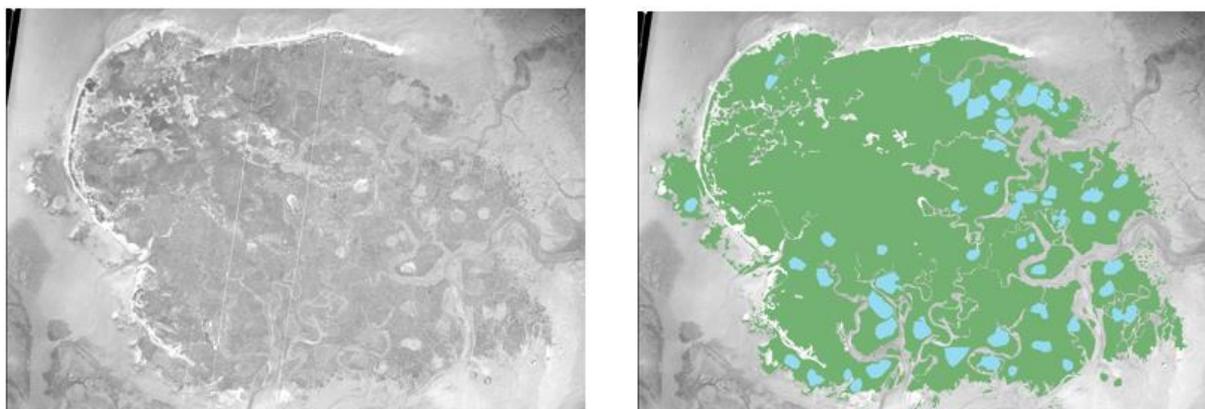


Figure 3. Exemple de digitalisation de 1950 au niveau de l'île aux Oiseaux

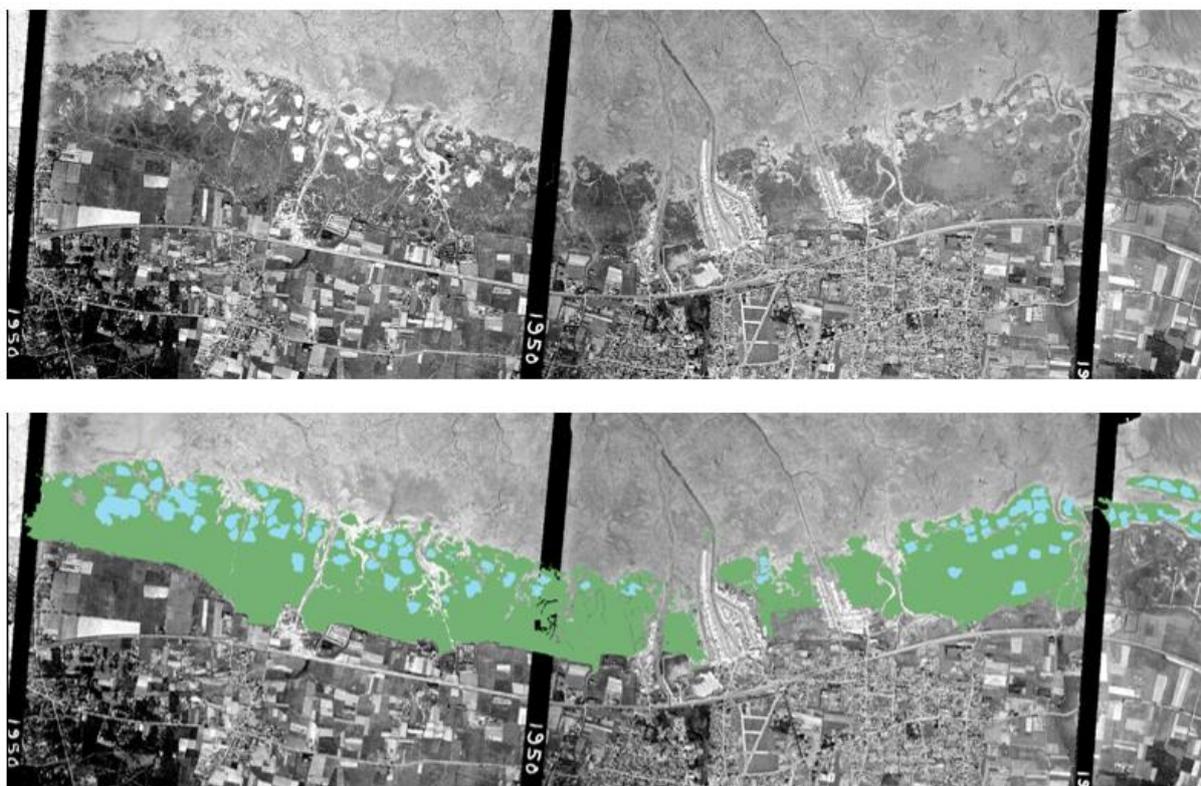


Figure 4. Exemple de digitalisation de 1950 au niveau de Gujan Mestras

2.2.2 MISE A JOUR DE LA COUCHE DE 2007

La couche de 2007 a été mise à jour afin de pouvoir être comparée aux futurs polygones de 2016. Il existe deux couches de données pour 2007, une sous forme de polygones correspondant aux îlots isolés et une sous forme de lignes correspondant à la limite basse du schorre. Afin d'obtenir une couche unique de polygones et dans le but de les comparer à ceux digitalisés en 2016, la couche de lignes a été modifiée. En effet, il a fallu tracer une limite haute « fictive » afin de fermer les lignes. De plus, certaines des lignes présentes n'étaient pas toutes continues, ce qui empêche la génération automatique des polygones. Ces « trous » ont été comblés.

Une couche « lacs » a été créée dans le but d'avoir une surface d'analyse uniforme et « commune » aux deux couches à comparer. Un attribut « type » est ajouté à cette couche globale, permettant de différencier les polygones dits « de limites » des polygones dits « îlots ».

2.2.3 DETOURAGE 2016

Les ortho-photographies de 2016 acquises et mises à disposition de l'étude par le SIBA ont une résolution au sol de 15 cm. La même méthode de détourage que celle mise en œuvre pour le traitement des photographies de 1950 et 2007 a été appliquée à l'analyse de cette donnée. Les grands ensembles ainsi que les îlots isolés visibles sur l'estran ont été systématiquement détournés, comme ce fut le cas pour la carte de 2007. La numérisation des enveloppes a été réalisée en moyenne à l'échelle du 1/100 pour permettre une restitution de grande qualité (Figure 5).

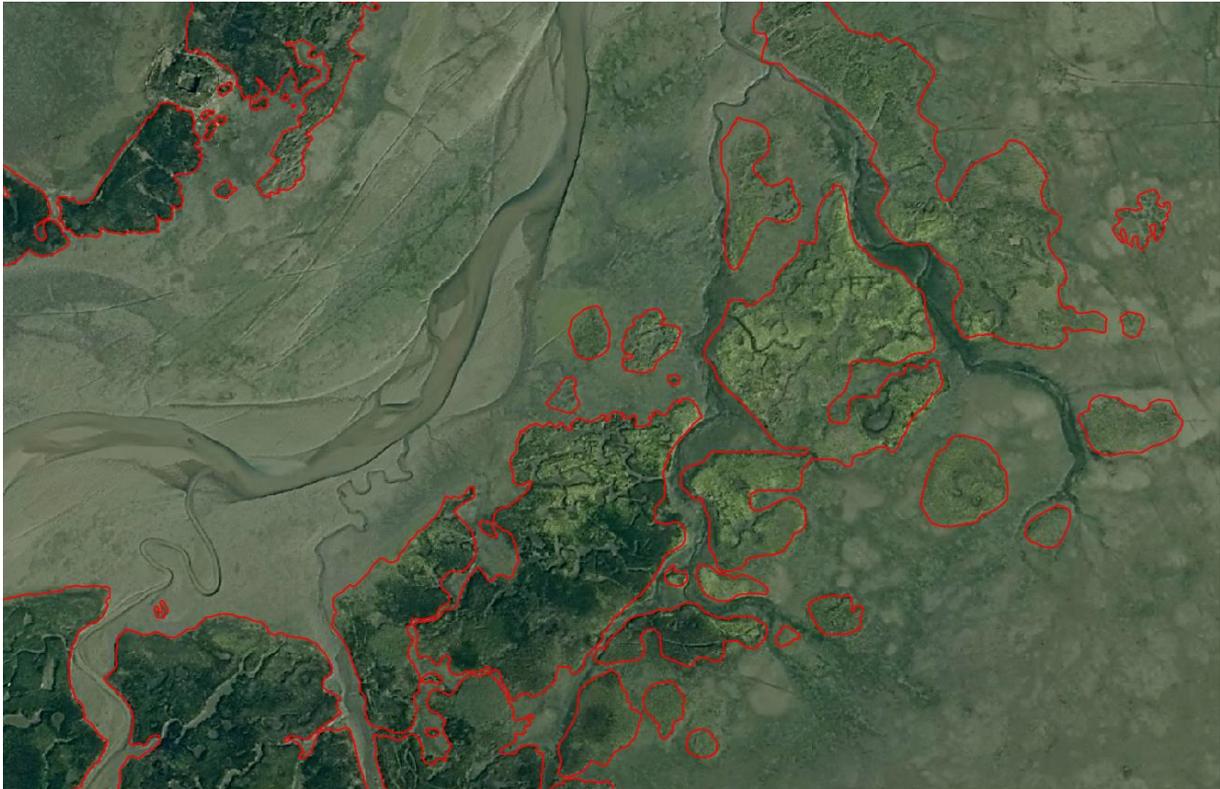


Figure 5. Extrait du détourage réalisé dans le secteur de l'île aux Oiseaux

Concernant les secteurs où le schorre est fragmenté, nous avons choisi de délimiter les contours en suivant la même méthode qu'en 2007, c'est à dire en détournant des ensembles d'îlots trop nombreux et denses pour être individualisés. Ainsi nous éviterons d'introduire un biais méthodologique entre les deux années de suivi. Cette méthode particulière de détourage est mise en évidence sur la Figure 6.

La taille minimale de saisie pour les îlots correspond à une limite physique liée à la résolution de l'image. Théoriquement, le plus petit objet qui peut être détourné a une taille comprise entre 4 et 5 pixels. En pratique, en photo-interprétation, nous avons constaté que la surface minimale considérée est de 8 pixels soit environ 0,5 m² en 2016 et 2 m² en 2007.

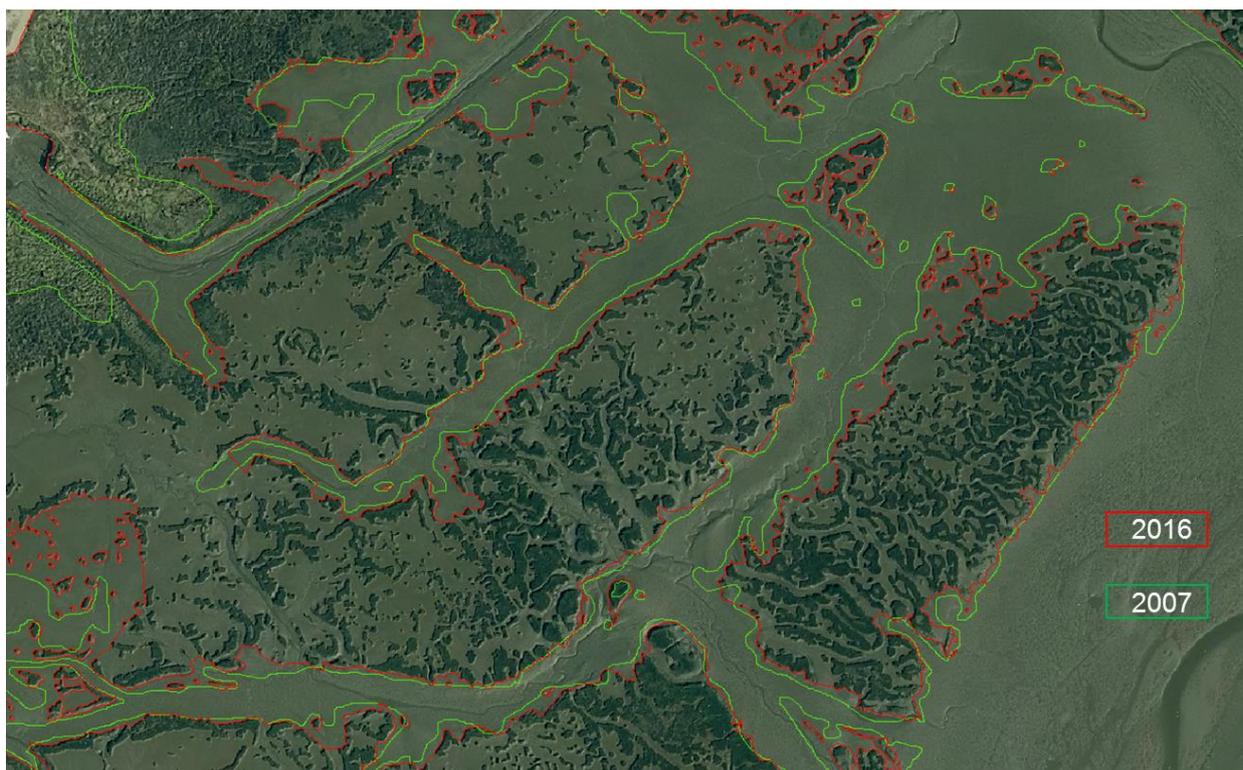


Figure 6. Méthode de détournement des grands ensembles du schorre dans les secteurs où le couvert est fractionné.

2.2.4 ANALYSE DE LA PRÉCISION DU CONTOUR 2016

L'analyse de précision du contour est réalisée à l'aide des missions de reconnaissance de terrain réalisées pendant l'été 2016. Au total, un linéaire de 2 984 m a été levé sur 8 des secteurs de la zone d'étude pour calculer l'écart moyen et les écarts extrêmes entre levé GPS et numérisation. La démarche de levés a concerné l'ensemble du bassin, une partie des relevés est détaillée sur la Figure 7.

Un GPS Trimble GEOXT a été utilisé sur le terrain pour lever la limite. Les contours ont été levés le plus précisément possible, la main de l'opérateur portant le GPS se situant au-dessus de la limite.

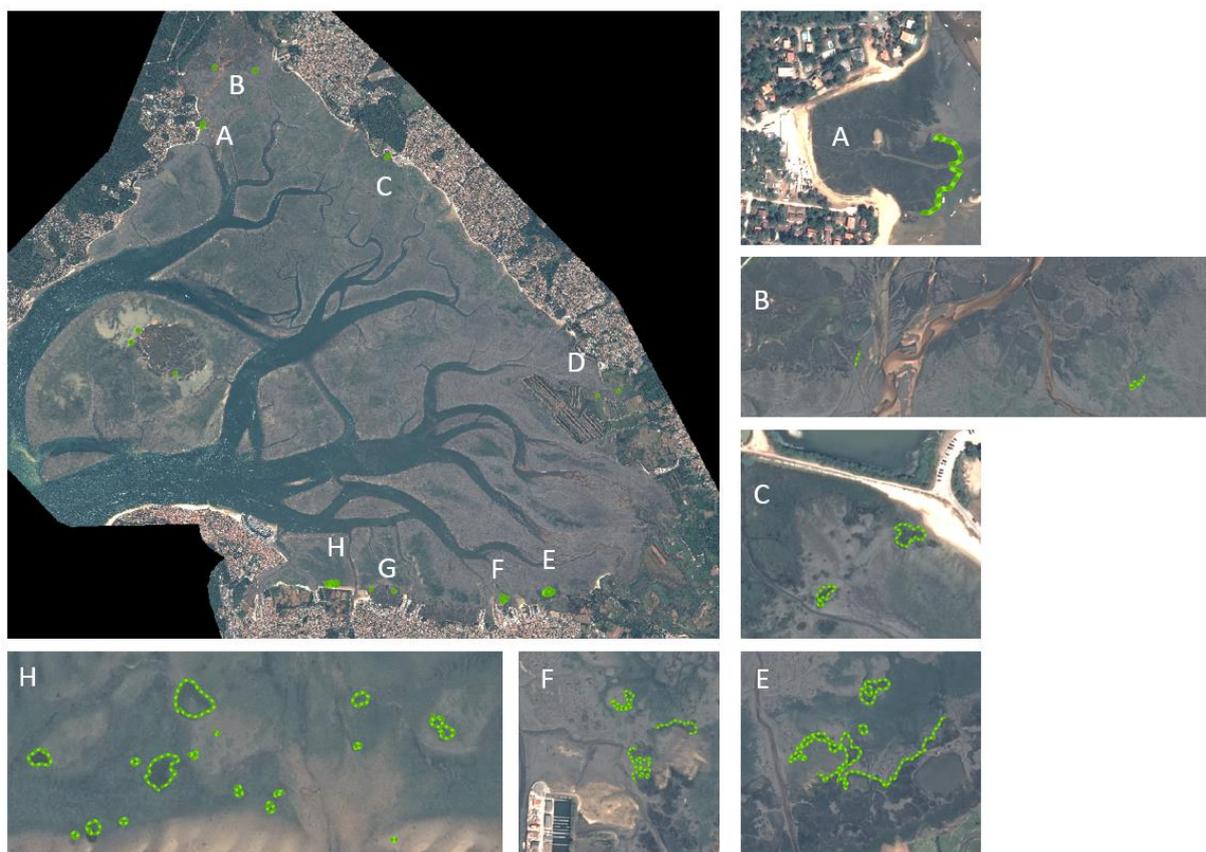


Figure 7. Localisation des levés GPS de la limite basse du schorre réalisés en 2016

2.2.5 EVOLUTION 1950-2016

Pour comparer les couches 1950 et 2016, nous montrerons :

- (1) une représentation graphique des secteurs en évolution (progression et recul dissociés),
- (2) un bilan quantitatif des évolutions secteur par secteur.

La couche 1950 ne se prête pas à l'analyse de l'évolution des îlots mineurs, mais l'ensemble des grandes enveloppes (supérieures à 25 m²) sera considéré par cette analyse.

L'échelle de numérisation originale des deux couches vectorielles étant très différente, nous veillerons à interpréter des évolutions spatiales et non des écarts liés aux différences d'échelle entre les sources de données qui seront comparées.

2.2.6 EVOLUTION 2007-2016

Une analyse diachronique de l'évolution des secteurs d'implantation du schorre a été menée par comparaison des couches numérisées. Dans ce cas, nous avons procédé à trois niveaux d'analyse :

1. Au niveau des grandes enveloppes, la mise en évidence les secteurs en progression ou au contraire en régression.
2. Nous précisons l'évolution des secteurs présentant des îlots et nous quantifions en particulier l'espace gagné (ou perdu) par le schorre suivant trois métriques : augmentation/diminution du nombre d'îlots, augmentation/diminution de la taille moyenne des îlots, augmentation/diminution de la superficie couverte par les îlots.

3. Enfin, nous avons évalué au cas par cas la qualité de la comparaison en émettant un avis sur des difficultés de détection particulières rencontrées tant en 2007 qu'en 2016 et liées à un trop faible contraste de couleur entre le schorre et son environnement direct. En effet, dans certains cas, un mélange entre les espèces du schorre et des espèces de l'estran (dépôts d'algues, présence d'herbiers ...) peut conduire à une sous-détection du schorre, généralement des îlots plus que des grands ensembles.

2.2.7 PRESENTATION DES RESULTATS

2.2.7.1 Bilans et cartographies d'évolution

Pour faciliter la lecture du document et des résultats de l'étude, nous avons choisi de représenter et chiffrer les évolutions de la limite basse du schorre en suivant un découpage géographique du Bassin d'Arcachon. Nous avons dans ce but défini 12 secteurs (Figure 8), qui seront redécoupés le cas échéant. Les emprises seront étendues vers l'estran si notre analyse l'exige. Un bilan à l'échelle de la lagune sera également proposé.

Ce découpage sera également repris pour présenter les résultats des volets 2 à 4.



Figure 8. Secteurs sélectionnés pour l'analyse de l'évolution du schorre

2.2.7.2 Fichiers numériques

Conformément au cahier des charges et à la proposition technique, nous livrons un ensemble de fichiers numériques détaillés ci-dessous. Une fiche de métadonnées par couche livrée est annexée à ce rapport.

2.2.7.2.1 Limites basses du schorre

Nous livrons associé à ce rapport une couche vectorielle présentant la limite schorre/slikke en 2016, incluant les contours principaux et les îlots isolés de dimension > 10 m². La limite de 1950 est également livrée.

Le fichier SIG de la limite inférieure du schorre est livré sous forme de polygones au format shape. Le système de coordonnées utilisé est le RGF93/Lambert 93. La topologie de la couche finale a été validée afin de respecter les règles relatives aux polygones, ces derniers ne doivent pas se superposer ni présenter de discontinuités. La table attributaire associée au shape final a été complétée avec les attributs suivants :

- ID DONNEE (identifiant unique de la donnée)
- ZONE (zone d'étude)
- SUPPORT (correspondant au support de digitalisation)
- PRODUCTION (organisme producteur de la donnée)
- NATURE (étendue ou îlot)
- VERIF (état des polygones, douteux ou non)
- SURF M² (surface des polygones en m²)

Une validation de la table attributaire a été réalisée afin de vérifier l'absence de doublons et de champs ou d'attributs vides. La typologie des champs et attributs a également été uniformisée.

2.2.7.2.2 Couches d'évolution

Nous livrons associé à ce rapport :

- Une couche vectorielle présentant un bilan des évolutions de la limite inférieure schorre-slikke 2007-2016, grandes enveloppes et îlots traités simultanément,
- Une couche vectorielle présentant un bilan historique des évolutions 1950-2016.

2.3 RESULTATS

2.3.1 ANALYSE DE PRECISION DU DETOURAGE

Pour cette analyse, nous avons utilisé 14 polygones et 5 polygones. Sur les 14 polygones, 13 présentent des formes qui diffèrent à moins d'un mètre. En revanche, on remarque une translation spatiale des formes saisies comprise entre 1,5 et 6 m toujours vers le sud ou le sud-ouest. Deux polygones sont parfaitement superposés. En moyenne, la distance entre les centroïdes de polygones identiques est de 2,5 m. Ces défauts quasiment systématiques proviennent vraisemblablement d'une imperfection de l'image mal corrigée par le modèle de recalage.

Concernant les polygones, c'est au total un linéaire de 938 m qui permet de comparer terrain et image. Les écarts constatés sont en moyenne de 2,2 m, avec des extrema compris entre 0 et 12 m. Enfin l'unique polygone présentant de profondes déformations liées à des erreurs de saisie (mauvaise interprétation du couvert) sont de l'ordre en moyenne de 2,6 m avec des extrema compris entre 0 et 6 m. Cette analyse démontre la qualité de l'image support ainsi que la précision détourage. Des différences entre couche inférieures à 2,5 m ne seront pas considérées comme représentatives.

2.3.2 PRESENTATION DES CARTES

2.3.2.1 Claouey

SECTEUR Claouey

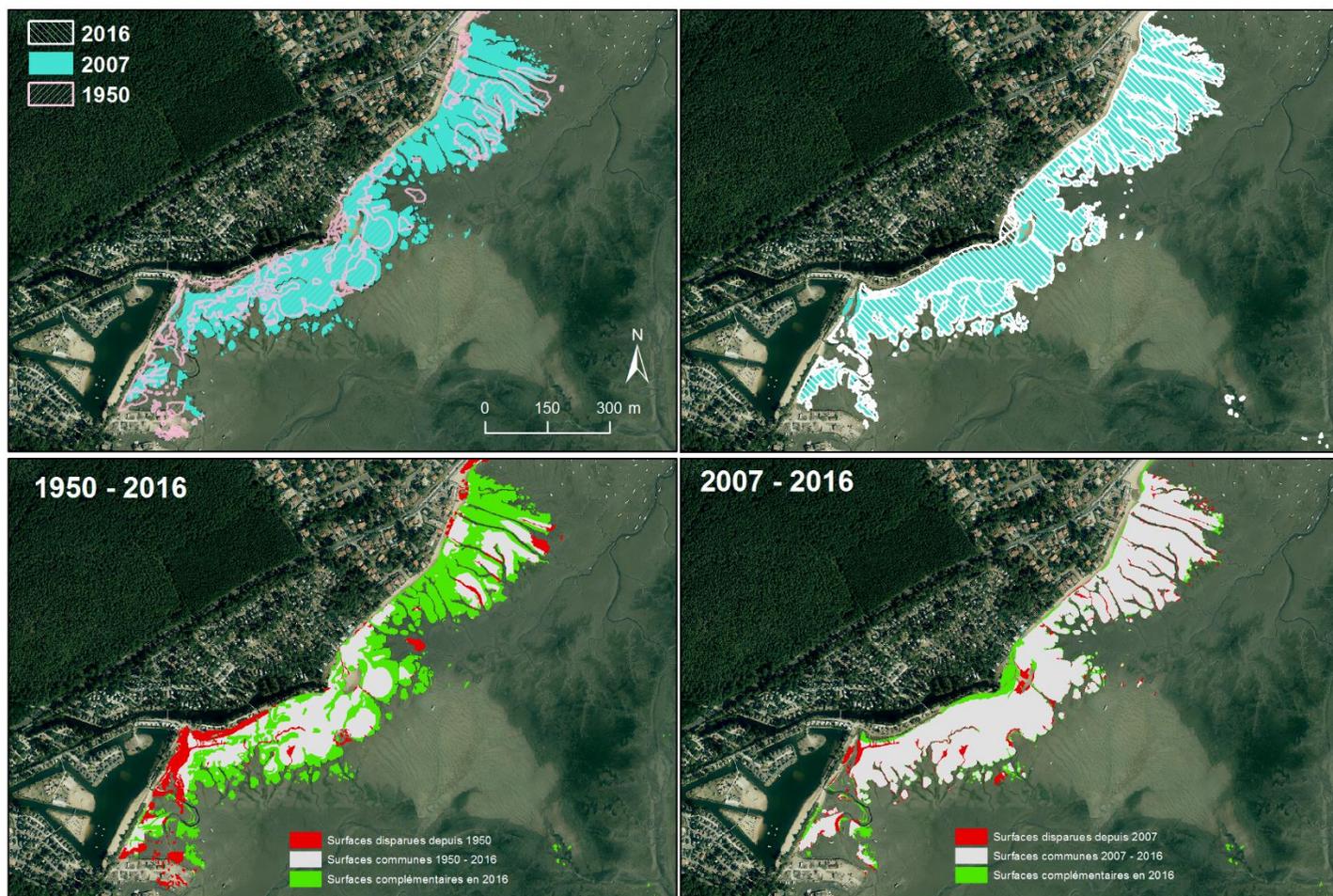


Figure 9. Evolution de la limite basse du schorre à Claouey entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)

2.3.2.2 Bertic

SECTEUR Bertic

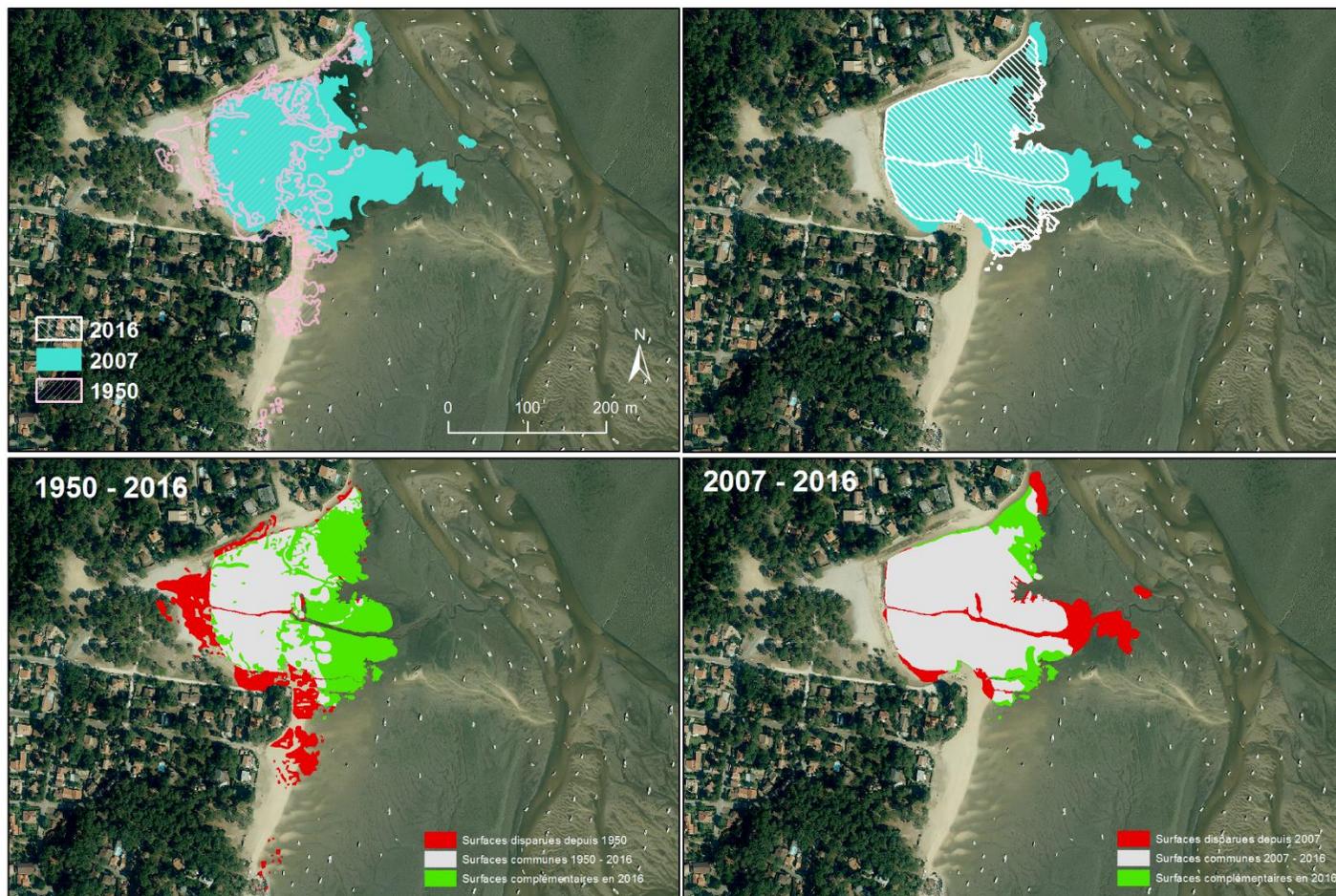


Figure 10. Evolution de la limite basse du schorre sur le secteur Bertic entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)

2.3.2.3 Réserve Naturelle Nationale des prés salés d'Arès Lège Cap Ferret – secteur Jane de Boy

SECTEUR Jane de Boy

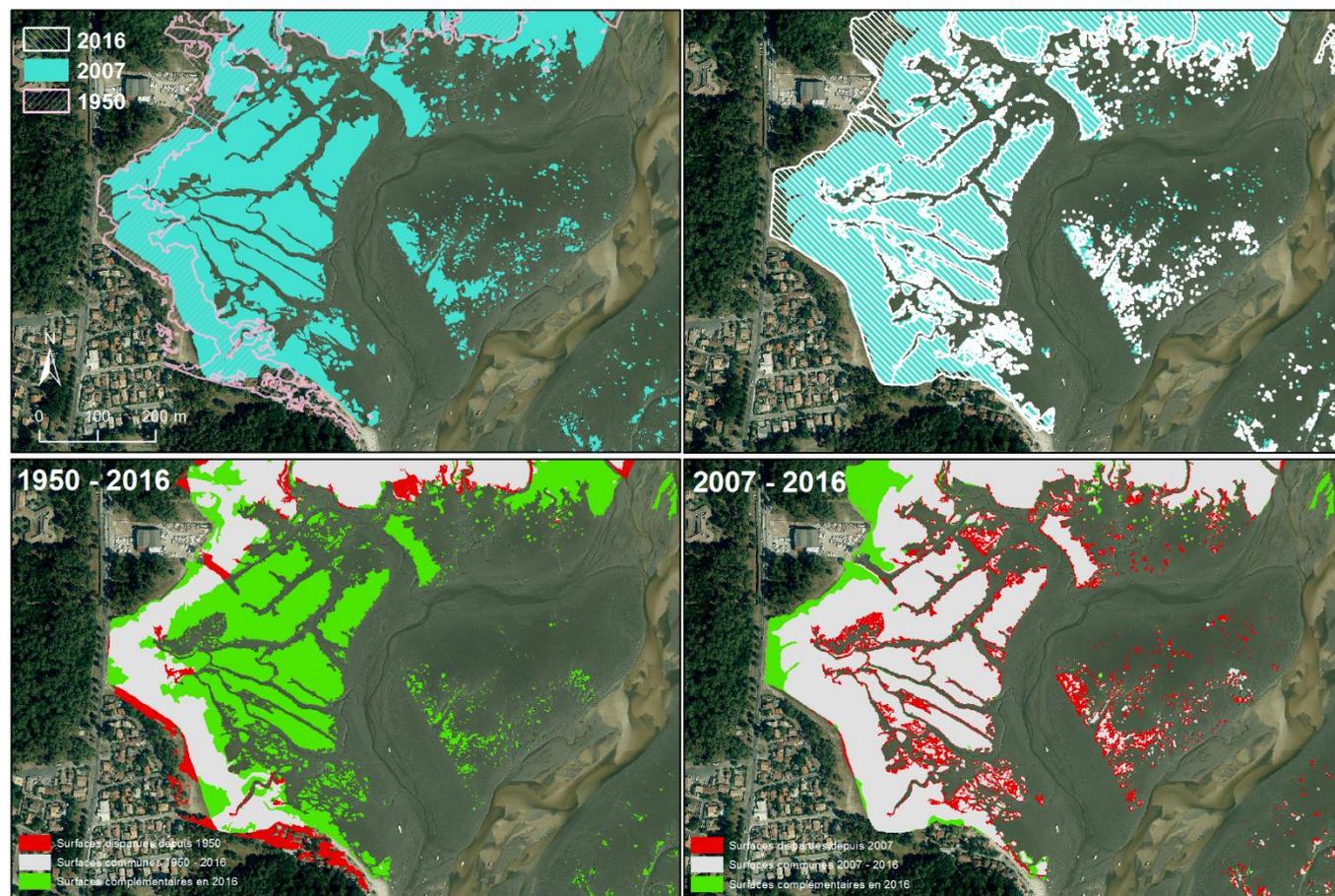


Figure 11. Evolution de la limite basse du schorre de la Réserve Naturelle Nationale des prés salés d'Arès Lège Cap Ferret (secteur Jane de Boy) entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)

2.3.2.4 Réserve Naturelle Nationale des prés salés d'Arès Lège Cap Ferret

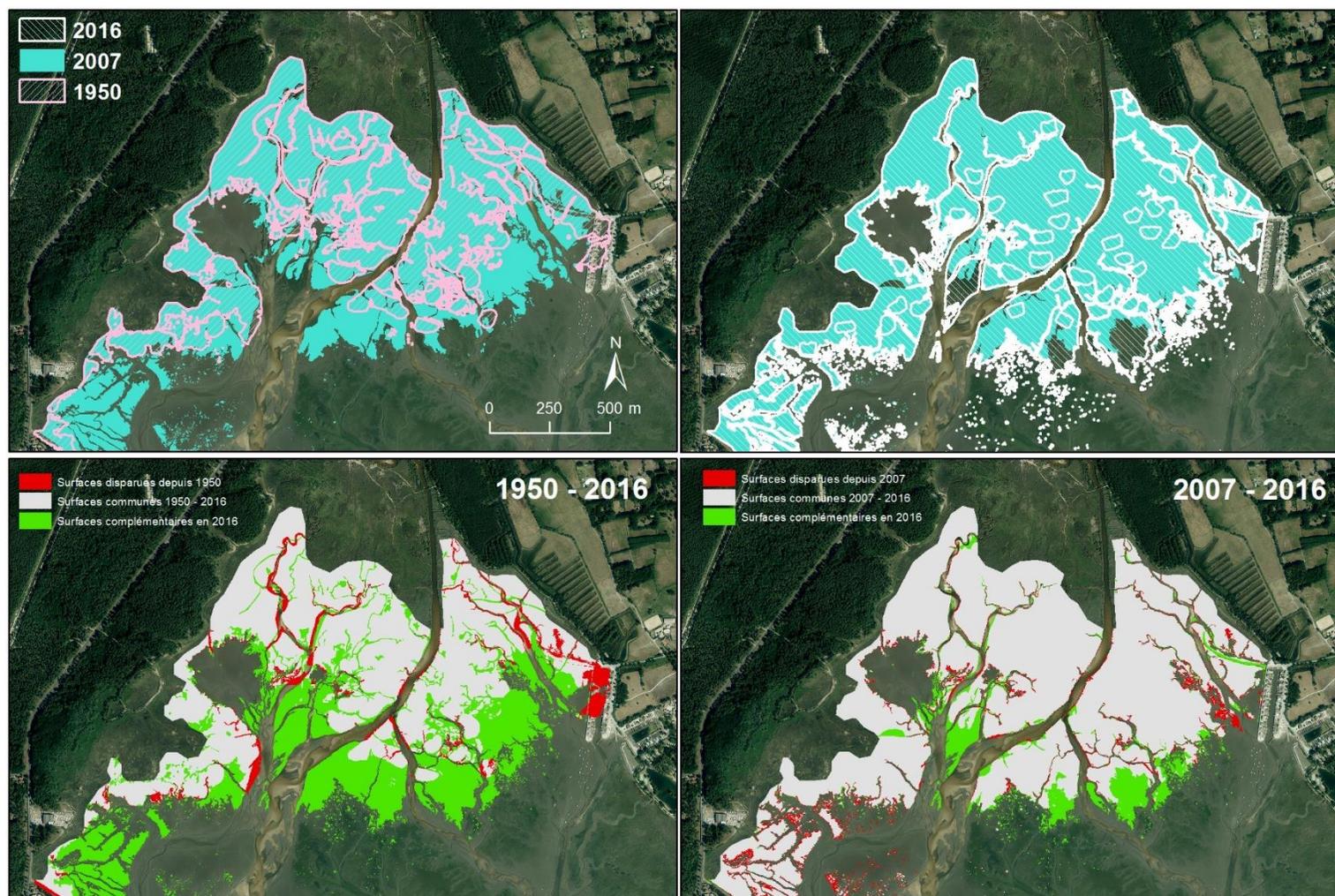
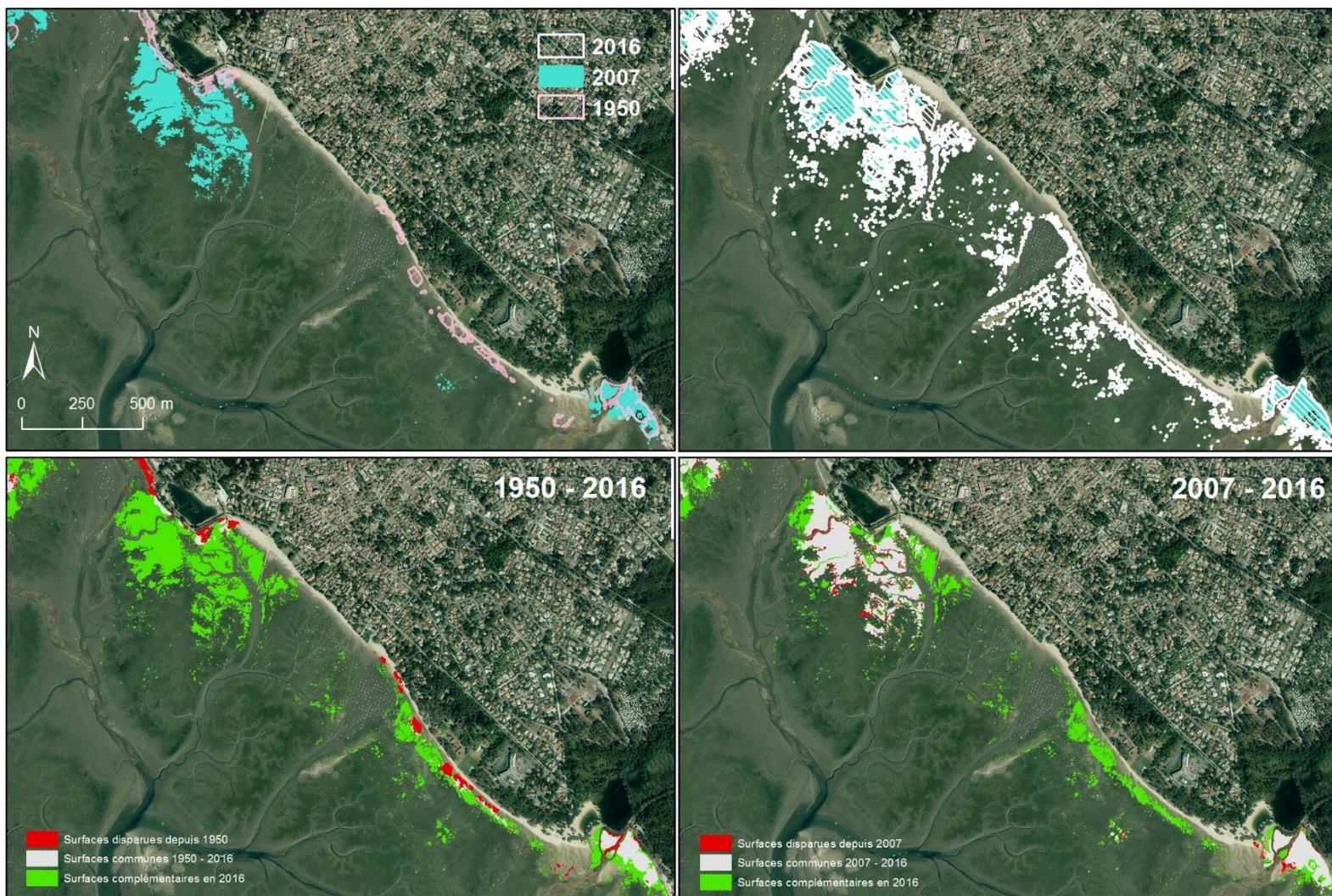


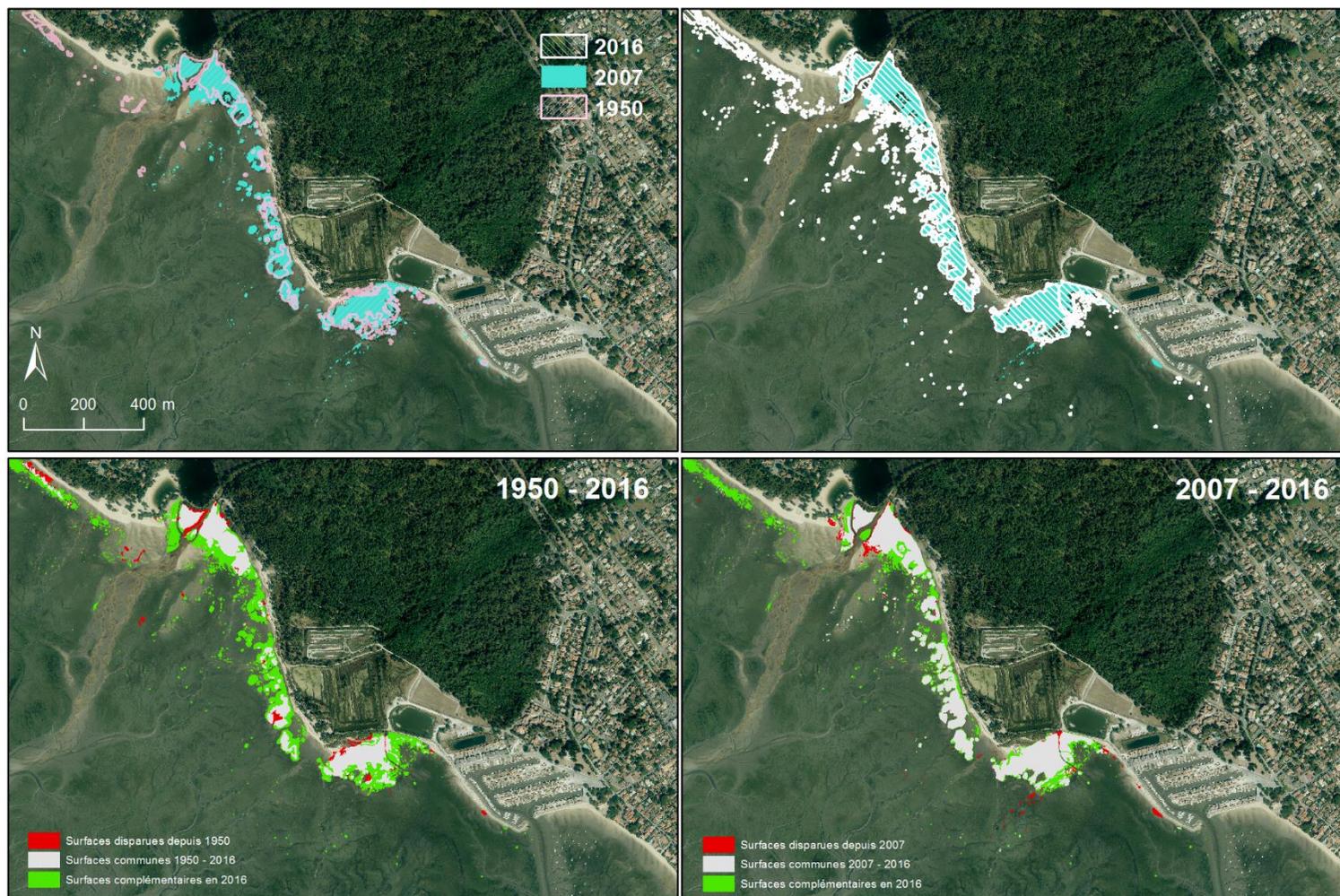
Figure 12. Evolution de la limite basse du schorre de la Réserve Naturelle Nationale des prés salés d'Arès Lège Cap Ferret entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)

2.3.2.5 Arès

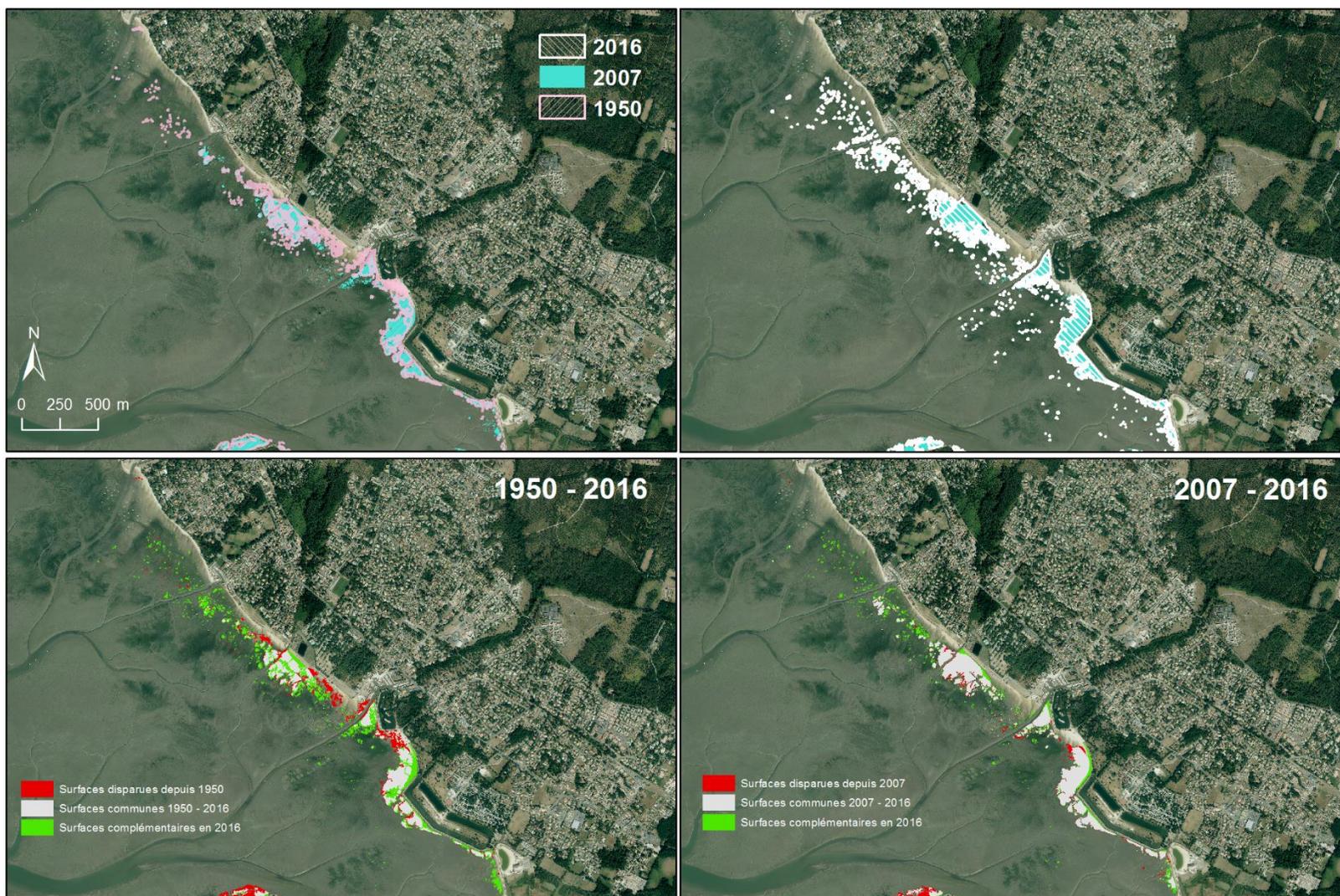


2.3.2.6 Andernos

SECTEUR Andernos



2.3.2.7 Lanton



2.3.2.8 Audenge

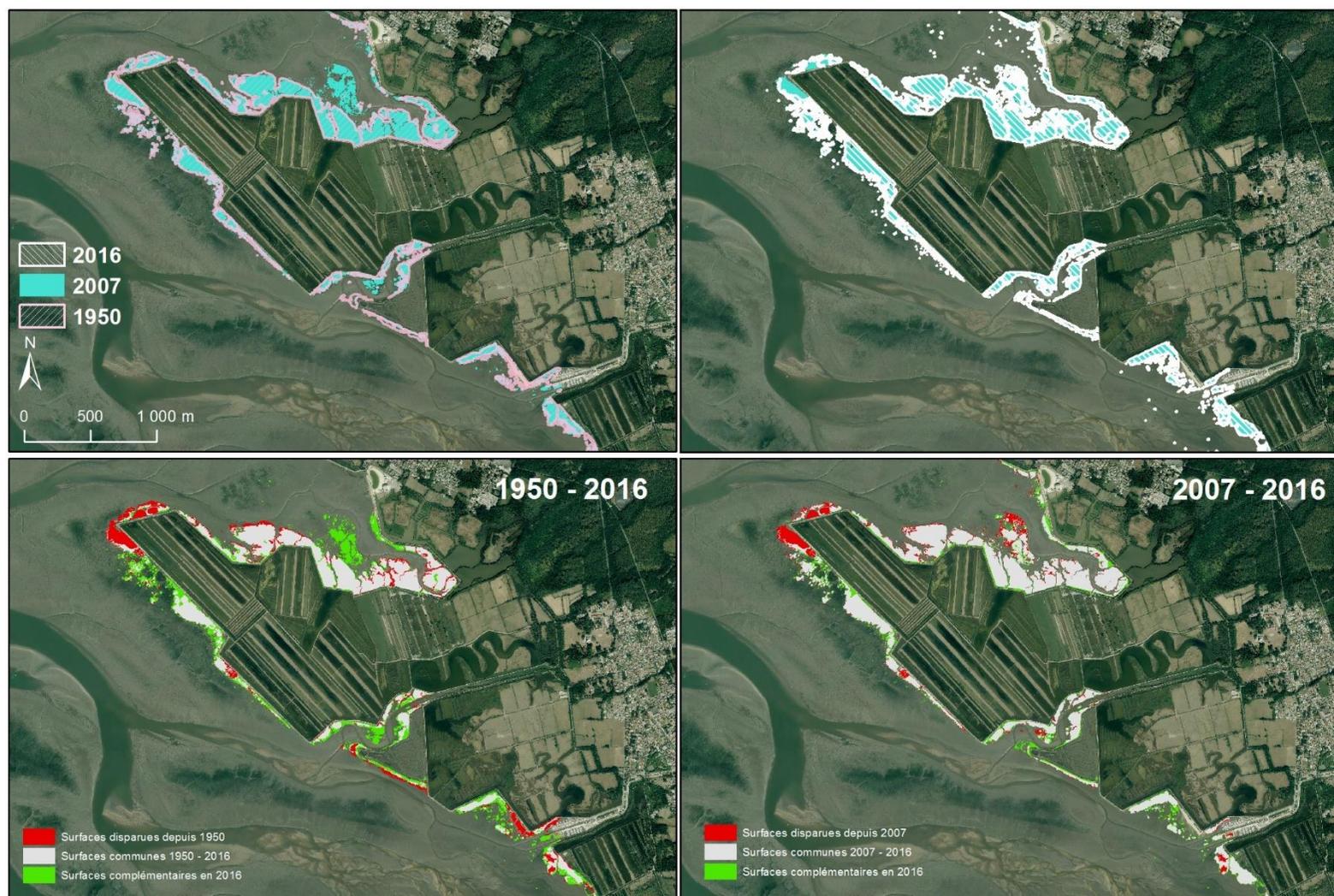


Figure 16. Evolution de la limite basse du schorre à Audenge entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)

2.3.2.9 Le Teich/Biganos

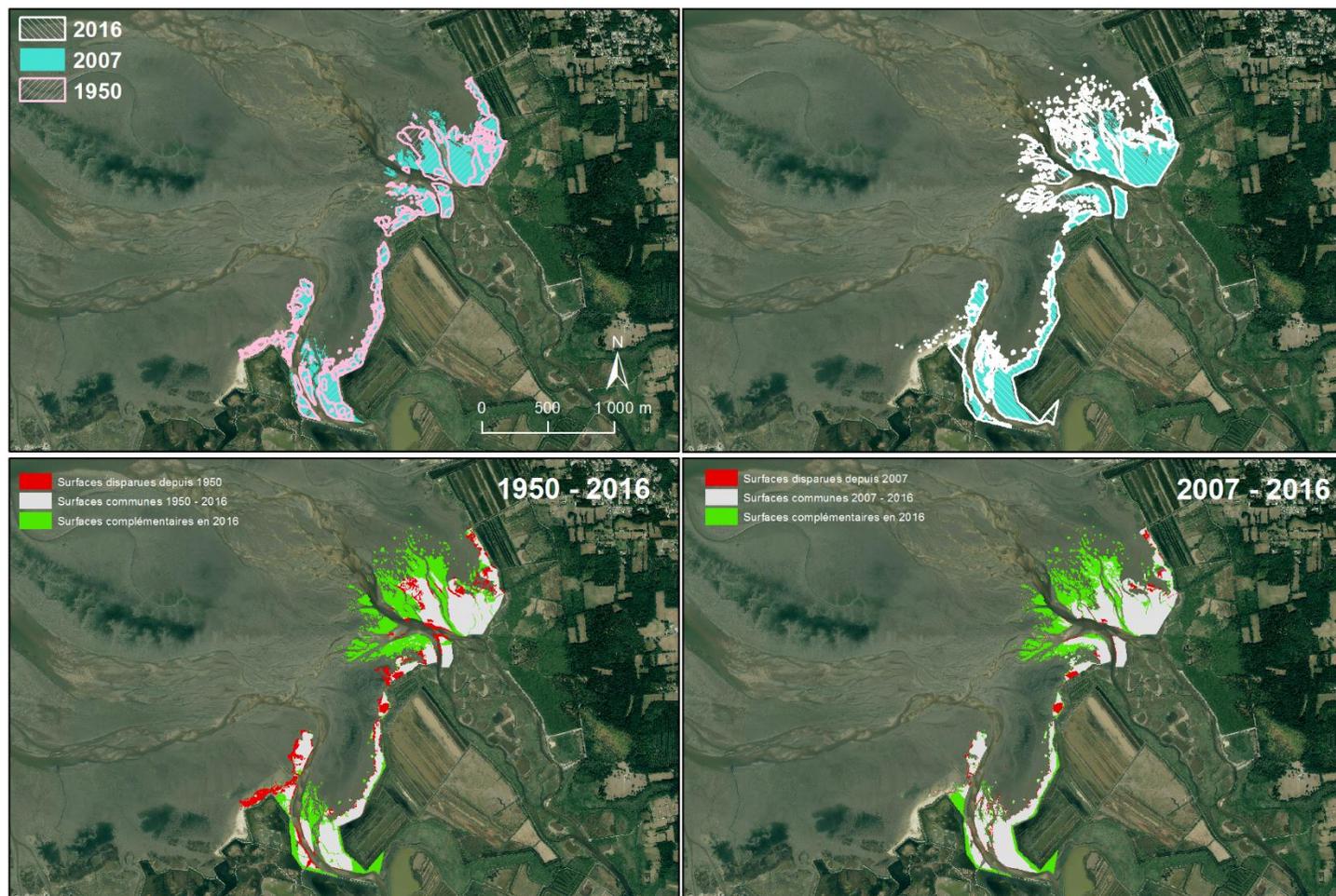


Figure 17. Evolution de la limite basse du schorre sur le secteur Teich / Biganos entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)

2.3.2.10 Gujan est

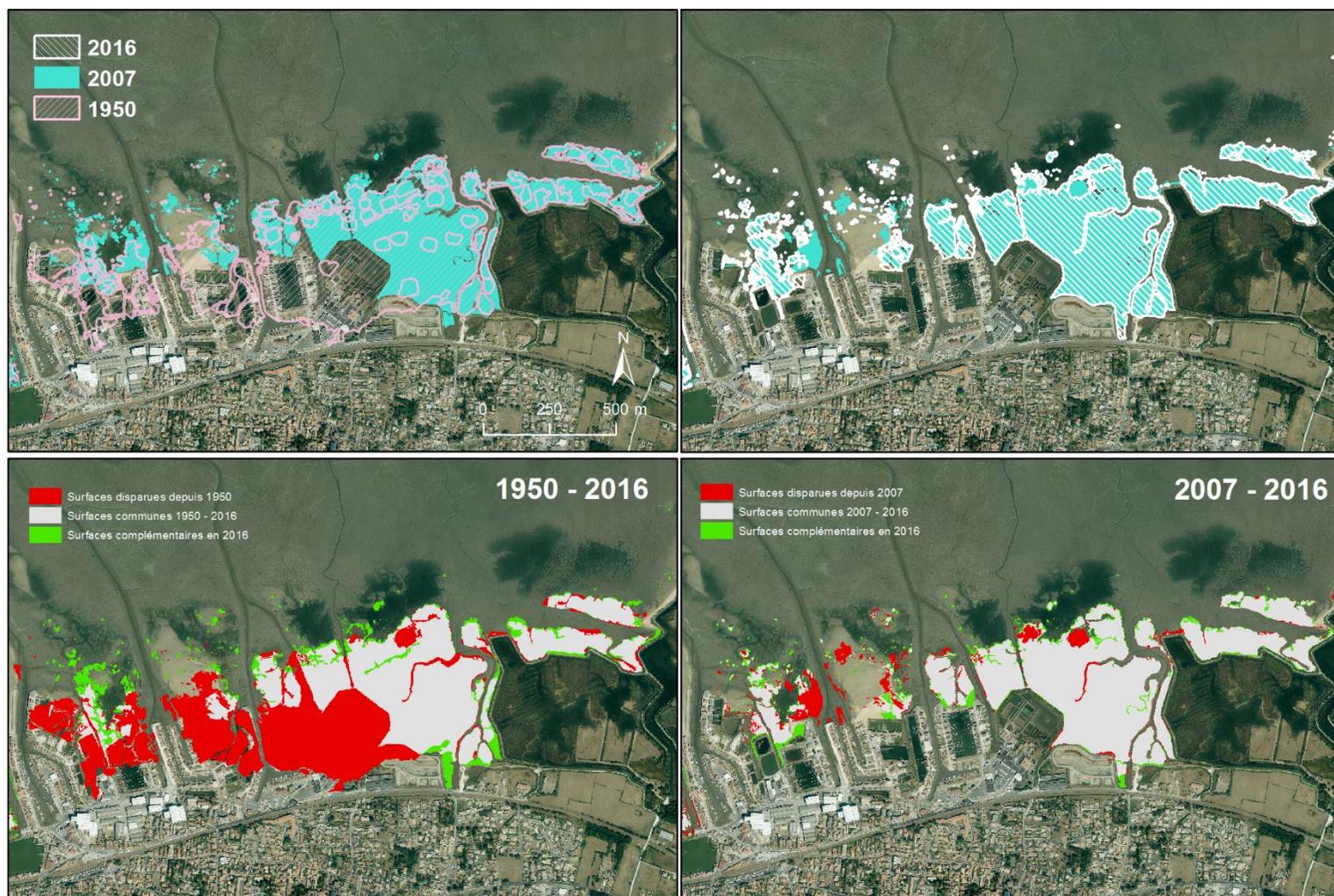


Figure 18. Evolution de la limite basse du schorre à Gujan Mestras (sous-secteur est) entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)

2.3.2.11 Gujan ouest



2.3.2.12 La Teste

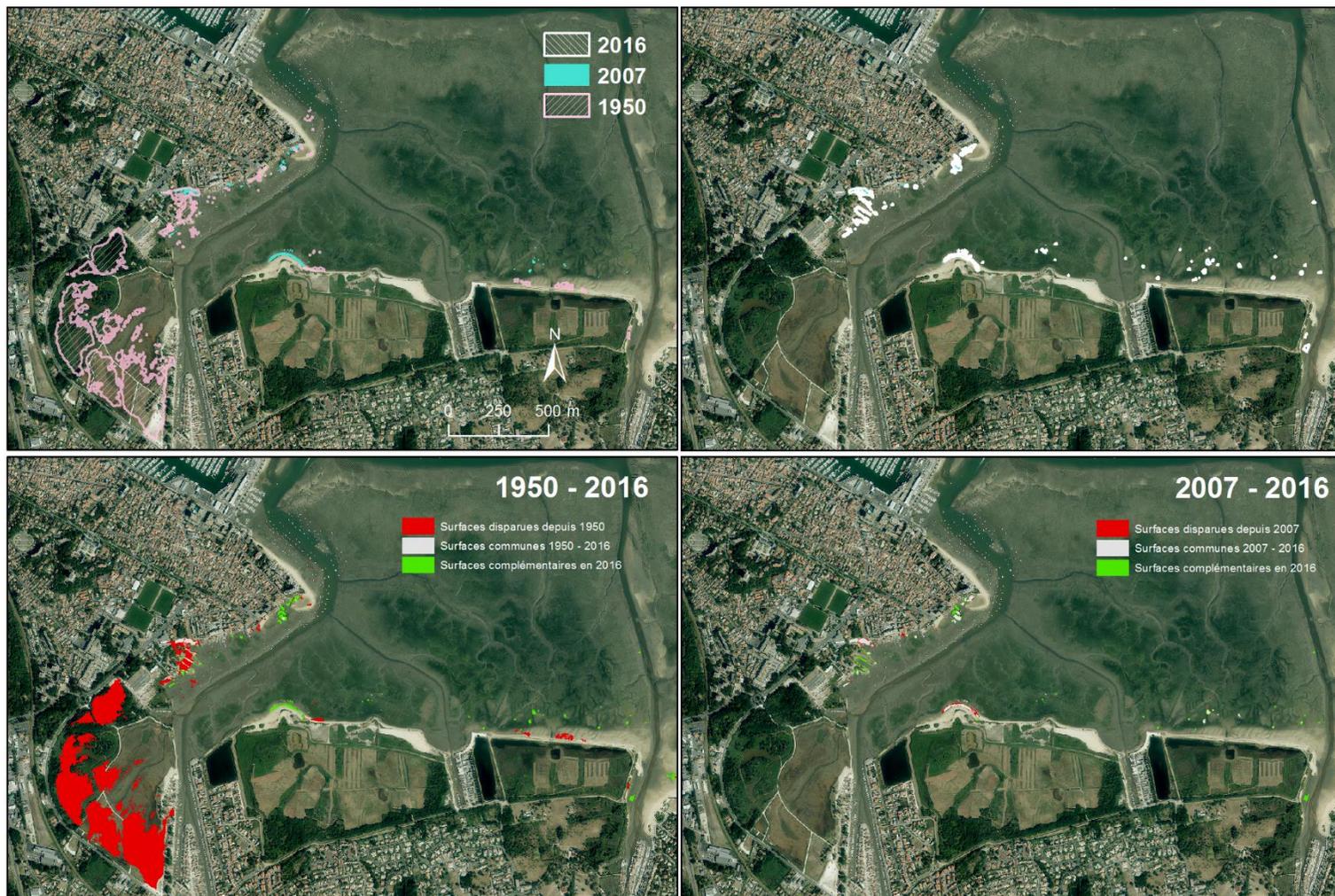
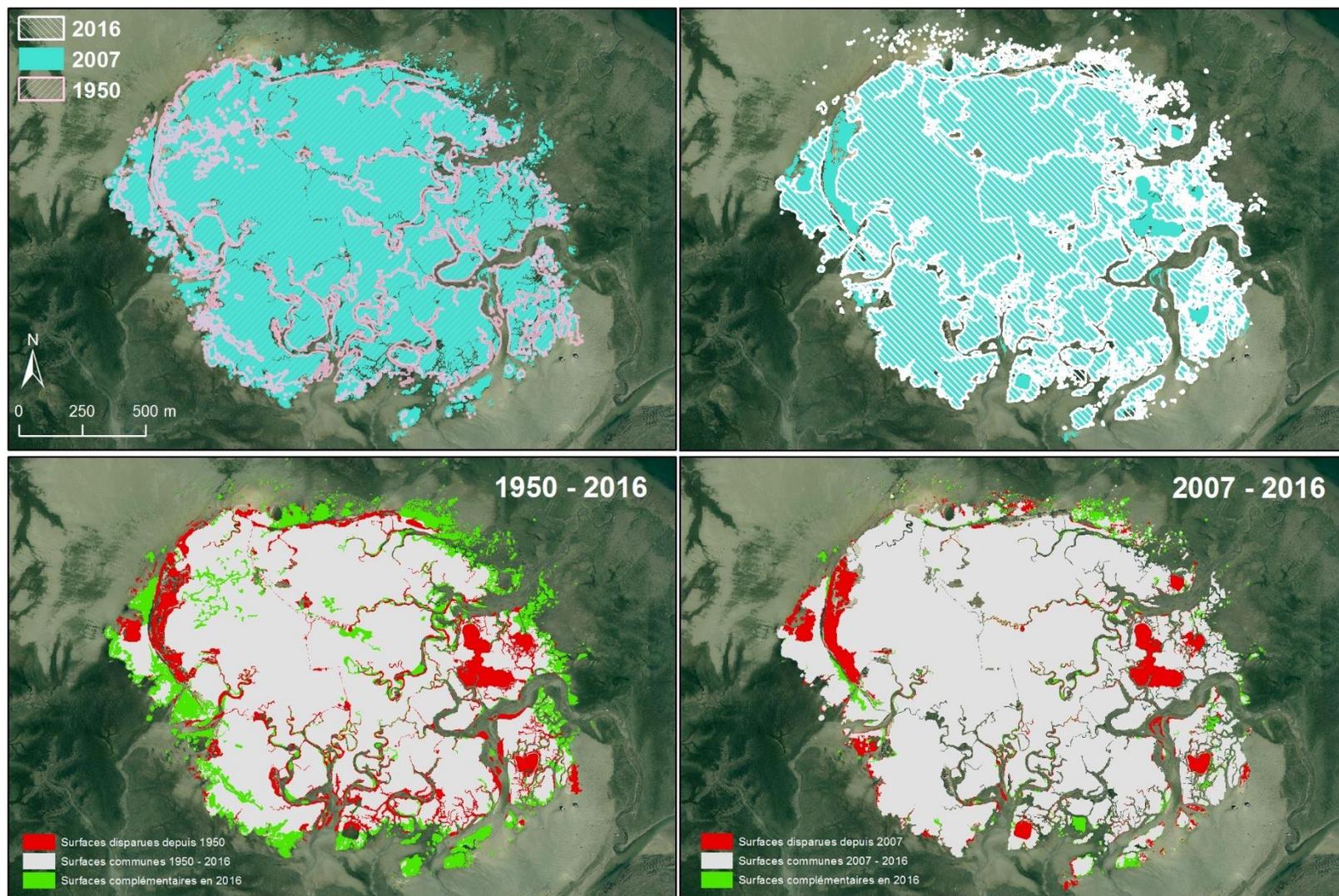


Figure 20. Evolution de la limite basse du schorre à La Teste entre 1950, 2007 et 2016. Superposition des limites (en haut), évolutions surfaciques (en bas)

2.3.2.13 Oiseaux



2.3.3 BILANS CHIFFRES

2.3.3.1 Evolution des surfaces occupées par le schorre

L'évolution des surfaces occupées par le schorre entre 1950 et 2016 puis entre 2007 et 2016 est détaillée sur les Tableau 1 et Tableau 2.

Nous avons classé les secteurs de schorre en quatre catégories suivant leur tendance évolutive. Ces quatre catégories forment également quatre entités géographiques distinctes.

2.3.3.1.1 Secteurs en régression

Deux secteurs de schorre sont en régression notable : les schorres de la Teste (cf. Figure 20) et de Gujan (cf. Figure 18, Figure 19). Dans le premier cas, le schorre a été endigué : nous ne le retrouvons plus dans les calculs des années 2007 et 2016. Entre 2007 et 2016, le schorre a tendance à se développer entre 2007 et 2016. Les surfaces considérées restent toutefois très faibles dans ce secteur. Dans le second cas, c'est la construction de ports, doublée d'un faible développement du schorre vers la slikke qui expliquent la diminution de la surface occupée par le schorre dans ce secteur.

2.3.3.1.2 Secteur en croissance lente à modérée

Un seul secteur montre une évolution non significative sur toute la période d'étude : l'île aux Oiseaux (cf. Figure 21). La limite basse du schorre ceinturant l'île a tendance à légèrement s'étendre vers la slikke. La tendance est homogène sur tout le pourtour de l'île. Le schorre à Audenge (Figure 16) montre une extension un peu plus nette mais toutefois relativement modérée.

2.3.3.1.3 Secteurs en forte croissance

2.3.3.1.3.1 Croissance ralentie ces dix dernières années

Le schorre des secteurs de Claouey (Figure 9), Bertic (Figure 10) et de la Réserve d'Arès Lège Cap-Ferret (Figure 11 et Figure 12) ont connu une forte extension entre 1950 et 2016, mais celle-ci montre une atténuation importante ces dix dernières années.

A Claouey, le schorre s'est densifié à partir de nombreux noyaux déjà visibles en 1950. L'évolution lente perçue ces dernières années est biaisée par le chantier d'arrachage réalisé en 2015, au nord du secteur de schorre cartographié. Ce secteur a bien été le lieu d'une évolution rapide, qui n'est plus perçue par photo-interprétation.

Dans le secteur de Bertic, le schorre a très rapidement progradé vers la haute slikke entre 2007 et 2016.

Dans le secteur de la réserve, la très forte progression du schorre adopte également la forme d'une colonisation de la haute slikke, particulièrement forte à Jane Boy, mais également au centre de la réserve et à proximité d'Arès.

2.3.3.1.3.2 Croissance rapide ces dix dernières années

Enfin, quatre secteurs montrent une croissance rapide y compris ces dix dernières années : Arès (Figure 13), Andernos (Figure 14), Lanton (Figure 15) et Le Teich/Biganos (Figure 17).

A Andernos et Lanton, à l'instar des observations faites à Claouey, le schorre se densifie à partir de noyaux disséminés le long du littoral en 1950. Dans le secteur Teich/Biganos, c'est entre Certes et Malprat que la progression du schorre est la plus marquée. Le développement se fait vers la haute slikke à un rythme rapide. C'est Arès qui cumule les plus fortes croissances tant depuis 1950 que 2007. A partir d'un schorre vraiment très peu développé, de vastes étendues se sont constituées tant au nord qu'au sud de la ville.

2.3.3.2 Evolution des îlots

Trois métriques ont été calculées pour les trois dates et l'ensemble des secteurs de l'étude : le nombre d'îlots, la taille moyenne des îlots, et la superficie couverte par ceux-ci.

Les résultats sont présentés sous forme de chiffres (Tableau 3) et de graphes d'évolution (Figure 22) pour faciliter une analyse menée individuellement pour chaque secteur. Nous remarquons tout d'abord une augmentation très importante du nombre d'îlots entre 1950 et 2016, excepté à la Teste. Pour interpréter ce résultat, nous l'avons rapporté au nombre total de polygone tracé secteur par secteur. Le pourcentage d'îlots reporté sur la Figure 22 représente plus fidèlement l'évolution du nombre d'îlots. En effet, cette métrique peut être très largement biaisée par les différentes résolutions de prises de vues utilisées pour les détourner. Malgré le soin mis à caractériser les îlots suivant une méthode de détourage homogène, de plus nombreux îlots seront vus et/ou cartographiés séparément des grands ensembles en 2016 qu'en 2007 ou bien sûr 1950. Cet effet de biais apparaît également sur la taille moyenne des îlots qui elle diminue dans bien des cas avec l'augmentation du nombre d'îlots.

La troisième métrique : la surface totale occupée par les îlots semble plus pertinente. Nous notons ici une augmentation globale de cette surface :

- Excepté à la Teste, où le schorre est noté en érosion, ainsi qu'à Bertic,
- En proportion peu importante à Andernos ou Claouey, dans ce dernier cas on note une diminution nette de cette surface entre 2007 et 2016, traduisant dans les deux cas une densification du couvert (îlots joints en plus grands ensembles),
- En proportion plus importante dans les autres cas mais avec deux tendances :
 - Faible accroissement voire perte d'îlots entre 2007 et 2016, c'est le cas de la réserve, à Gujan et à Audenge ainsi qu'à l'île aux Oiseaux,
 - Très fort accroissement y compris ces neuf dernières années à Arès, Lanton et dans le secteur Teich/Biganos.

2.4 SYNTHÈSE

Cette première mission nous permet de dresser un bilan des évolutions du schorre sur le Bassin d'Arcachon depuis 1950, que l'on peut décrire par 3 grandes trajectoires, observées tant au niveau de la limite inférieure du schorre que de la colonisation de la haute slikke par des îlots de végétation typiques du schorre.

- Expansion nulle à lente, remarquée au sud du Bassin entre La Teste et Gujan ainsi que sur l'île aux Oiseaux et à Audenge. La Teste doit être toutefois surveillé du fait d'une évolution très rapide ces dernières années, même si les surfaces mises en jeu sont très faibles,
- Expansion forte entre 1950 et 2016 mais ralentie cette dernière décennie, typique plutôt des secteurs ouest et nord entre Claouey et la réserve d'Arès Lège Cap Ferret,
- Expansion forte entre 1950 et 2016 et encore très rapide cette dernière décennie observée à Arès (y compris côté réserve), Lanton, Andernos et sur le secteur Teich Biganos.

Ces derniers secteurs seront scrutés avec une attention toute particulièrement pour la troisième mission de la présente étude, celle concernant la dynamique spatiale et temporelle des espèces du schorre.

Tableau 1. Evolution des surfaces occupées par le schorre entre 1950 et 2016

ZONE	Surface disparue depuis 1950	Surface complémentaire 2016	Surface commune	EVOLUTION m ²	EVOLUTION %
Claouey	33 232	104 646	68 074	71 414	70%
Bertic	10 086	17 572	19 394	7 485	25%
RNN Arès Lège Cap Ferret	87 545	516 381	780 674	428 836	49%
Ares ville	20 138	180 258	8 875	160 119	552%
Andernos	6 475	62 743	47 021	56 268	105%
Lanton	42 932	102 403	90 913	59 471	44%
Audenge	140 237	225 192	430 728	84 955	15%
Teich/Biganos	120 869	332 288	378 463	211 419	42%
Gujan	733 171	145 316	1 157 498	- 587 855	-31%
Teste	191 547	10 065	3 322	- 181 482	-93%
Oiseaux	203 523	257 597	1 217 265	54 074	4%

Tableau 2. Evolution des surfaces occupées par le schorre entre 2007 et 2016

ZONE	Surface disparue depuis 2007	Surface complémentaire 2016	Surface commune	EVOLUTION m ²	EVOLUTION %
Claouey	36 216	28 436	144 284	- 7 781	-4%
Bertic	7 026	5 411	31 555	- 1 615	-4%
RNN Arès Lège Cap Ferret	82 737	136 468	1 160 587	53 731	4%
Ares ville	11 666	93 285	95 847	81 619	76%
Andernos	6 081	30 482	79 282	24 400	29%
Lanton	15 599	49 926	143 390	34 327	22%
Audenge	89 796	99 067	556 856	9 271	1%
Teich/Biganos	36 725	270 371	440 380	233 646	49%
Gujan	150 406	79 175	1 223 638	- 71 230	-5%
Teste	2 645	5 476	7 912	2 831	27%
Oiseaux	130 158	61 369	1 413 523	- 68 789	-4%

Tableau 3. Evolution des îlots entre 1950 et 2016

ZONE	nbre d'îlot			taille moyenne (m ²)			superficie (m ²)		
	1950	2007	2016	1950	2007	2016	1950	2007	2016
Claouey	80 îlots / 119 polygones au total (67%)	151 îlots / 156 polygones au total (97%)	570 îlots / 593 polygones au total (96%)	246	264	37	19691	39907	21300
Bertic	59 îlots / 86 polygones au total (69%)	6 îlots / 7 polygones au total (86%)	19 îlots / 23 polygones au total (83%)	29	243	16	1696	1459	307
Ares Reserve	216 îlots / 296 polygones au total (73%)	1069 îlots / 1157 polygones au total (92%)	4101 îlots / 4197 polygones au total (98%)	125	41	12	26918	43817	47706
Ares ville	74 îlots / 87 polygones au total (85%)	294 îlots / 340 polygones au total (86%)	3006 îlots / 3072 polygones au total (98%)	68	26	11	5022	7731	34134
Andernos	79 îlots / 91 polygones au total (87%)	218 îlots / 232 polygones au total (94%)	739 îlots / 757 polygones au total (98%)	99	53	20	7844	11563	14610
Lanton	380 îlots / 439 polygones au total (87%)	268 îlots / 301 polygones au total (89%)	1278 îlots / 1296 polygones au total (99%)	49	103	42	18684	27482	53419
Certes Graveyron	394 îlots / 500 polygones au total (79%)	615 îlots / 746 polygones au total (82%)	1452 îlots / 1503 polygones au total (97%)	66	148	58	25866	91060	84156
Delta Leyre	160 îlots / 249 polygones au total (64%)	446 îlots / 500 polygones au total (89%)	694 îlots / 736 polygones au total (94%)	153	87	128	24483	38582	89140
Gujan	387 îlots / 605 polygones au total (64%)	487 îlots / 575 polygones au total (85%)	1187 îlots / 1264 polygones au total (94%)	107	133	57	41523	64789	68089
Teste	229 îlots / 244 polygones au total (94%)	51 îlots / 58 polygones au total (88%)	224 îlots / 250 polygones au total (90%)	155	88	20	35463	4500	4465
Oiseaux	535 îlots / 643 polygones au total (83%)	595 îlots / 922 polygones au total (65%)	1388 îlots / 1603 polygones au total (87%)	66	123	51	35289	72951	70141

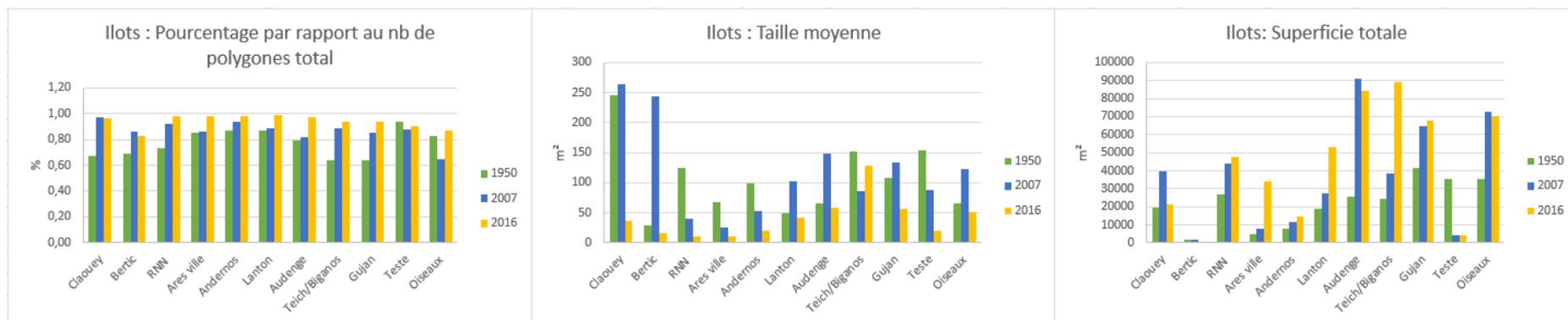


Figure 22. Tendence d'évolution des métriques de suivi des îlots par secteur

3 Mission 2 : Cartographie de la distribution spatiale des différentes espèces de spartines sur le Bassin d’Arcachon

3.1 OBJECTIFS

L'objectif de ce second volet d'étude est de réaliser une cartographie de la distribution des spartines à l'échelle du Bassin d'Arcachon, en ciblant en priorité les 4 espèces suivantes : *Spartina maritima*, *Spartina anglica* et *Spartina versicolor* et *Spartina alterniflora*.

3.2 STRATEGIE DE CARTOGRAPHIE

Initialement, notre stratégie était basée sur l'acquisition et l'exploitation en parallèle de deux jeux de données d'observation : une image hyperspectrale et une série d'images satellitaires.

Le survol aérien hyperspectral, financé par le projet BIOCOAST (I-SEA), a été réalisé par l'équipe IMS (Université de Bordeaux) le 26 juillet 2016. De nombreux traitements ont été appliqués aux images acquises. La qualité du résultat produit n'est pas conforme à l'exploitation qui doit en être faite : le calage géographique n'est pas d'une qualité suffisante, la qualité radiométrique est également assez médiocre. De nombreux tests de classification ont été réalisés et les résultats obtenus sont jugés insuffisants comparés à ceux obtenus à partir des images satellitaires. La mauvaise qualité de ces classifications des images hyperspectrales est majoritairement induite par la mauvaise superposition des polygones des données de référence à ces images.

Dans ce contexte, nous avons concentré nos efforts sur la cartographie à partir d'une série temporelle d'images satellitaires. En effet, s'il est bien souvent difficile de discriminer les classes d'intérêt à partir d'une seule image satellite, l'aspect temporel, corrélé à la phénologie des différentes espèces considérées, apporte une information riche et fortement discriminante. La cartographie (ou classification d'images) produite est associée à un indice de confiance. Ce dernier permet d'affiner l'analyse des résultats obtenus. Pour chaque pixel prédit, la probabilité estimée qu'il appartienne à la classe prédite (contre toute les autres classes) est conservée, ceci indiquant un niveau de confiance du classifieur pour ce pixel.

Notre stratégie est décrite sur la Figure 23. La méthode mise en œuvre est expliquée dans le paragraphe n°3.4 - Méthode de calcul, p. 40. Elle s'appuie sur des données de terrain dont la collecte était prévue dans le cadre de la présente étude. Les observations de terrain, ainsi que les images exploitées, sont décrites dans le paragraphe n°3.3 - Données d'entrée, p. 37.

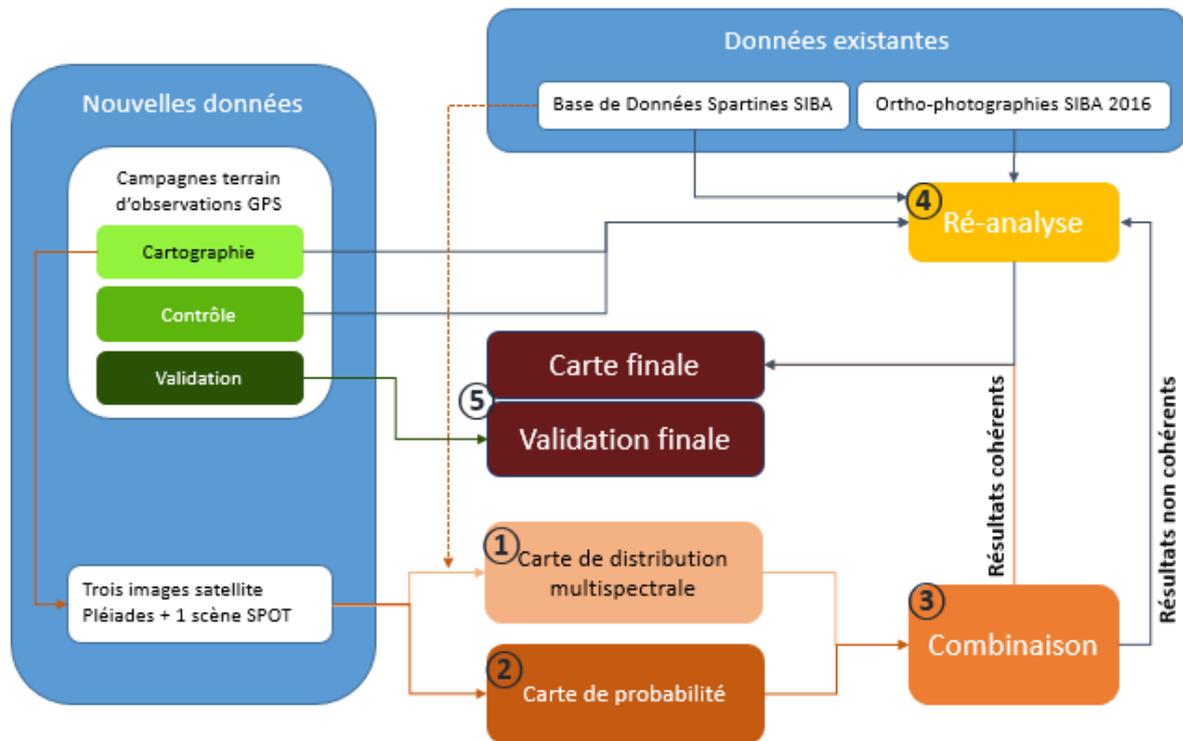


Figure 23. Stratégie de cartographie de la distribution spatiale des différentes espèces de spartines

Les premières étapes de notre stratégie de cartographie consistent en la production d'une classification de la série temporelle d'images satellitaires multispectrales (ou carte de distribution) ainsi que de sa carte de probabilité associée. Cette carte de probabilité est considérée comme un indice de confiance (ou carte de fiabilité) du classifieur (autrement dit, c'est une information sur la difficulté à trouver la classe d'appartenance de chacun des pixels considérés). Ces cartes sont ensuite analysées conjointement, ceci permettant une bonne interprétation des résultats cartographiques, et notamment :

- D'identifier les secteurs où la classification est produite avec une forte confiance (très confiant : probabilité > 0,5),
- D'identifier les secteurs où la classification est produite avec une bonne confiance (confiant : $0,35 < \text{probabilité} < 0,5$),
- D'identifier les secteurs où la classification est produite avec une confiance modérée (peu confiant : $0,25 < \text{probabilité} < 0,35$)
- D'identifier les secteurs où la classification est produite avec une confiance très faible (très peu confiant : probabilité < 0,25)

Dans ces deux derniers cas, on peut soit :

- Confirmer/infirmier la classe établie grâce aux observations de terrain ou ortho-photographies réalisées en 2016,
- Affirmer un doute sur les résultats de classification.

Ces seuils sur les niveaux de confiance ont été établis de manière empirique, c'est à dire en observant les niveaux de confiance et les classes prédites au niveau des points de relevés terrain. Il faut bien comprendre ici qu'une probabilité de 0,35 correspond à un niveau de confiance très élevé car elle est la probabilité que le pixel appartienne à la classe prédite contre la probabilité qu'il appartienne à toutes les autres classes considérées (24 autres classes ici). Cela ne correspond donc pas à la probabilité d'un problème binaire mais à la probabilité d'un problème à N classes. Des évolutions en termes méthodologiques permettront, dans de futures études, de définir le calcul d'un indice de confiance à partir de ces probabilités multimodales pour en rendre la lecture plus aisée.

Cette carte est croisée avec le contour du schorre pour ne garder que les pixels classés à l'intérieur des contours digitalisés. Dans certains cas, les tâches de spartines trop petites pour avoir été classées ont été analysées par photo-interprétation. Leur attribuer un nom d'espèce avec certitude s'est révélé très compliqué et possible seulement dans trop rares cas. Toutefois, dans la table attributaire de la couche livrée, nous ferons des suggestions quant à l'espèce la plus probable pour ces polygones non classés. Ces suggestions sont reportées dans la colonne « Interprétation » de la table attributaire.

Le raster, une fois généré, a été importé sous SIG et converti en polygone. Enfin, la table attributaire de la couche finale livrée a été vérifiée, afin qu'il n'y ait pas de champs ou d'attributs vides ni de doublons, qu'il n'y ait pas de caractères spéciaux renseignés dans le but de s'assurer d'un bon affichage des informations sur d'autres logiciels SIG et de vérifier que la typologie des champs soit uniformisée.

3.3 DONNEES D'ENTREE

3.3.1 IMAGES SATELLITAIRES

La série temporelle d'images satellitaires utilisée est composée d'une image SPOT 7 (acquise le 21 mars 2016) et de trois images Pléiades (acquises le 3 août 2016, le 15 octobre 2016 et le 17 décembre 2016). Cette série temporelle échantillonne l'ensemble des saisons et permet donc de couvrir un cycle phénologique complet pour l'ensemble des espèces végétales considérées sur la zone d'étude.

Les images Pléiades multispectrales (Bleu, Vert, Rouge, Proche-Infrarouge) ont une résolution spatiale de 2 m, elles ont été fusionnées (méthode du Pansharpening) à l'image panchromatique (résolution spatiale de 0,5 m) pour être ramenées à la résolution spatiale de 0,5 m et ainsi obtenir la précision spatiale cartographique la plus fine possible.

L'image SPOT 7 multispectrale (Bleu, Vert, Rouge, Proche-Infrarouge) a été ré-échantillonnée à la résolution spatiale de 0,5 m et recalée de manière à pouvoir être superposée à la série d'image Pléiades.

L'ensemble de ces étapes de prétraitements a été réalisé à l'aide de l'Orfeo Toolbox, bibliothèque de traitement d'images OpenSource développée par le CNES (Inglada et Christophe, 2009).

3.3.2 RELEVES FLORISTIQUES

Le Tableau 4 synthétise l'ensemble des données relatives aux prospections de terrain.

La première sortie terrain a été réalisée le 23/06/2016. Le but était d'uniformiser le protocole de terrain avec les futurs opérateurs et de compléter les connaissances de chacun en termes de végétation du schorre.

Dans ce but, la première partie de la sortie s'est déroulée au niveau de la Réserve des Prés salés d'Arès, nous étions accompagnés de Sylvain Brun et Richard Deneuvic, tous deux conservateurs à la Réserve et Marie-Lise Benot, écologue au laboratoire BioGeCo (INRA/Université de Bordeaux).

Tableau 4. Synthèse des prospections réalisées dans le cadre du projet

SITES	DATE	EQUIPES	Nb relevés
Andernos	23-juin	i-Sea/Seaneo/BIOGECO i-Sea/Seaneo/BIOGECO/RNN	24
RNN Arès Lège Cap-Ferret	23-juin	Arès	35
Ile aux Oiseaux	20-juil	i-Sea	134
Lanton	21-juil	Seaneo	187
La Hume	22-juil	Seaneo	120
Audenge	22-juil	i-Sea/PNR Landes de Gascogne	35
Escalopier	22-juil	i-Sea/PNR Landes de Gascogne	33
Gujan	01-août	i-Sea	65
Arès	02-août	i-Sea	98
Claouey	03-août	i-Sea	91
			822

Les relevés terrain sur l'île aux Oiseaux se sont déroulés le 20 juillet 2016 avec l'aide de Thierry Duprat. Les relevés de terrain des sites de la Hume et de Lanton se sont déroulés respectivement le 21 et 22 juillet 2016. Raphael Jun du Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne a participé aux levés terrain du 22 juillet 2016 sur les sites d'Audenge et Escalopier.

Enfin, les sites de Gujan, Arès et Claouey ont été levés les 1, 2 et 3 juillet 2016. Dans l'ensemble, les relevés de terrain se sont correctement déroulés et la totalité des zones présélectionnées a pu être prospectée. 822 relevés GPS et 46 contours ont été réalisés sur l'ensemble de la zone d'étude (Figure 24).

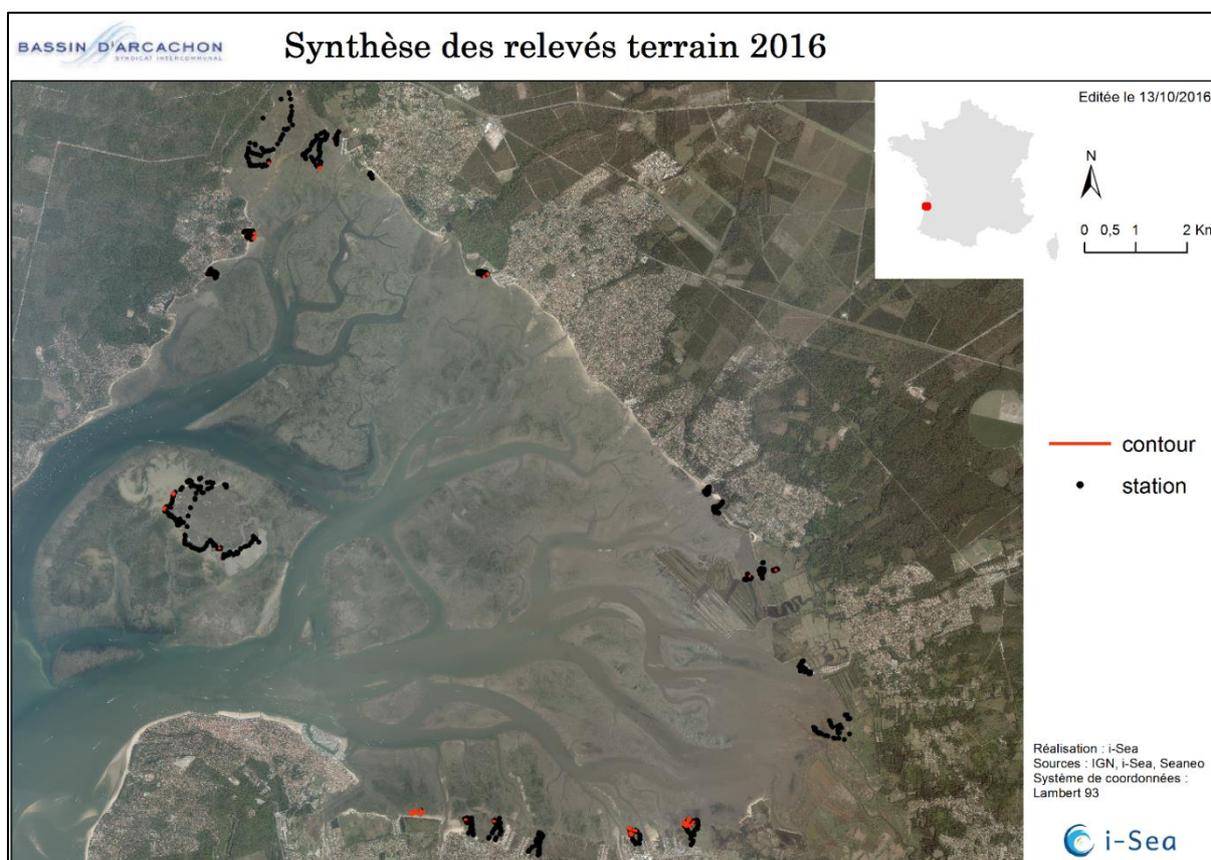


Figure 24. Localisation des prospections

Sur les 822 relevés floristiques réalisés, 52% montrent la présence de spartines (Figure 25). L'espèce *Spartina maritima* est observée dans un peu plus d'1/4 des cas (217 relevés) seule ou mélangée à d'autres espèces, *Spartina anglica* dans et un peu moins de 17% des cas (117 relevés), là encore seule ou associée à d'autres espèces. Ces deux espèces sont retrouvées associées dans 31 relevés. Enfin *Spartina alterniflora* a été repérée 22 fois seules et 6 fois associée à d'autres espèces, quand *Spartina versicolor* a été observée une seule fois seule et 12 fois en mélange.

Outre les spartines, l'ensemble des espèces dominantes, associées ou non à des spartines, a été inventorié le long des transects prospectés. Dans ce but, lors de nos progressions, chaque changement d'espèce ou association d'espèces rencontré a fait l'objet d'une station et d'un inventaire floristique.

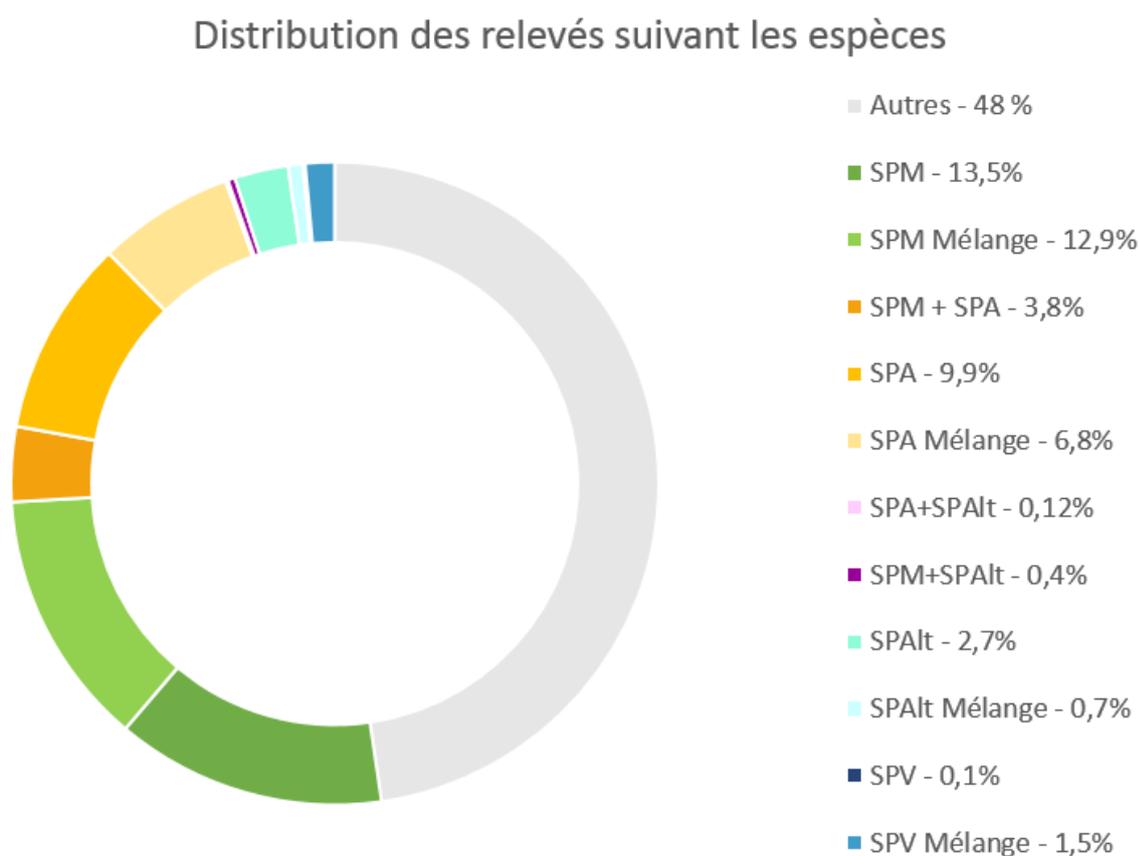


Figure 25. Distribution des relevés suivant les espèces rencontrées lors des campagnes d'observation, SPM= *Spartina maritima*, SPA = *Spartina anglica*, SPAIt = *Spartina alterniflora*, SPV = *Spartina versicolor*

3.3.3 TRAITEMENT DE LA BASE DE DONNEES TERRAIN

Pour chaque relevé réalisé sur le terrain, un attribut surface a été renseigné. Cet attribut correspond à la surface de la portée spatiale estimée sur le terrain. Afin de pouvoir considérer un ensemble de pixels autour de chaque relevé terrain, une zone tampon (buffer) correspondant à l'attribut surface du point considéré est réalisée. Les points de relevés terrain sont alors transformés en polygones. Chacun de ces polygones a été vérifié et corrigé manuellement lorsque cela fut nécessaire (par exemple si la zone tampon comprend un chemin, ou englobe une surface visiblement différente en termes radiométriques). Enfin, certains polygones ont été ajoutés sur la base de photo-interprétation, ceci uniquement pour des classes faciles à repérer par l'opérateur humain comme l'eau ou les sédiments.

Enfin, d'un point de vue typologique, la base de données terrain contenait au départ un très grand nombre de classes (~200 classes). Un regroupement, ou simplification des classes a été réalisé pour simplifier la classification et augmenter le nombre d'échantillons par classe. Un certain nombre de relevés jugés inutiles ou trop anecdotiques pour cette étude n'ont pas été considérés.

Un ensemble d'approximativement 600 polygones a été utilisé pour constituer la base de données de référence en vue de l'étape de classification d'image.

Une typologie à 25 classes a finalement été considérée, cette typologie est bien entendu focalisée sur les classes de spartines. Quatre classes de spartines pures (*anglica*, *maritima*, *alterniflora* et *versicolor*) et 6 classes contenant différents mélanges d'espèces présentes conjointement avec les différentes espèces de spartines.

3.3.4 RESTITUTION DE LA BASE DE DONNEES DE RELEVES

Une couche de points est associée à ce rapport qui inclut l'ensemble des observations GPS collectées où une identification formelle des espèces a été établie.

3.4 METHODE DE CALCUL

Afin de déterminer une stratégie de classification d'images adaptée au problème de la reconnaissance et de la différenciation des quatre espèces de spartines présentes sur le site du bassin d'Arcachon parmi les autres espèces végétales, différentes approches ont été testées. La stratégie sélectionnée est présentée ci-dessous.

Il faut ici noter que les résultats présentés ne concernent que ceux obtenus avec les trois dates Pléiades. Le fait que l'image Spot soit sur-échantillonnée pour pouvoir être superposable aux images Pléiades perturbe en effet les évaluations des tests de classification. L'image Spot a été ajoutée au processus pour fournir la cartographie finale, l'apport de cette dernière a été confirmé suite à l'interprétation experte, c'est pourquoi elle a été utilisée pour obtenir le résultat cartographique et thématique le plus fin possible aux vues des données disponibles.

La chaîne de traitement utilisée pour réaliser la cartographie des habitats du bassin d'Arcachon à partir d'une série temporelle d'images satellitaires à très haute résolution spatiale est classique. Elle intègre les étapes suivantes :

- Extraction d'information (ici calcul d'indices radiométriques ou pseudo-canaux), Concaténation des bandes et indices radiométriques pour l'ensemble des dates,
- Sélection aléatoire des échantillons (au niveau pixel) pour constituer une base de données d'apprentissage (ou entraînement) et une base de données de test (qui sera utilisée pour évaluer la capacité de prédiction du modèle),
- Apprentissage du modèle,
- Evaluation du modèle,
- Prédiction de l'ensemble de l'image multitemporelle,
- Régularisation.

3.4.1 EXTRACTION D'INFORMATION

Pour chaque image multispectrale utilisée, 6 indices radiométriques ont été calculés :

- 3 indices de végétation (NDVI : Normalize Difference Vegetation Index ; RVI : Ratio Vegetation Index ; SAVI : Soil Adjust Vegetation Index),
- 2 indices de sol (RI : Redness Index ; BI : Brilliance Index),
- 1 indice d'eau (NDWI : Normalize Difference Water Index).

L'image multisource-multispectrale-multitemporelle est ensuite réalisée en concaténant l'ensemble des bandes spectrales et des indices calculés pour l'ensemble des dates

considérées. Cela correspond à 4 bandes spectrales + 6 indices radiométriques pour chacune des 4 dates, soit 40 canaux et pseudo-canaux au total.

3.4.2 EXPERIENCE DE CLASSIFICATION

3.4.2.1 Echantillonnage

Compte tenu de la structure de nos données de référence, nous avons choisi de travailler au niveau pixel (et non polygone) pour la détermination de pixels d'apprentissage et de test. En effet, de nombreuses classes possèdent un nombre très réduit de polygones, séparer alors les polygones en apprentissage et test ne permet pas d'appréhender une variabilité suffisante pour bien apprendre à reconnaître la classe considérée. Cette sélection des pixels d'apprentissage et de test au sein des mêmes polygones sera à prendre en compte pour l'interprétation des résultats. La méthode appliquée pour la constitution de la base de données d'apprentissage et la base de données de test est décrite ci-dessous :

- tirage aléatoire au sein des polygones : 50% des pixels pour l'ensemble d'apprentissage et 50% utilisés pour l'ensemble de validation,
- pour l'apprentissage: équilibrage du nombre d'échantillons par classe à l'aide du nombre d'échantillons de la plus petite classe, soit 316 pixels pour chacune des classes (5 372 pixels au total),
- Evaluation (test) sur la totalité des 26 692 pixels de l'ensemble de test.

3.4.2.2 Choix du classifieur

Nous avons testé les méthodes de classification les plus couramment utilisées en télédétection : Support Vector Machines (SVM), Multi Layer Perceptron (MLP, réseaux de neurones) et Random Forest (ou forêts aléatoires, Pal, 2005, Béguet *et al.*, 2014). Après différents tests, nous avons choisi de travailler avec les Random Forest qui apportent un bon compromis entre rapidité, simplicité de paramétrisation et performance.

Les Random Forests ou forêts aléatoires ont été introduites par Breiman (2001). C'est un algorithme d'apprentissage statistique très performant, à la fois pour des problèmes de classification et de régression. L'algorithme appartient à la famille des méthodes d'ensemble de classifieurs. Le principe général de ces méthodes est de construire une collection de classifieurs (prédicteurs) faibles, pour ensuite agréger l'ensemble de leurs prédictions afin d'obtenir un classifieur robuste. Le classifieur faible considéré est un arbre de décision de type Classification and Regression Tree (CART) (Breiman *et al.*, 1984) dont le principe général est de partitionner récursivement l'espace d'entrée de façon dyadique, puis de déterminer une sous-partition optimale pour la prédiction.

Les Random Forest ont aussi l'avantage de produire, durant leur phase d'apprentissage, une information sur l'importance de chacune des variables images dans la discrimination des classes considérées. Cette information nous a permis de déterminer l'ensemble des indices radiométriques présentés dans la partie précédente. Elle sera aussi utile dans de futurs travaux (répétition de l'expérience sur une autre saison) pour déterminer l'importance de la saisonnalité des dates d'acquisitions pour discriminer et donc cartographier au mieux les différentes espèces de spartines.

Nous avons fixé le paramètre du nombre d'arbres à 100 arbres par nœud. Les principaux résultats obtenus sont présentés dans la partie 3. Une fois la classification obtenue, une dernière étape de régularisation spatiale est appliquée.

3.4.2.3 Régularisation :

Enfin, une régularisation spatiale par filtre majoritaire est appliquée au résultat de classification. Cette régularisation consiste à affecter à chaque pixel l'étiquette (ou classe) majoritaire (en terme de nombre d'occurrences) dans son voisinage. Le rayon de ce voisinage a été fixé à 2 pixels, ce qui revient à éliminer les plus petites surfaces dont le rayon est inférieur ou égal à 1

m. Cette étape de post-traitement permet d'éliminer une partie du « bruit de classification » en vue de la vectorisation des classes d'intérêts (les spartines).

3.5 ANALYSE CRITIQUE DES RESULTATS

3.5.1 EXPÉRIENCE GLOBALE, 25 CLASSES D'INTÉRÊT

La précision globale obtenue pour cette classification à 25 classes est de 92 % de pixels bien classés. Le score obtenu lorsque l'on n'utilise que les bandes spectrales d'origines (sans les indices radiométriques) est de 72 % ce qui souligne l'importance et le bon choix des pseudo-canaux calculés pour une étude multitemporelle telle que celle-ci. Les précisions obtenues par les classifications mono-dates sont plus faibles mais néanmoins encourageantes, elles sont de 82 % pour l'image d'août, 78 % pour octobre et 74 % pour l'image de décembre. L'utilisation du multitemporel apporte une augmentation de précision significative, ceci était attendu selon des considérations sur les phénologies variées des classes considérées.

Ce score de précision globale de 92 % est certes prometteur mais il faut néanmoins relativiser sa portée : l'évaluation n'est faite que sur un nombre réduit de polygones par classes, il n'est donc pas prudent de le considérer comme valable pour l'ensemble des pixels de l'image du bassin d'Arcachon. **Il est à noter que les spartines, de façon générale, sont différenciées avec une bonne précision, elles se confondent parfois avec le scirpe et la salicorne plus rarement avec les autres espèces.** Cette première expérience globale, visant à discriminer les classes de spartines des autres espèces végétales présentes sur le bassin d'Arcachon nous indique le fort potentiel opérationnel de la méthodologie de classification d'images proposé. La matrice de confusion détaillant les résultats de cette première expérience est reportée en annexe (Annexe n°1. Résultats de l'expérience globale de classification, p. 106).

3.5.2 EXPERIENCE CIBLEE SPARTINES

Afin d'affiner notre interprétation des résultats, une étude ciblée sur les espèces de spartines a été menée. Elle consiste à considérer une classification uniquement des classes de spartines pures dans un premier temps (avec une nouvelle phase d'entraînement du modèle dédiée) puis une classification des spartines pures et mélangées dans un second temps. Les résultats sont présentés Tableau 5 et Tableau 6.

Tableau 5. Matrice de confusion obtenue sur pour la prédiction par Random Forest à partir de l'image multispectrale – multitemporelle Pléiades (3 dates) pour les 4 classes de spartines pures.

		overall accuracy		0,88	
		kappa index		0,79	
		1	2	3	7
Spmaritime	1	15286	1775	262	75
Spanglaise	2	1041	7003	134	3
Spalterniflora	3	99	147	3308	0
Spversicolor	7	0	0	0	311

Les spartines alterniflora et versicolor semblent être bien différenciées des deux autres, il faut cependant relativiser ce résultat de par le faible à très faible nombre d'échantillons pour ces classes. L'observation des résultats obtenus pour la discrimination des spartines anglaises et maritimes est cependant plus informative (de par le grand nombre d'échantillons testés). **L'erreur de commission est de l'ordre de 10 % pour les spartines maritimes (c'est à dire que 10 % de pixels de la classe spartines maritimes ont été classés dans la classe spartines anglaises), un peu moins de 13 % des spartines anglaises ont été classées dans les spartines maritimes.** Ces précisions obtenues sont très encourageantes pour la mise en place d'une cartographie opérationnelle des espèces de spartines sur le site du bassin d'Arcachon.

Ces résultats sont confirmés avec l'expérience suivante, cette dernière présente les résultats obtenus pour l'ensemble des classes de spartines, pures ou en mélange. La précision globale obtenue est de l'ordre de 77 % des pixels bien classés. Des confusions logiques, ou inévitables sont comptabilisées dans ce score global, comme par exemple 10 % des spartines maritimes pures sont classées dans la classe spartine maritime majoritaire. Les confusions entre spartines anglaises et spartines maritimes observées dans l'expérience précédentes se retrouvent dans les mêmes proportions. Il semble intéressant de conserver ce niveau d'information (c'est à dire considérer des classes de mélanges entre espèces) pour la production de la cartographie, ceci afin de pouvoir analyser plus finement les résultats sur l'ensemble de la zone d'étude. L'analyse experte des résultats cartographiques, en s'appuyant sur la carte de probabilité associée à la classification, sera décrite dans la partie suivante.

Tableau 6. Matrice de confusion obtenue sur pour la prédiction par Random Forest à partir de l'image multispectrale – multitemporelle Pléiades (3 dates) pour les 10 classes de spartines pures et mélangées.

	Overall Accuracy : 0.77		Kappa index : 0.72								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SPmaritime	1	12478	1012	82	881	184	672	3	204	611	1271
SPanglaise	2	549	6294	31	278	52	66	0	289	135	487
SPalteriflora	3	38	91	3306	74	0	7	0	11	2	25
SPangMaj&Spmar	4	7	13	0	556	0	1	0	0	0	13
SPmarMino	5	1	1	0	1	671	6	0	2	10	2
SPangMino	6	70	91	2	72	7	2310	0	9	0	68
SPversicolor	7	0	0	0	0	0	0	311	0	0	0
SPmarNonMaj	8	4	62	24	10	1	14	0	1664	55	17
SPmarSansMajo	9	4	47	0	7	27	6	7	51	2114	33
SPmarMajo	10	765	261	85	415	141	242	5	67	553	5590

3.5.3 ANALYSE DE LA CARTE DE PROBABILITE

A l'échelle de la lagune, pour les quatre classes pures *Spartina maritima*, *Spartina anglica*, *Spartina alterniflora* et *Spartina versicolor*, le pourcentage de pixels classés avec une confiance bonne à très élevée avoisine les 60% dans les deux premiers cas, 55% et 70% pour les deux derniers, respectivement. Ce pourcentage avoisine également 60% pour la classe de mélange maritimes et anglaises et pour la classe où *Spartina anglica* est mélangée à d'autres espèces. Les quatre classes où les spartines maritimes sont mélangées à d'autres espèces ont des scores moindres, en particulier les deux classes où *maritima* n'est présente qu'en faible proportion comparée aux autres espèces représentées dans l'assemblage (classes 5 et 8).

3.6 PRESENTATION DES RESULTATS CARTOGRAPHIQUES

3.6.1 CONSIDERATIONS GENERALES

La carte des spartines reproduit 5 classes de spartines sous forme de polygones identifiant :

- La présence de *Spartina maritima*,
- La présence de *Spartina anglica*,
- La présence de ces deux espèces (*Spartina maritima* et *Spartina anglica*) mélangées,
- La présence de *Spartina versicolor*,
- La présence de *Spartina alterniflora*.

Chaque polygone représente soit l'espèce pure soit mélangée à d'autres espèces, la couche vectorielle différencie ces classes.

La qualité de la prédiction est analysée secteur par secteur.

Le cas échéant, la table attributaire du shape produit introduit une notion d'interprétation, i.e. que pour des polygones jugés douteux, nous renseignons dans ce sens la table attributaire et, le cas échéant, nous suggérons, à dire d'expert, une classe probable d'appartenance.

3.6.2 DISTRIBUTION SPATIALE DES SPARTINES DU BASSIN D'ARCACHON SECTEUR PAR SECTEUR

3.6.2.1 Claouey

3.6.2.1.1 Carte de distribution

Le schorre de Claouey est constitué d'une vaste prairie de spartines maritimes (Figure 26). Sur la carte de 2016, quelques patches de spartines anglaises apparaissent sporadiquement. Les îlots sont pour l'essentiel constitués de spartines maritimes, plus rarement de spartines anglaises. Quelques patches de l'espèce *alterniflora* sont également prédits.

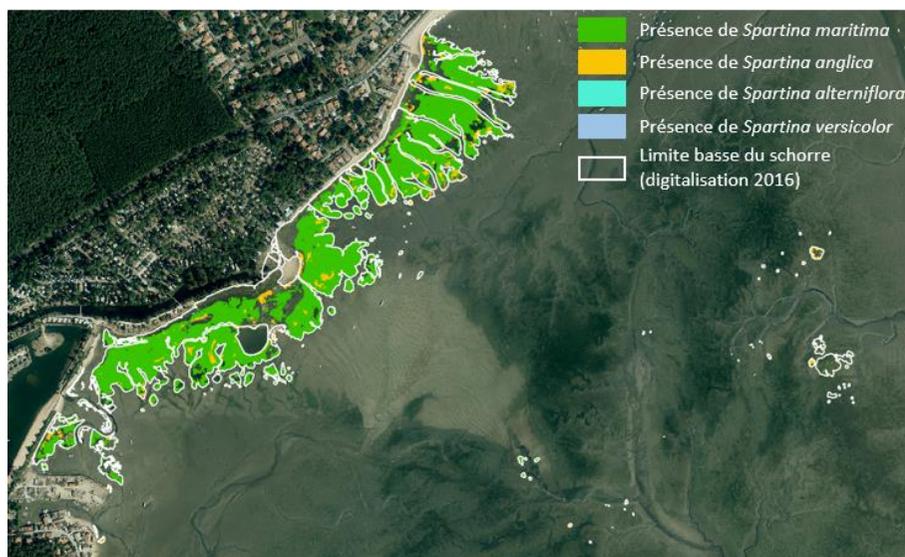


Figure 26. Carte de la distribution des spartines à Claouey (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

3.6.2.1.2 Analyse critique

Les observations de la mission du 3 août 2016 sont superposées à la carte (Figure 27). Cette comparaison montre une bonne

concordance globale entre la carte et les levés de terrain. Toutefois dans 3 cas sur 5, des couverts de salicorne sont cartographiés comme des spartines, alternativement anglaises et maritimes. Ainsi 13 des 16 observations qui ne concernent pas des couverts de spartines sont correctement classées. Nous remarquons qu'un patch où *Spartina alterniflora* avait été repéré sur le terrain n'est pas cartographié, l'espèce était mélangée à d'autres et de recouvrement faible par rapport aux autres espèces présentes. Treize observations de spartines maritimes sur 13 se superposent à la classe spartines maritimes. Enfin, un secteur de spartines anglaises repérées sur le terrain et mélangées à d'autres espèces n'est pas cartographié, les 4 autres (pures ou minoritaires) sont bien classés.

Ces résultats visuels ne font que renforcer les résultats de l'analyse de validation chiffrée proposée précédemment :

- Une bonne représentation générale des spartines,
- Dans quelques cas, une sous-détection des secteurs où les plantes sont mélangées à d'autres espèces et présentes en proportion faible à modérée,
- Une sur-détection des spartines dans certains cas, liée à une confusion avec d'autres couverts, mais qui n'est pas systématique et ne peut être interprétée ou ré-analysée *a posteriori*. En effet, dans le cas des spartines maritimes, des confusions apparaissent dans la classe n°10 uniquement (cf. Tableau 6), mais celle-ci est également validée par 5 observations parfaitement distinctes.

3.6.2.1.3 Interprétation et production finale

Sur ce secteur, ni la photo-interprétation, ni l'interprétation à dire d'expert n'apportent d'information complémentaire pertinente, aucune interprétation des résultats de la classification n'est proposée. Un niveau de confiance élevé renseigne l'ensemble des polygones.

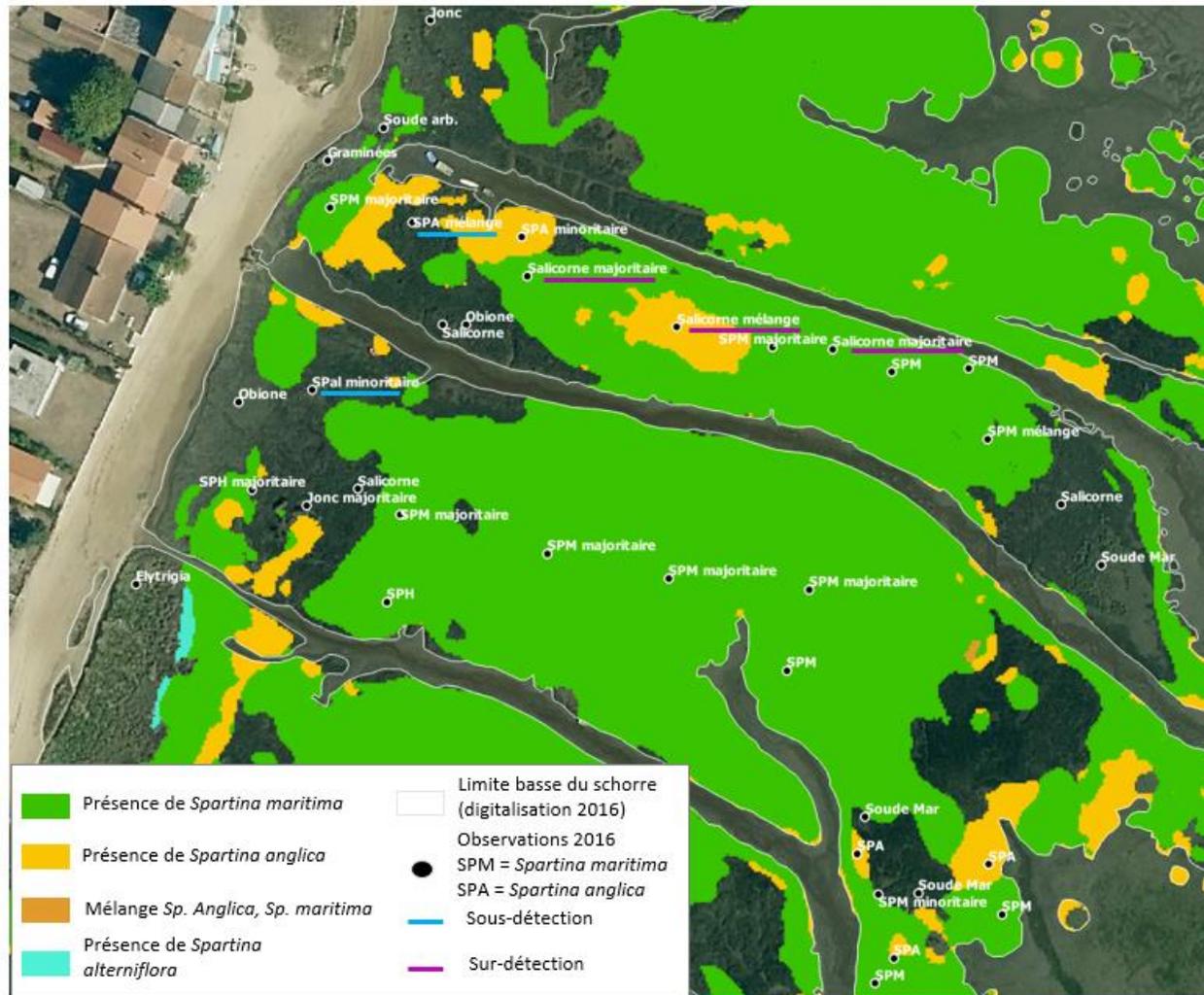


Figure 27. Contrôle de la carte de Clauvey à partir des observations in situ (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

3.6.2.2 Bertic

3.6.2.2.1 Carte de distribution et analyse critique

Le résultat de la classification d'images superposé aux observations de terrain est présenté sur la Figure 28. Le résultat de la comparaison semble correct. Sur 21 observations, 18 correspondent aux classes prédites. Deux secteurs où *Spartina alterniflora* a été vue mélangée à d'autres espèces ne sont pas cartographiés. De plus, à l'instar du défaut repéré sur le secteur de Claouey, l'une des 5 prairies dominées par les salicornes est mal interprétée (elle entre dans la classe spartines maritimes). Malgré cette analyse très encourageante, la cartographie montre de vastes prairies de spartines maritimes qui auraient dû être rapportées par les observateurs de terrain, tant sur le transect du nord que celui du sud. A Bertic, l'emprise estimée des spartines maritimes est donc vraisemblablement très surestimée.

3.6.2.2.2 Interprétation et production finale

Les spartines maritimes sont à l'évidence trop représentées, les polygones marquant leur présence est annotée dans la table attributaire de la couche vectorielle livrée avec un faible niveau de confiance pour toutes les classes de mélange. Les classes *Spartina maritima* et *anglica* pures sont, elles, validées par des observations, les polygones correspondants sont fournis avec un niveau de confiance élevé.

Enfin, de très petits polygones de spartines distribués sur les secteurs les plus hauts du schorre, sont également interprétés comme peu probables.

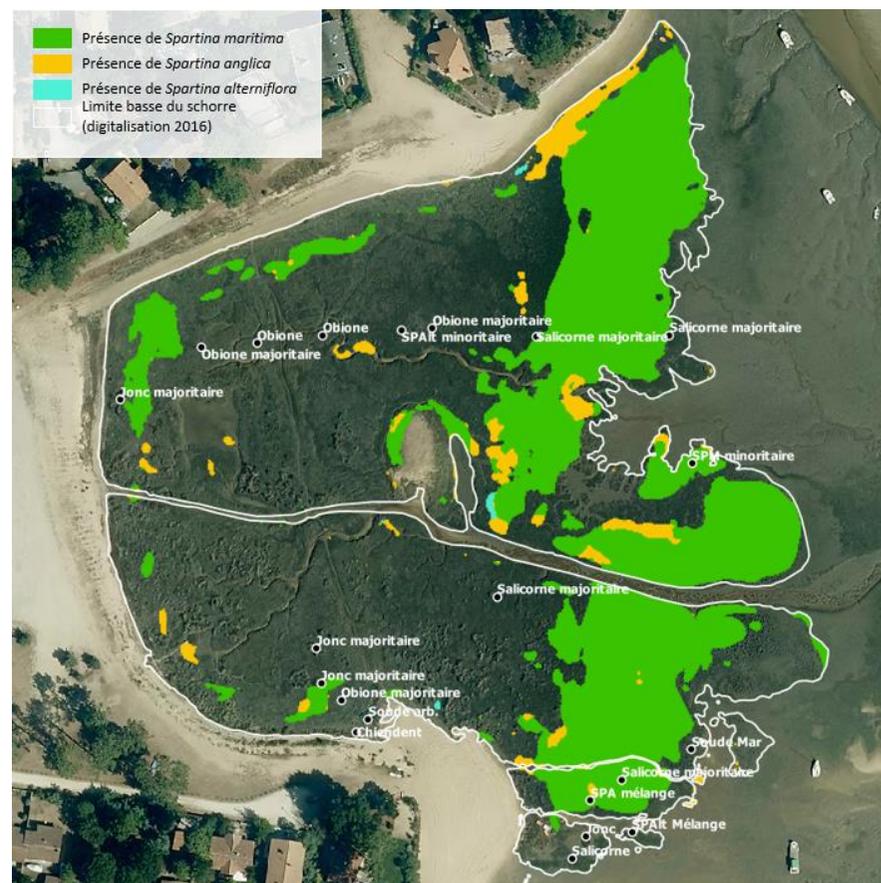


Figure 28. Carte de distributions des spartines à Bertic, comparée aux observations in situ (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

3.6.2.3 Jane de Boy

3.6.2.3.1 Carte de distribution

Le secteur nord de la commune de Jane de Boy (Figure 29) montre un schorre bien développé où trois espèces de spartines sont observées : *Spartina alterniflora*, peu représentée et uniquement vers les secteurs de schorre les plus éloignés de l'estran, *Spartina maritima* et *Spartina anglica*. Cette dernière est surtout présente dans les secteurs médians et bas du schorre mais également sous forme d'îlots (Figure 30) nombreux sur la slikke.



Figure 29. Carte de la distribution des spartines à Jane de Boy (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

3.6.2.3.2 Analyse critique, interprétation et production finale

Nous ne disposons pas d'observations *in situ* récentes dans ce secteur pour évaluer la carte produite. Les couverts de spartines sont étagés de façon cohérente mais nous ne pouvons écarter toutefois l'hypothèse d'une surestimation du couvert de *Spartina maritima*, à l'instar des remarques faites pour Claouey et Bertic.

Nous ne disposons pas d'arguments objectifs pour proposer une interprétation des polygones du schorre. Ils seront donc interprétés comme pour le secteur de Bertic. En revanche l'interprétation de la carte et de l'ortho-photo nous a mené à attribuer la classe *Spartina anglica* à l'ensemble des îlots de ce secteur (suggestion reportée dans la colonne « Interprétation » de la table attributaire).

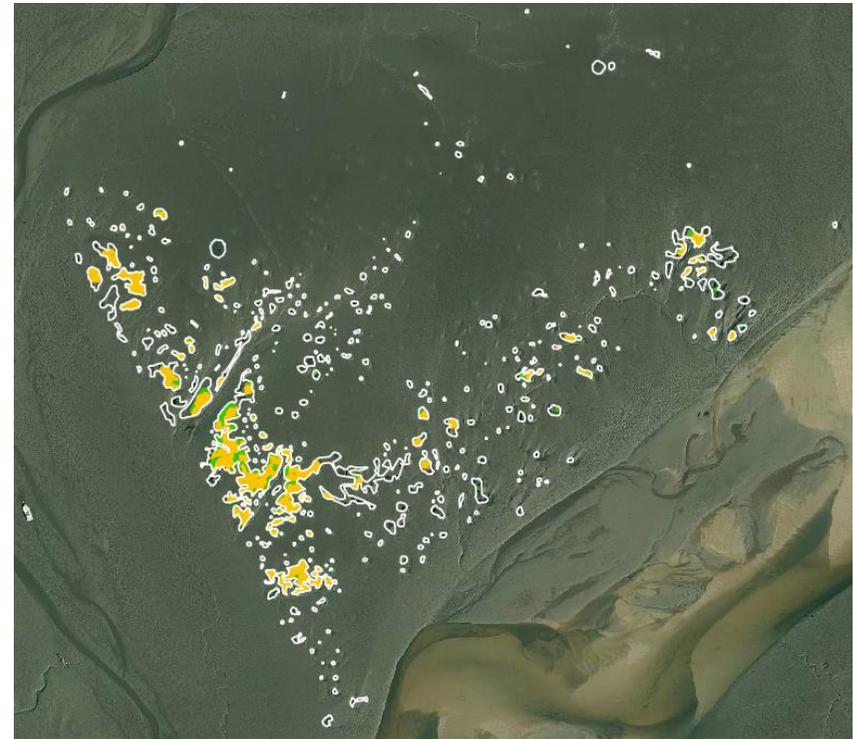


Figure 30. Carte de la distribution des spartines à Jane de Boy, zoom sur les îlots (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

3.6.2.4 RNN Ouest

3.6.2.4.1 Carte de distribution

La carte produite par classification d'images est reportée sur la Figure 31.

A l'ouest de la RNN Arès Lège Cap Ferret, qui montre un pré salé bien développé, les quatre espèces de spartines sont observées : *Spartina alterniflora*, prédites plutôt à l'est de ce secteur, *Spartina versicolor*, très représentée à l'ouest, *Spartina maritima*, présente sous forme de vastes prairies et *Spartina anglica*, présentes sous forme de patch à l'ouest et étendues plus castes à l'est, notamment sur la partie inférieure du schorre. Peu d'îlots caractérisent ce secteur.

3.6.2.4.2 Analyse critique

Sur ce seul secteur, trois transects de terrain permettent de contrôler la carte produite par classification.

3.6.2.4.2.1 Secteur à *Spartina versicolor*

L'espèce *Spartina versicolor* est relativement bien représentée quoique apparemment un peu sous-estimée par endroits (Figure 32). Dans ce secteur, nous retrouvons également de vastes prairies à spartines maritimes. Celles-ci ne sont que partiellement reportées sur les observations *in situ*. Il semble que des confusions existent entre les spartines et des mélanges dominés par du jonc maritime ou du chiendent. Un peu à l'instar des mélanges entre les spartines maritimes et les salicornes reportés précédemment (cf. secteurs de Claouey et Bertic). La classe n°8 concentre une grande partie de ces confusions.

3.6.2.4.2.2 Secteur à spartines maritimes et anglaises

Sur ce second secteur dominé par les spartines maritimes et anglaises, nous constatons à trois exceptions près (sur quinze) une parfaite adéquation entre les observations faites sur le terrain et la distribution obtenue par classification d'images (Figure 33). Ce sont cette fois des mélanges dominés par le jonc et les obiones qui sont confondus avec des couverts de spartines maritimes de la classe n°8.

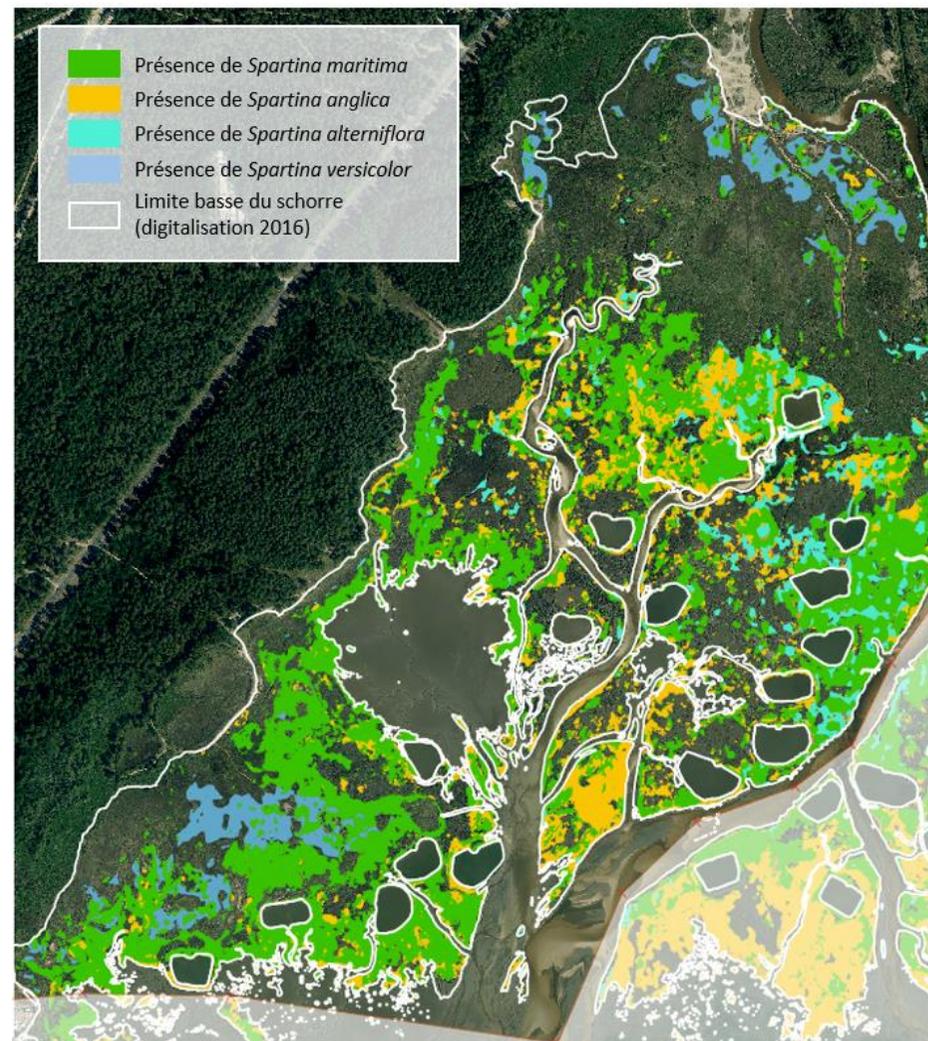


Figure 31. Carte de la distribution des spartines sur la moitié ouest de la RNN d'Arès Lège Cap Ferret (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

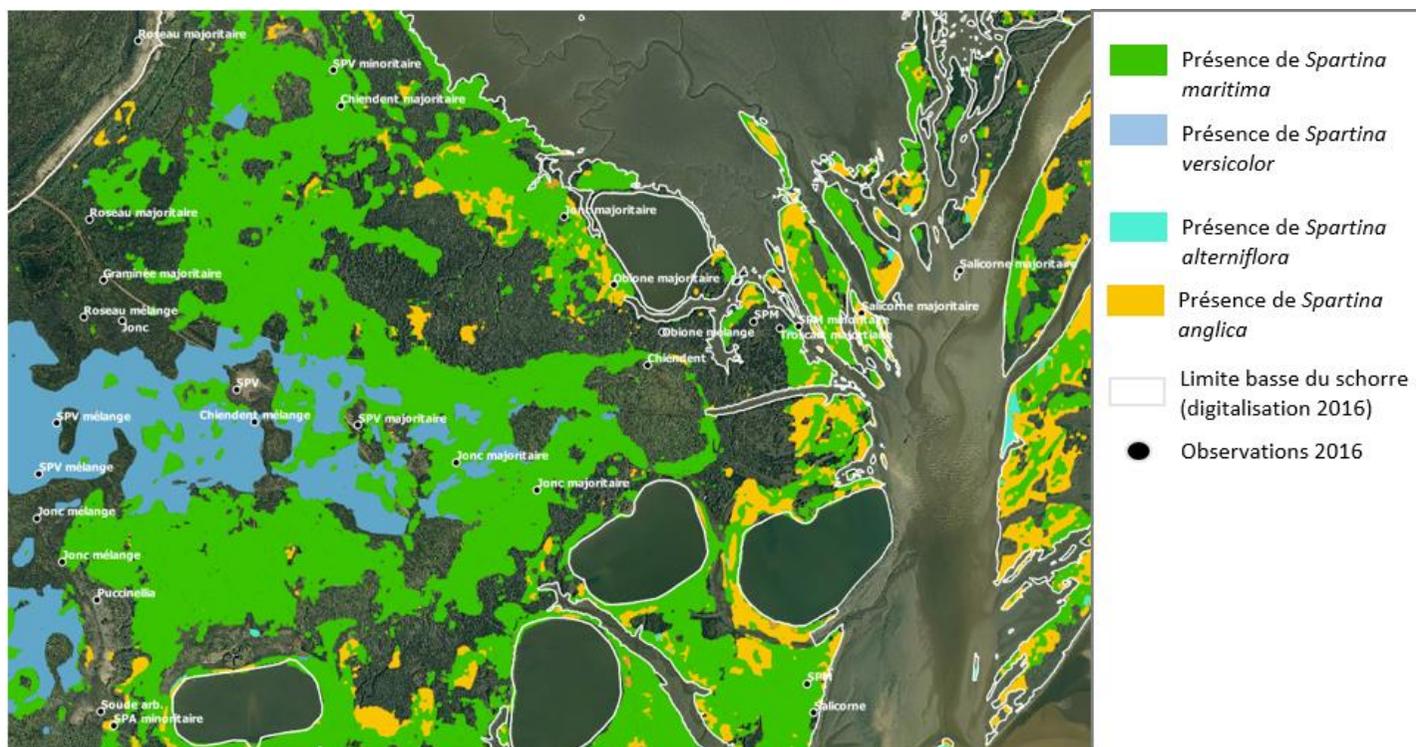


Figure 32. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN ouest à partir des observations in situ, zoom sur *S. versicolor* (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

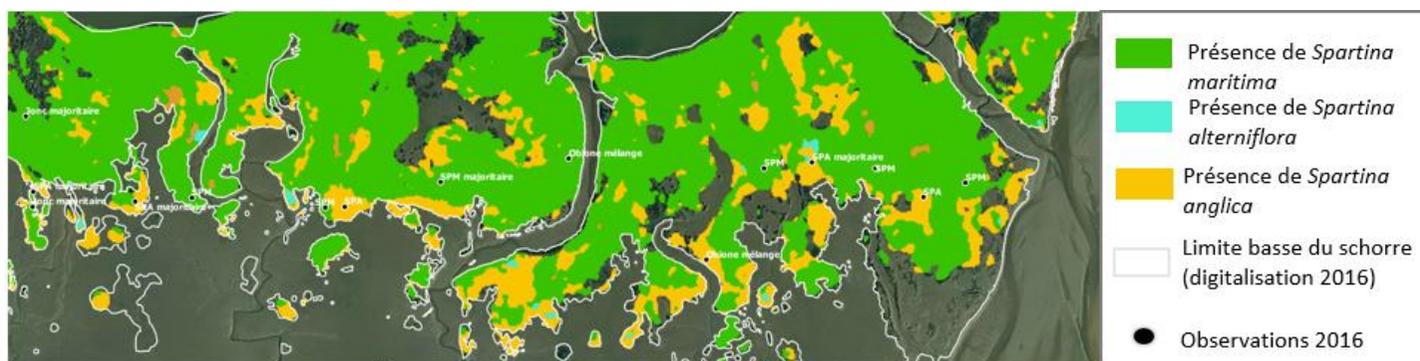


Figure 33. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN ouest à partir des observations in situ, zoom sur *maritima* et *anglica* (Fond plan : ortho 2016 SIBA)

Dans la plupart des cas, les valeurs de probabilités associées à la classification sont inférieures au seuil de 0,35.

3.6.2.4.2.3 Secteur à *Spartina alterniflora*

De très nombreux petits patches de *Spartina alterniflora* sont prédits par classification d'images. Notamment dans l'un des secteurs prospectés. Cette d'espèce n'a pourtant pas été notées par les observateurs (Figure 34). En outre ce secteur montre encore des confusions ponctuelles entre spartines maritimes ou même anglaises et d'autres types de couverts (joncs et chiendent), les classes 5 (*Spartina maritima* + autres espèces) et 6 (*Spartina anglica* + autres espèces), concentrent la plus grande partie des confusions observées.

3.6.2.4.3 Interprétation et production finale

Dans ce secteur, tous les couverts de *Spartina alterniflora* seront notés de faible niveau de confiance dans la colonne « Interprétation » de la table attributaire. Nous procéderons de même pour les classes n°5, 6 et 8.

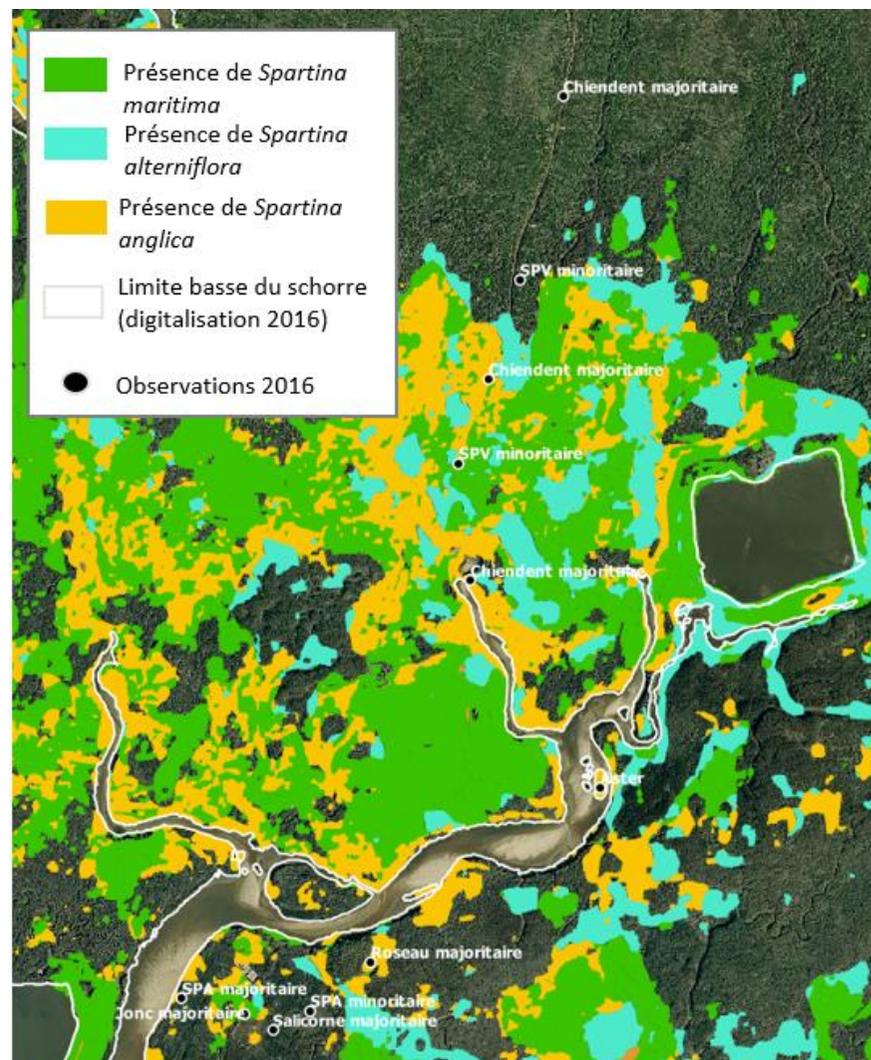


Figure 34. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN ouest à partir des observations in situ, zoom sur *Spartina alterniflora*

3.6.2.5 RNN Est

3.6.2.5.1 Carte de distribution

Nous remarquons dans ce secteur la dominance de l'espèce *Spartina anglica*, tant dans les îlots (Figure 35) que dans les grands ensembles du schorre (Figure 36) que, très présents sur la slikke. Nous y retrouvons également des prairies de spartines maritimes et quelques patches isolés de *Spartina alterniflora*.

3.6.2.5.2 Analyse critique

Trois transects se superposent à ce secteur. La classification donne des résultats cohérents. Nous retrouvons ponctuellement les mêmes confusions que celles identifiées précédemment, notamment entre les spartines maritimes et les couverts dominés par les joncs ou les salicornes (Figure 37, Figure 38).

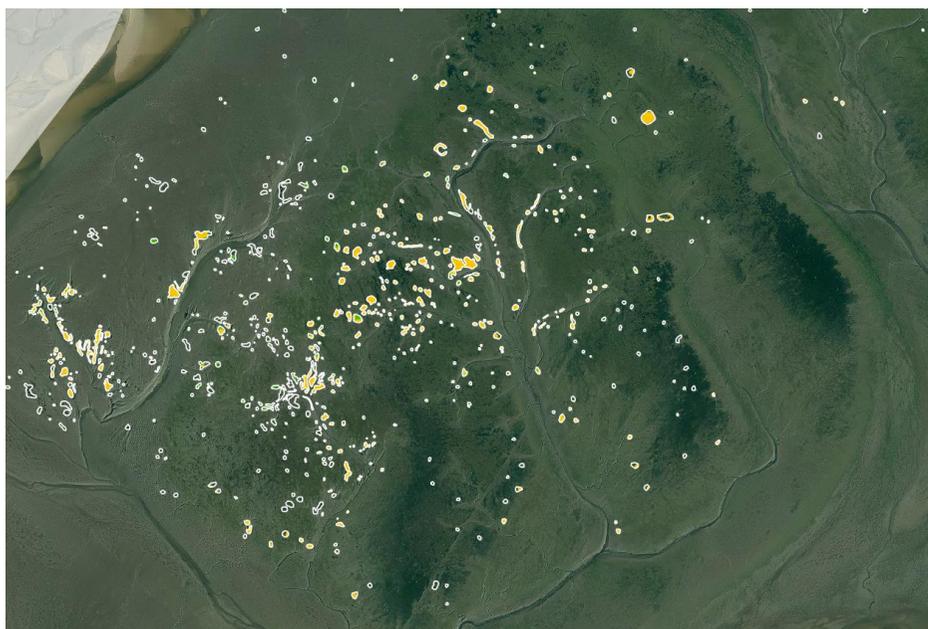


Figure 35. Carte de la distribution des spartines sur la moitié est de la RNN d'Arès Lège Cap Ferret, zoom sur les îlots (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

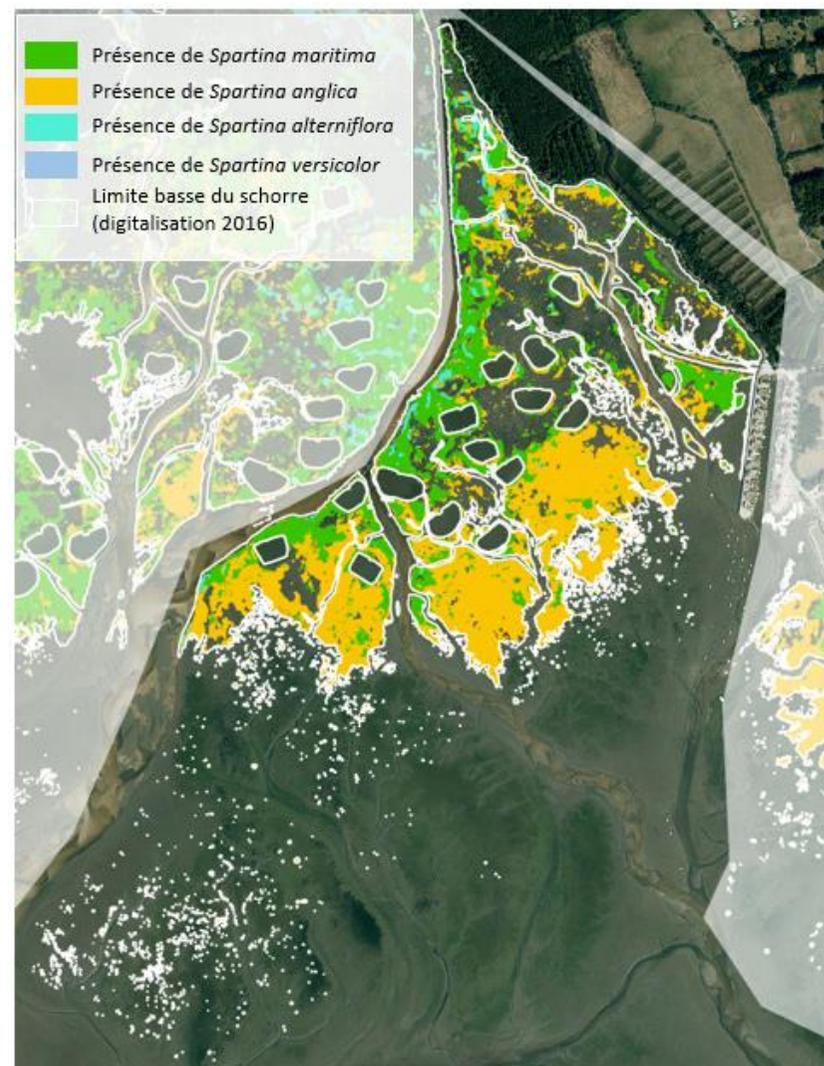


Figure 36. Carte de la distribution des spartines sur la moitié est de la RNN d'Arès Lège Cap Ferret (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

Ces confusions apparaissent dans les classes de mélange n°6 (*Spartina anglica*) et 10 (*Spartina maritima*), ainsi que dans la classe de spartine maritime pure, mais dans tous les cas, la probabilité associée à la classification est inférieure au seuil de 0,35.

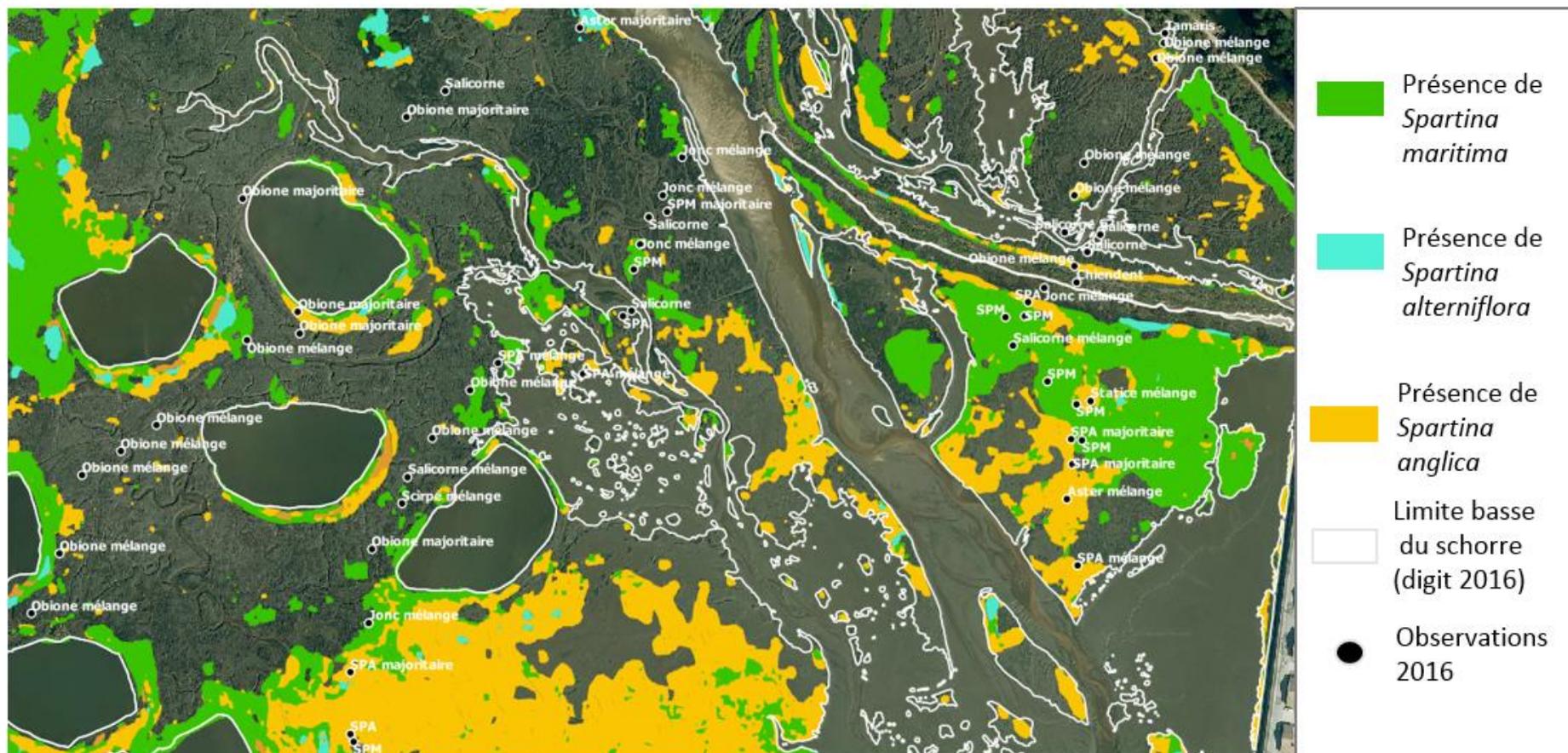


Figure 37. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur RNN est à partir des observations in situ (nord)

3.6.2.6 Arès

3.6.2.6.1 Carte de distribution

Le littoral arésien est dominé par la présence de spartines anglaises, distribuées sous forme d'étendues ou d'îlots très nombreux (Figure 39).

3.6.2.6.2 Analyse critique

Les quelques relevés de terrain réalisés sur ce secteur sont en parfaite concordance avec la carte obtenue par classification d'images (Figure 40).

3.6.2.6.3 Interprétation et production finale

Sur ce secteur, ni la photo-interprétation, ni l'interprétation à dire d'expert n'apportent d'information complémentaire pertinente, aucune interprétation des résultats de la classification n'est proposée. Tous les polygones sont donnés avec un niveau de confiance élevé.

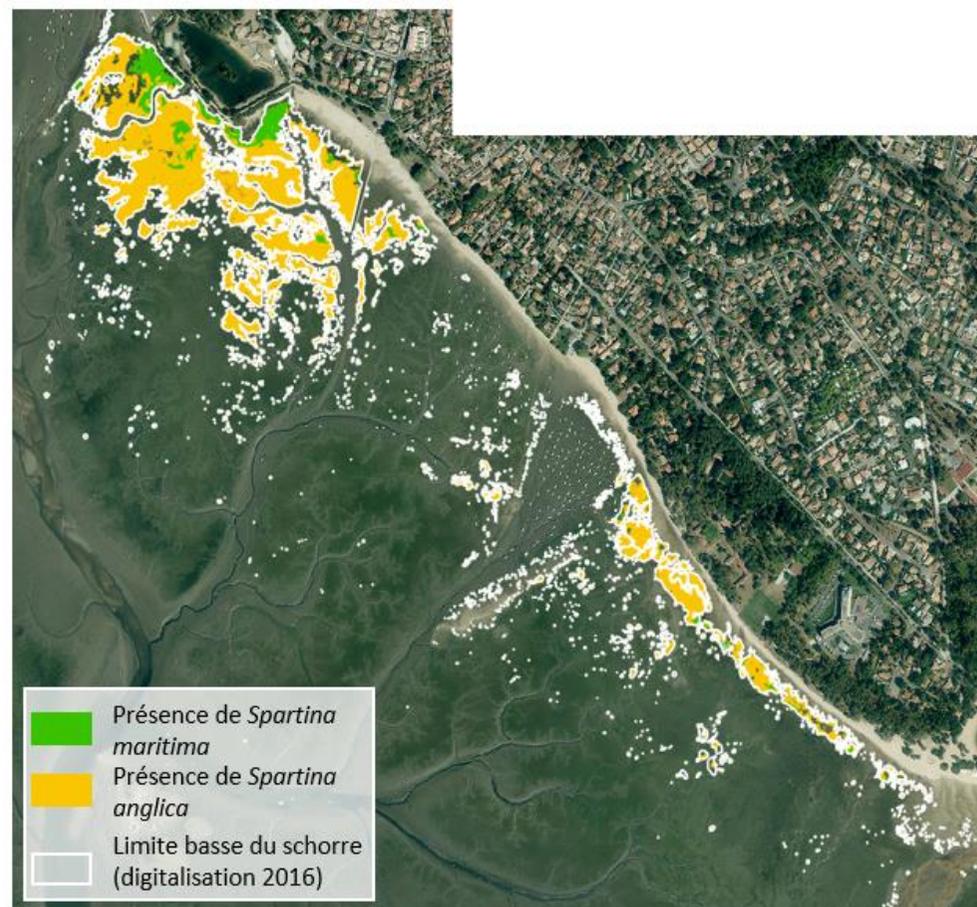


Figure 39. Carte de distribution des spartines à Arès (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)



Figure 40. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur d'Arès à partir des observations in situ (sud)

3.6.2.7 Andernos

3.6.2.7.1 Carte de distribution

La carte de distribution des spartines sur la commune d'Andernos montre une concentration des deux espèces représentées (*marina* et *anglica*) essentiellement au nord du port (Figure 41). Elles occupent une grande partie du schorre. Les spartines anglaises colonisent modérément la slikke sous forme d'îlots dispersés plus nombreux au nord du port qu'au sud de celui-ci.

3.6.2.7.2 Analyse critique

La correspondance entre les observations *in situ* et la carte produite est, dans ce secteur, remarquable (Figure 42). Deux polygones indiquant la présence de *Spartina alterniflora* sont obtenus par classification. Tous deux apparaissent à proximité de secteurs prospectés. Comme *alterniflora* n'a pas été repérée sur le terrain, nous pouvons douter de sa présence dans ce secteur.

3.6.2.7.3 Interprétation et production finale

Dans ce secteur, tous les couverts de *Spartina alterniflora* seront notés avec un faible niveau de confiance dans la colonne « Interprétation » de la table attributaire.

Le reste des polygones sont donnés avec un niveau de confiance élevé.

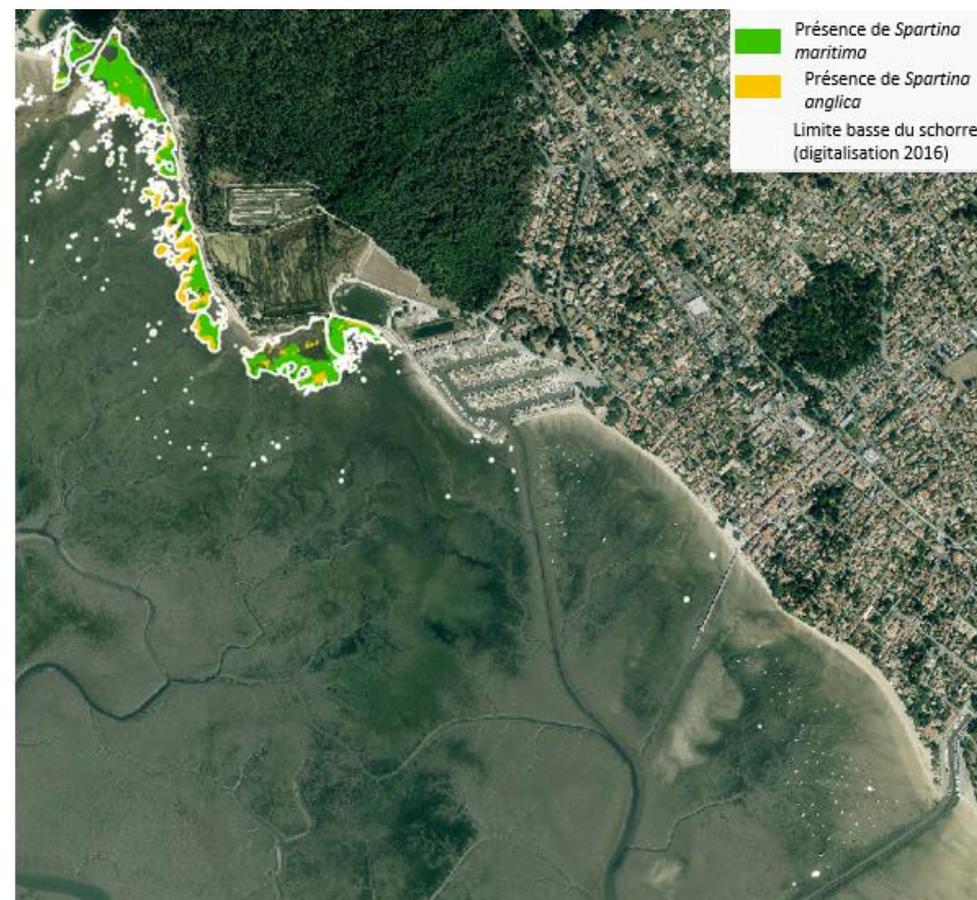


Figure 41. Carte de distribution des spartines à Andernos (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

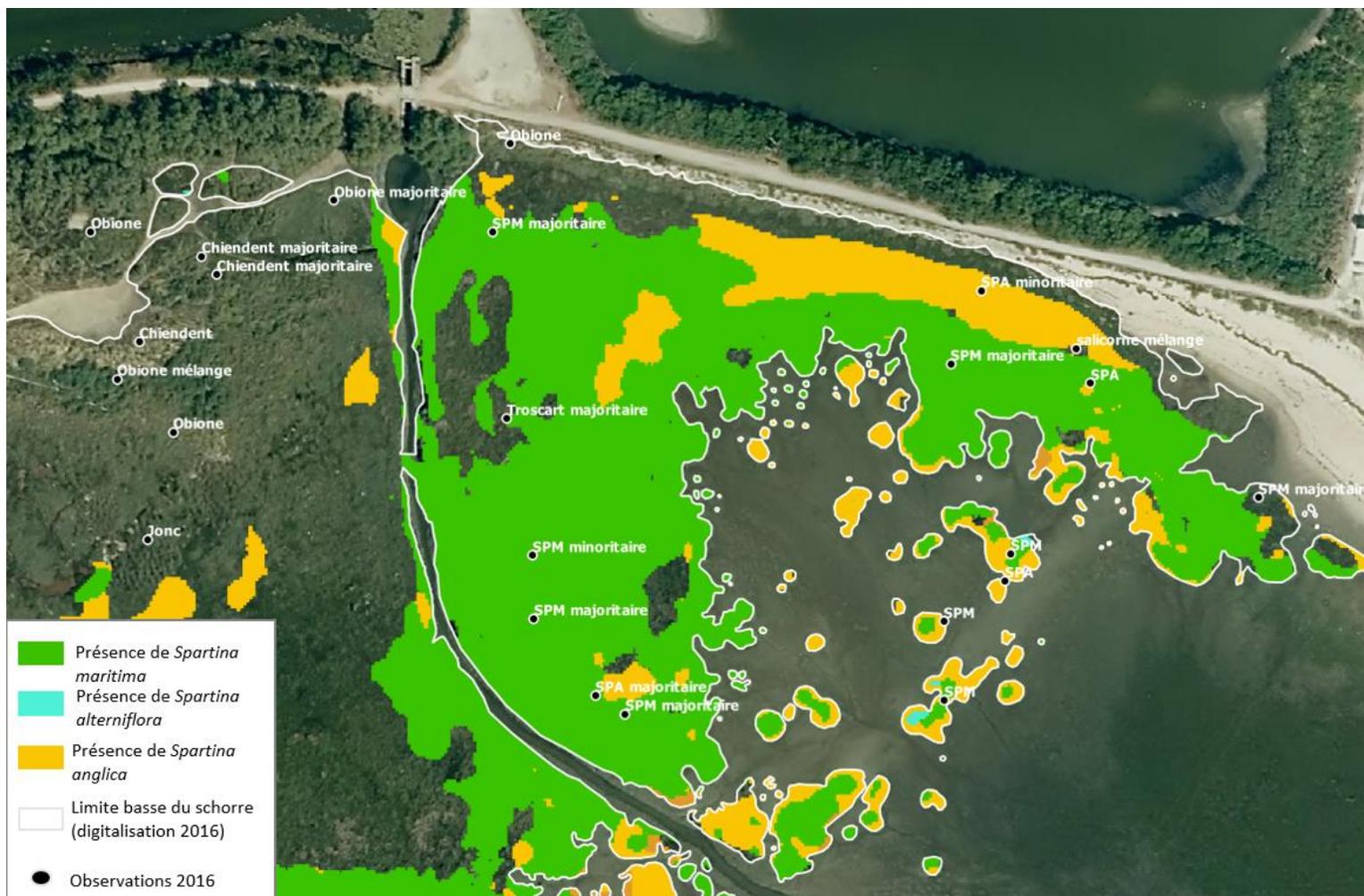


Figure 42. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur d'Andernos à partir des observations in situ)

3.6.2.8 Lanton

3.6.2.8.1 Carte de distribution

A Lanton (Figure 43), les spartines anglaises et maritimes sont retrouvées en prairies ou sous formes d'îlots, en couverts individualisés ou au contraire mélangées à d'autres espèces. On retrouve également un secteur où *alterniflora* est très présente, à proximité de Certes.

3.6.2.8.2 Analyse critique

Trois prospections nous permettent d'évaluer la qualité de la carte produite.

Au nord tout d'abord (extrait, Figure 44), nous trouvons quelques polygones de *Spartina alterniflora* qui ne sont pas validés sur le terrain. Les spartines maritimes sont, dans certains cas, surreprésentées comme le montrent les confusions observées dans deux cas avec des mélanges dominés par l'espèce le troscart, dans un troisième cas par un mélange dominé par l'aster et dans le dernier, par des joncs. Vingt-trois observations de l'espèce *maritima* valident toutefois la classification.

Les spartines anglaises sont bien représentées, sauf dans 3 cas où, présentes mélangées à d'autres espèces, elles sont confondues avec un couvert de spartines maritimes. Enfin, les mélanges spartines anglaises et maritimes sont fidèles aux observations dans 12 cas sur 19. Dans les cas restants le mélange porte le label spartines anglaises ou maritimes.

Plus au sud (Figure 45), la classification reste très cohérente révélant les mêmes défauts ponctuels : quelques polygones de *Spartina alterniflora* non validés sur le terrain, surestimation du couvert de spartines maritimes et très rare (un cas) confusion entre spartines anglaises et maritimes.

3.6.2.8.3 Interprétation et production finale

Dans ce secteur, toutes les couverts de *Spartina alterniflora* seront notés « douteux » dans la colonne « Interprétation » de la table attributaire.

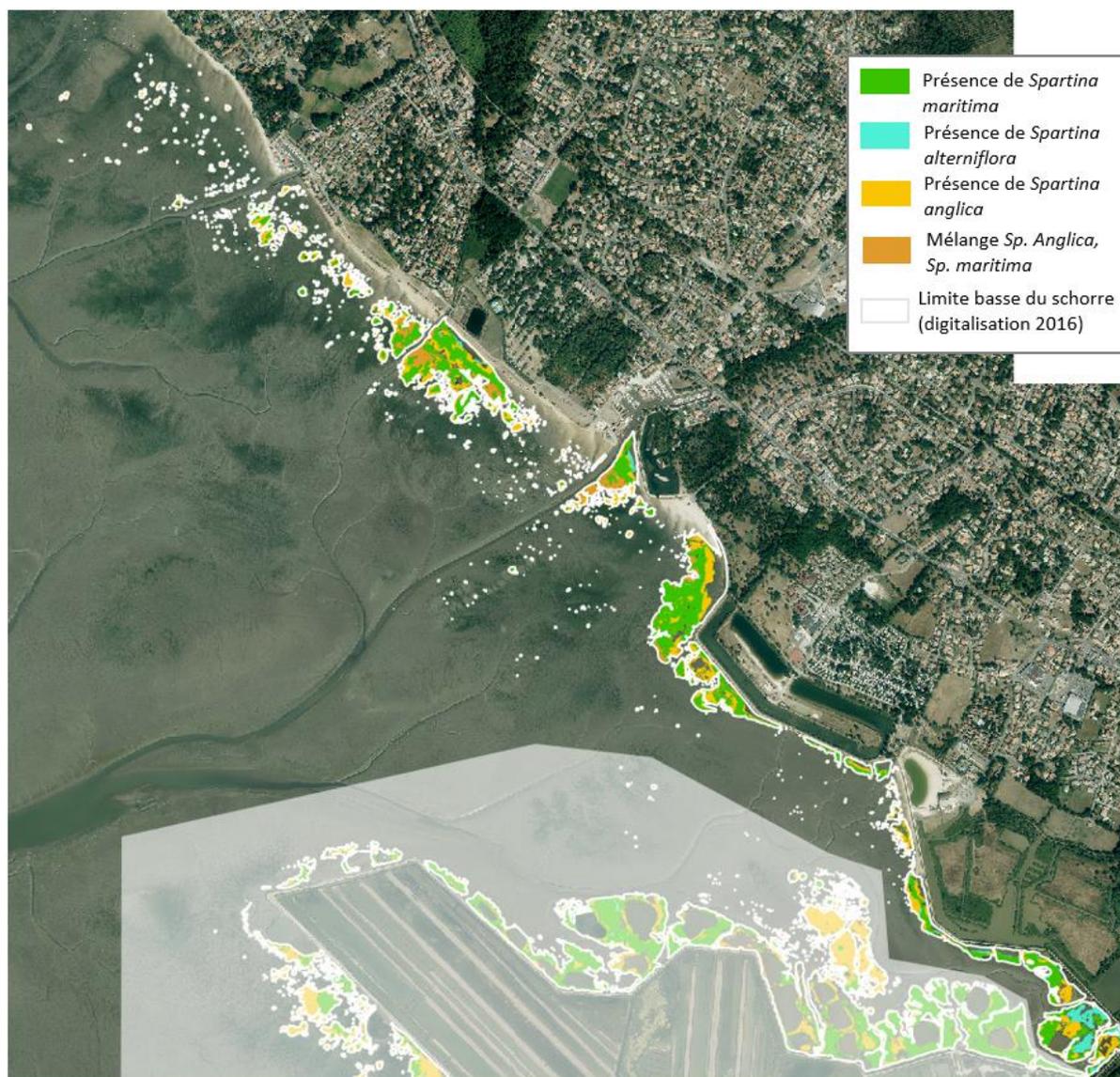


Figure 43. Carte de distribution des spartines à Lanton (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

3.6.2.9 Audenge

3.6.2.9.1 Carte de distribution

A Audenge, nous retrouvons essentiellement des spartines anglaises et maritimes, distribuées sur le pourtour des domaines de Certes et Graveyon (Figure 46). A l'exception d'un important îlot de spartines anglaises, c'est *Spartina maritima* qui domine le schorre au nord de Certes, les deux espèces sont représentées de manière plus équilibrée au sud.

3.6.2.9.2 Analyse critique

La comparaison entre la carte et les observations de terrain montre toujours les mêmes faiblesses de la classification (Figure 47), ici essentiellement une surestimation du couvert de *Spartina maritima*, fréquemment confondu avec des secteurs où l'obione est présentée mélangées à d'autres espèces.

3.6.2.9.3 Interprétation et production finale

Dans ce secteur, tous les couverts de *Spartina alterniflora* seront notés « douteux » dans la colonne « Interprétation » de la table attributaire.

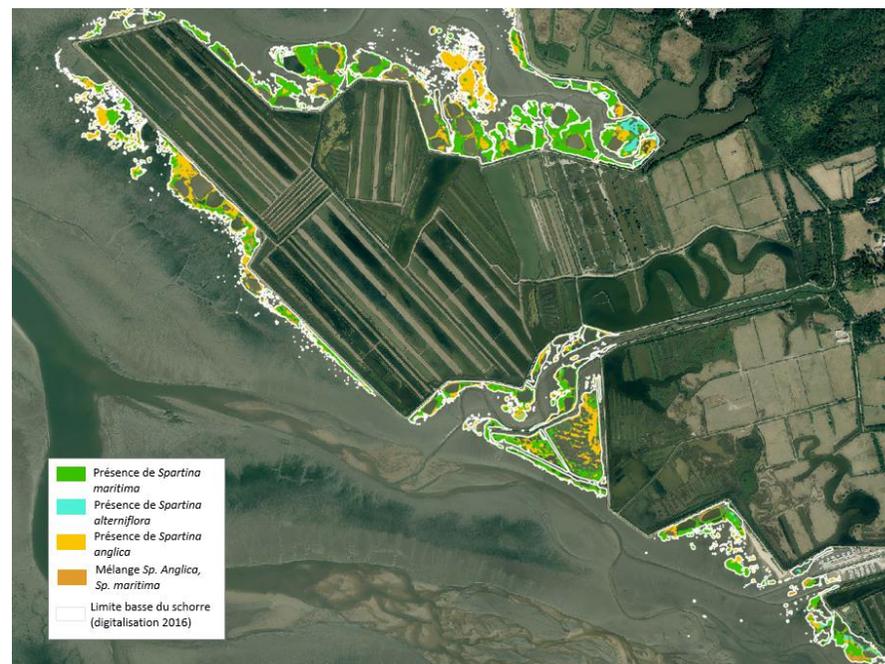


Figure 46. Carte de distribution des spartines à Audenge (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

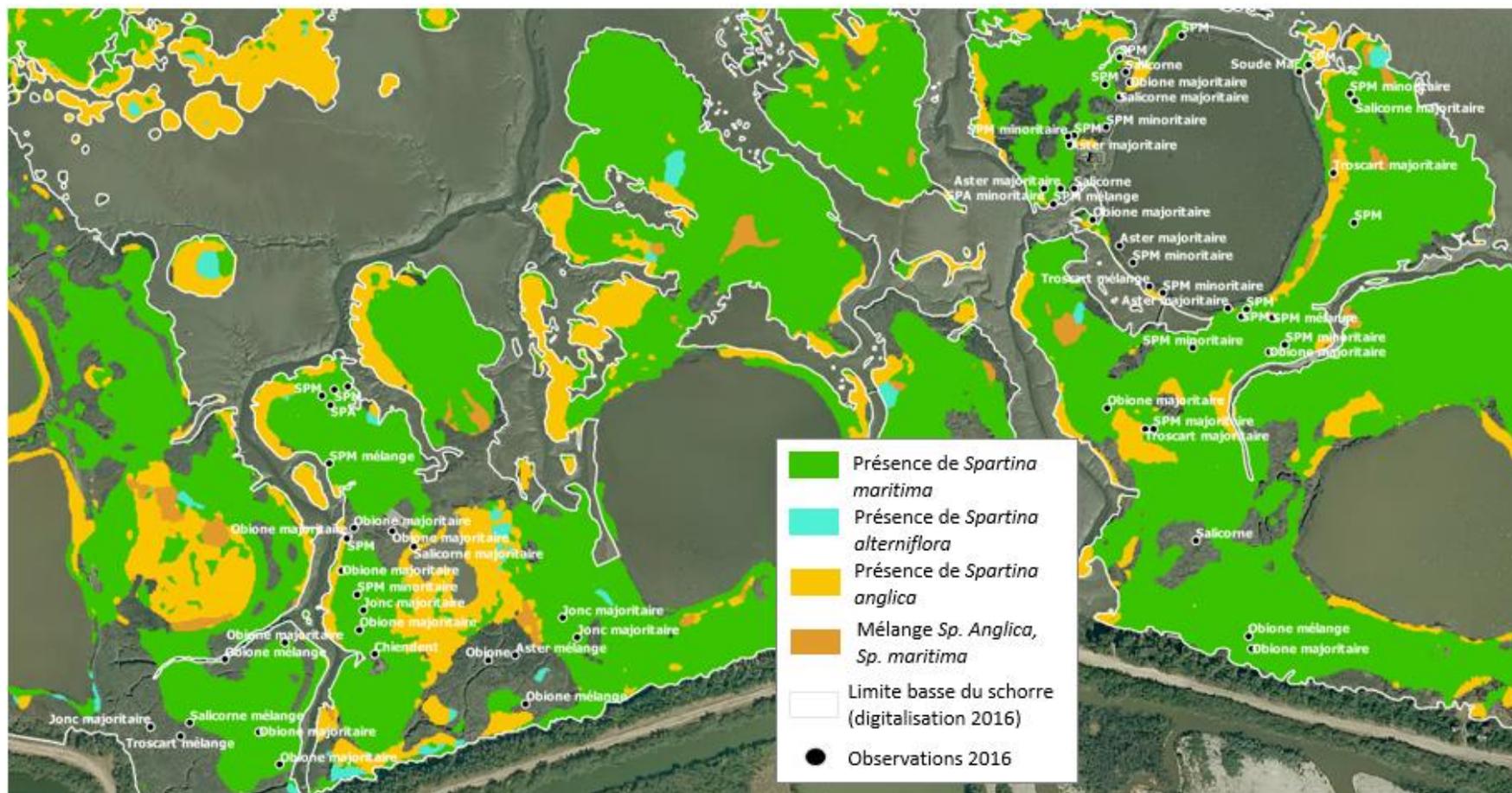


Figure 47. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur d'Audenge à partir des observations in situ

3.6.2.10 Le Teich/Biganos

3.6.2.10.1 Carte de distribution

Le long de la côte, ce secteur contraste avec les précédents par la domination des couverts de *Spartina alterniflora* (Figure 48). *Spartina maritima* et *anglica* sont également présentes, *S. maritima* en prairies et sur le pourtour des lacs de tonnes quand *S. anglica* se concentre essentiellement autour des tonnes de chasse.

Plus à l'ouest, vers l'intérieur de la lagune, on retrouve des îlots de schorre, constitués notamment de spartines anglaises et maritimes (Figure 49). Les polygones saisis, jouxtent de vastes secteurs couverts par *Zostera noltei*. Dans certains cas, nous n'avons qu'une confiance faible dans les polygones saisis. Les spartines y sont d'ailleurs rares, contrairement à leur représentativité dans les polygones plus sûrs.

3.6.2.10.2 Analyse critique

Près de la côte ; toutes les observations de l'espèce *alterniflora* (onze sur ce secteur) correspondent aux couverts obtenus par classification d'images (Figure 50). En deux occasions sur 8, les couverts de *Spartina alterniflora* sont confondus avec des couverts dominés par les scirpes. Aucun autre mélange n'est constaté.

Nous n'avons pas de vérité terrain plus au large.

3.6.2.10.3 Interprétation et production finale

Près de la côte, ni la photo-interprétation, ni l'interprétation à dire d'expert n'apportent d'information complémentaire pertinente, aucune interprétation des résultats de la classification n'est proposée.

En revanche, certains des polygones dans le secteur Comprian sont notés douteux.

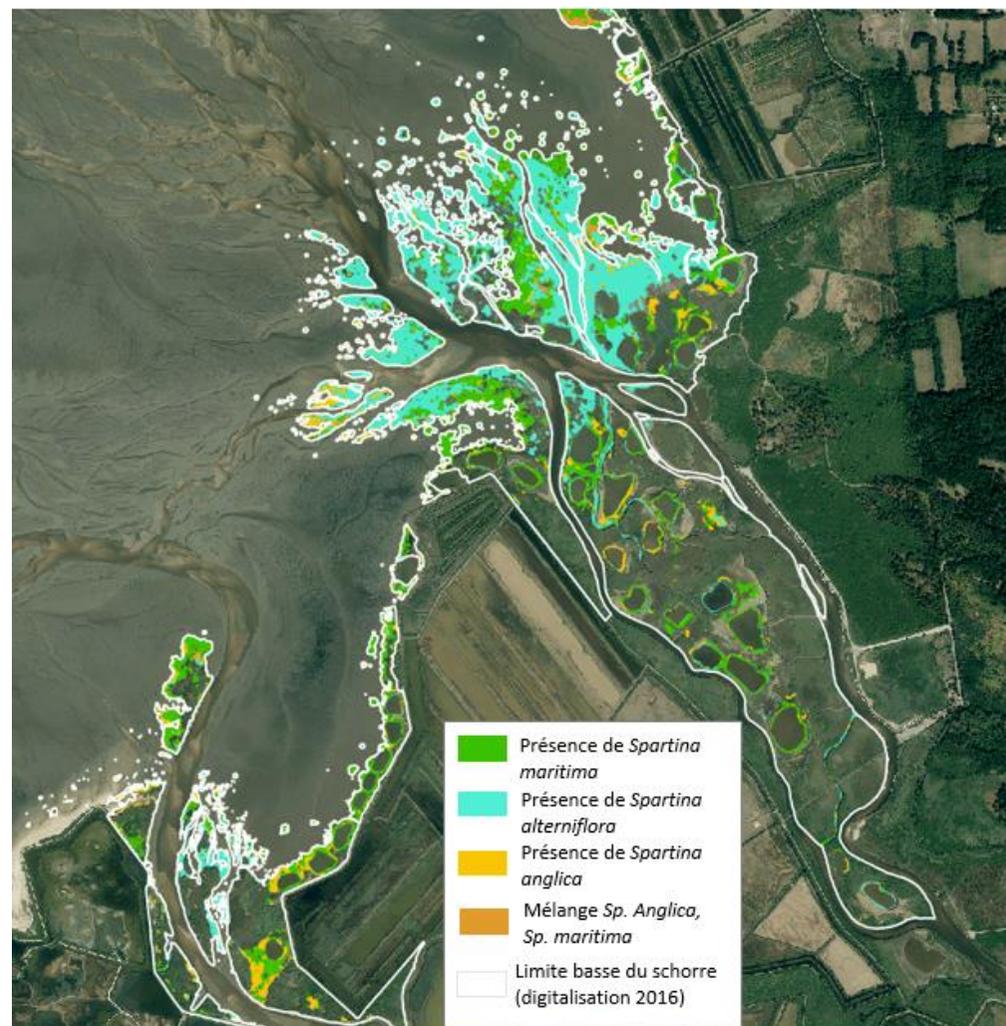


Figure 48. Carte de distribution des spartines dans le secteur du Teich/Biganos (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)



Figure 49. Carte de distribution des spartines dans le secteur de Complan (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

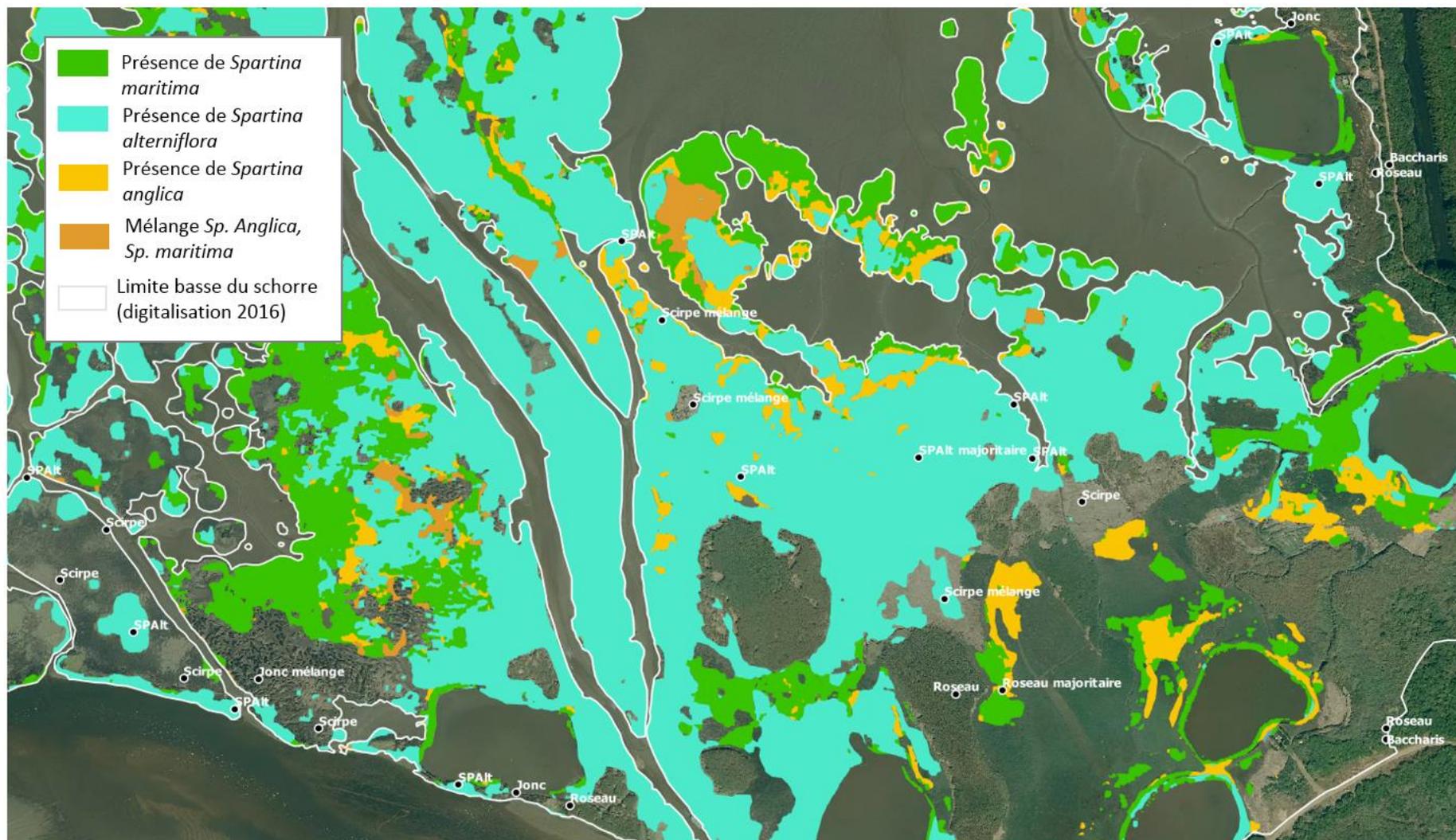


Figure 50. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur du Teich/Biganos à partir des observations in situ

3.6.2.11 Gujan

3.6.2.11.1 Carte de distribution

Le littoral de Gujan Mestras montre un schorre bien développé abritant des prairies de spartines maritimes (Figure 51). *Spartina anglica* y est également rencontrée sous forme de patches distribués sur les zones de schorre les plus basses ou en bordure de tonnes de chasse.

3.6.2.11.2 Analyse critique

Trois secteurs ont été prospectés à Gujan Mestras. A l'est (Figure 52), la carte est fidèle aux observations. Les patches et îlots de spartines anglaises sont validés par des points de terrain. Peu de confusions entre spartines maritimes et autres couverts sont constatées. Elles sont

beaucoup plus fréquentes à l'ouest de Gujan. Nous retrouvons l'espèce *Spartina alterniflora* dans ce secteur. La classification parvient à reproduire des patches d'*alterniflora*, lorsqu'elle n'est pas mélangée à d'autres espèces.

3.6.2.11.3 Interprétation et production finale

Sur ce secteur, ni la photo-interprétation, ni l'interprétation à dire d'expert n'apportent d'information complémentaire pertinente, aucune interprétation des résultats de la classification n'est proposée.

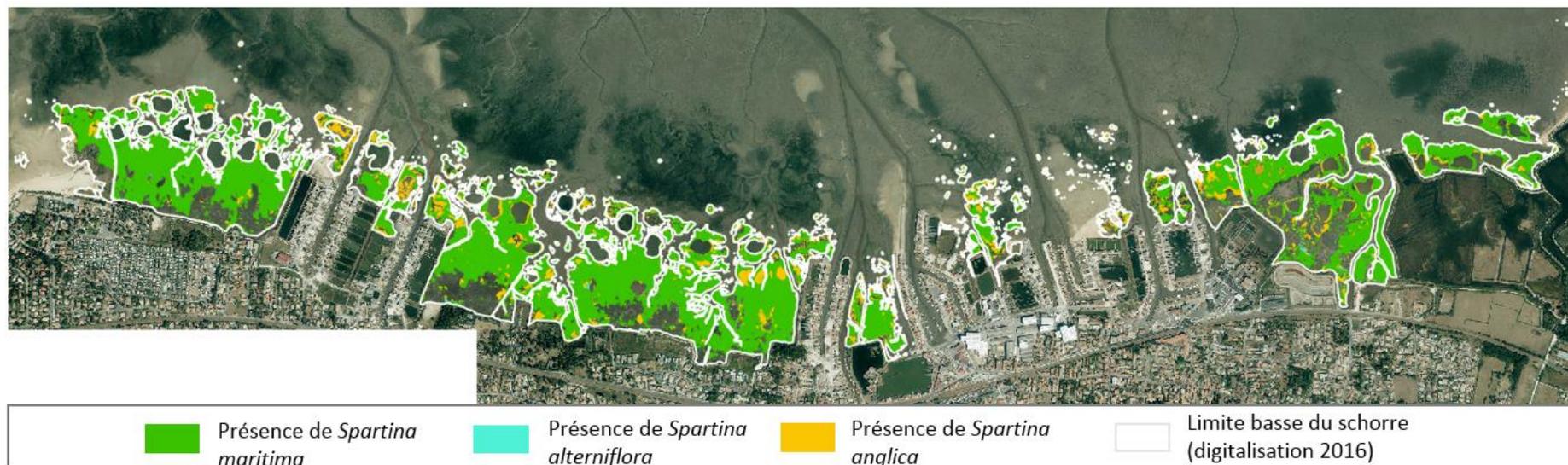


Figure 51. Carte de distribution des spartines dans le secteur de Gujan Mestras (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

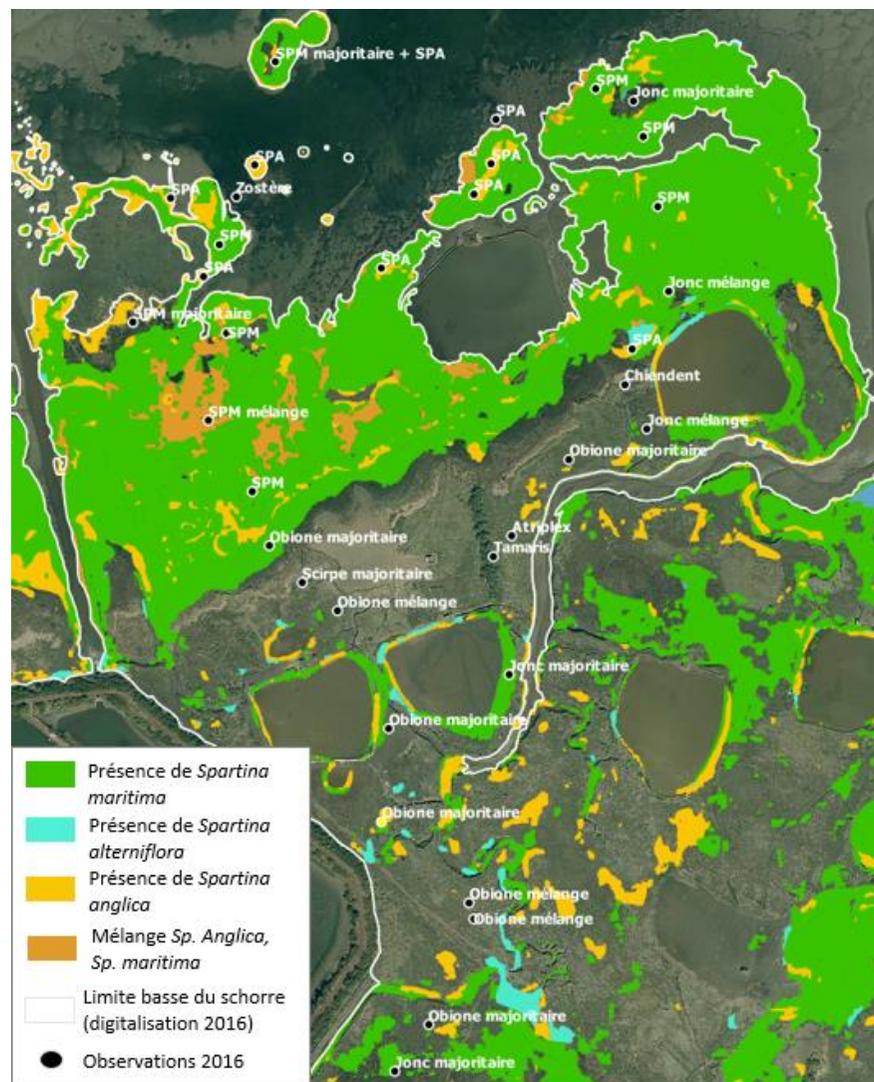


Figure 52. Contrôle de la carte des spartines sur le secteur de Gujan Mestras à partir des observations in situ (extrait sélectionné à l'est de la zone)

3.6.2.12 La Teste

3.6.2.12.1 Carte de distribution

Le schorre est peu développé dans le secteur de la Teste (Figure 53), en dehors des prés salés endigués. Quelques îlots ont été photo-interprétés classés spartines maritimes ou anglaises suivant le cas.

3.6.2.12.2 Analyse critique, interprétation et production finale

Nous ne disposons pas d'observations *in situ* récentes dans ce secteur pour évaluer la carte produite. Nous ne disposons pas non plus d'arguments objectifs pour proposer une interprétation des polygones du schorre.



Figure 53. Carte de distribution des spartines dans le secteur de La Teste (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

3.6.2.13 Oiseaux

3.6.2.13.1 Carte de distribution

L'île aux Oiseaux est en grande partie couverte de schorre. Parmi les espèces de spartines qui y sont observées (*maritima*, *anglica* et *versicolor*), *maritima* est la plus représentée (Figure 54). Quelques îlots sont retrouvés essentiellement au nord à l'ouest de l'île, constitués de spartines anglaises ou maritimes.

3.6.2.13.2 Analyse critique

Une campagne de reconnaissance menée à l'île aux Oiseaux nous permet de démontrer la cohérence entre la carte et les levés, notamment aux niveaux des îlots (Figure 55) et pour les spartines anglaises et maritimes. Dans le schorre, celles-ci sont correctement

cartographiées. Les couverts de spartines maritimes restant toujours surestimés. En revanche, des relevés récents (2017) du CBNSA (comm. perso.) ne valide pas la présence de *Spartine versicolor* à l'île aux Oiseaux.

3.6.2.13.3 Interprétation et production finale

Sur ce secteur, ni la photo-interprétation, ni l'interprétation à dire d'expert n'apportent d'information complémentaire pertinente, aucune interprétation des résultats de la classification n'est proposée.

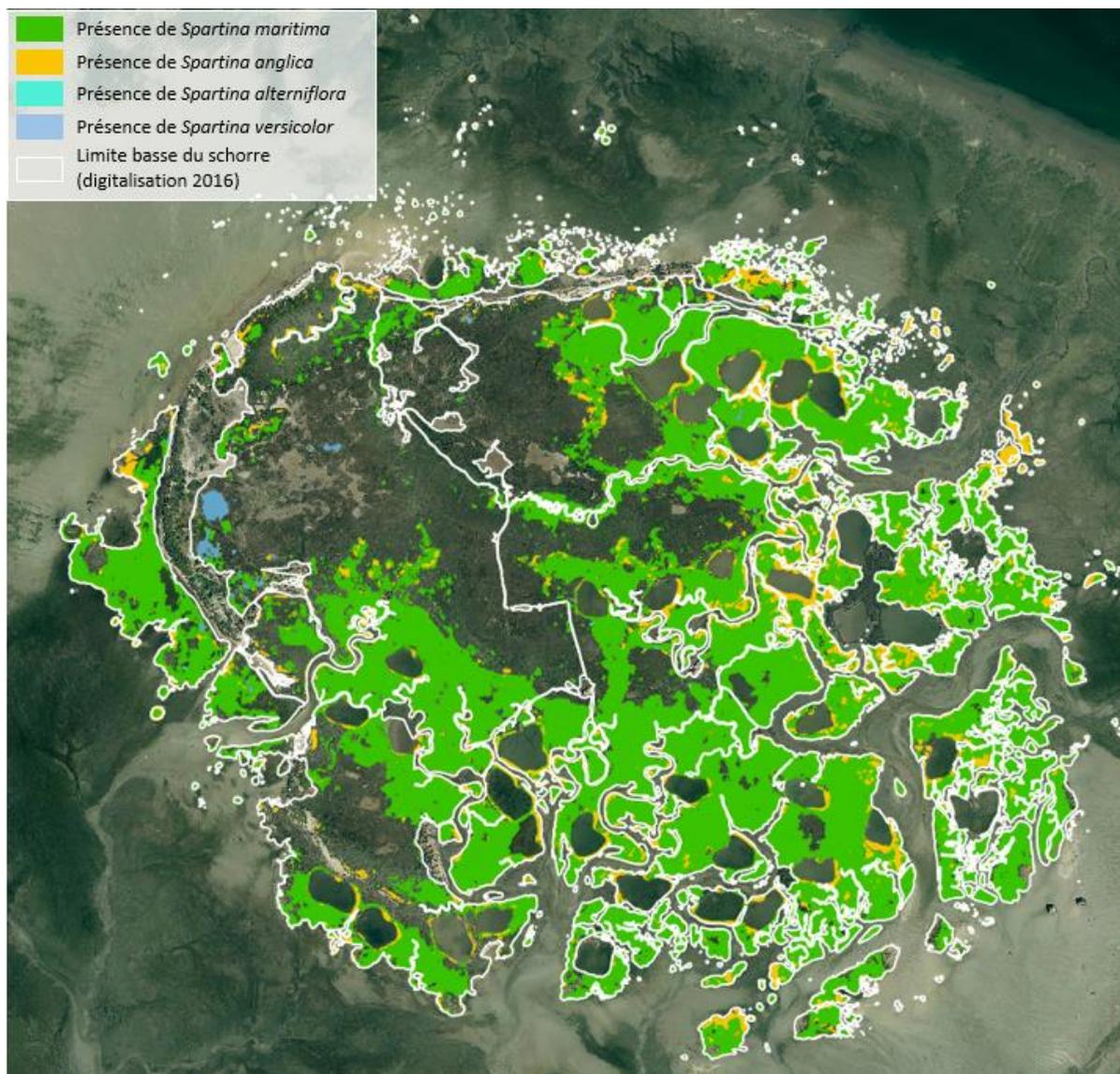


Figure 54. Carte de distribution des spartines de l'île aux Oiseaux (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

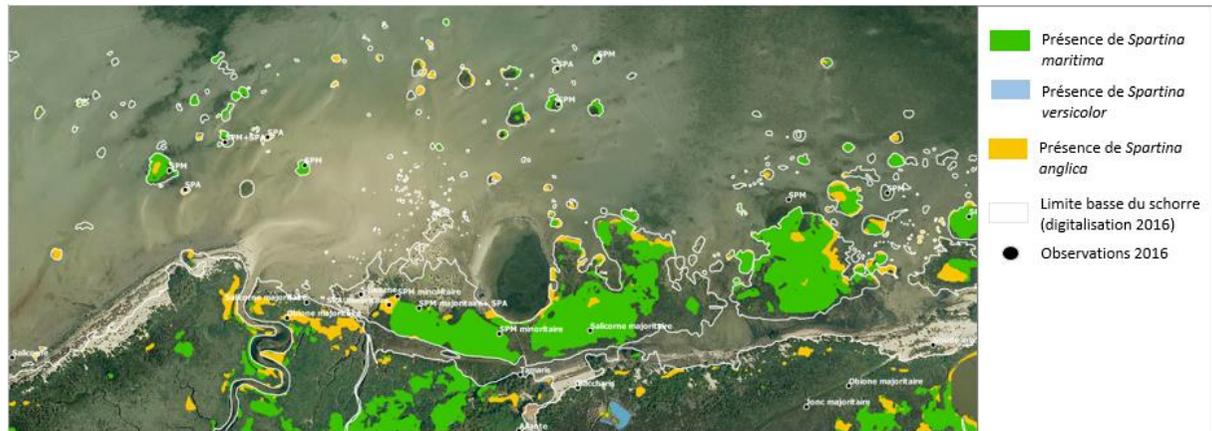


Figure 55. Contrôle de la carte des spartines de l'île aux Oiseaux à partir des observations in situ

3.6.3 CARTE GENERALE

La

Figure 56 synthétise l'ensemble des secteurs répertoriés et présente la distribution des spartines obtenue par classification d'images satellite.

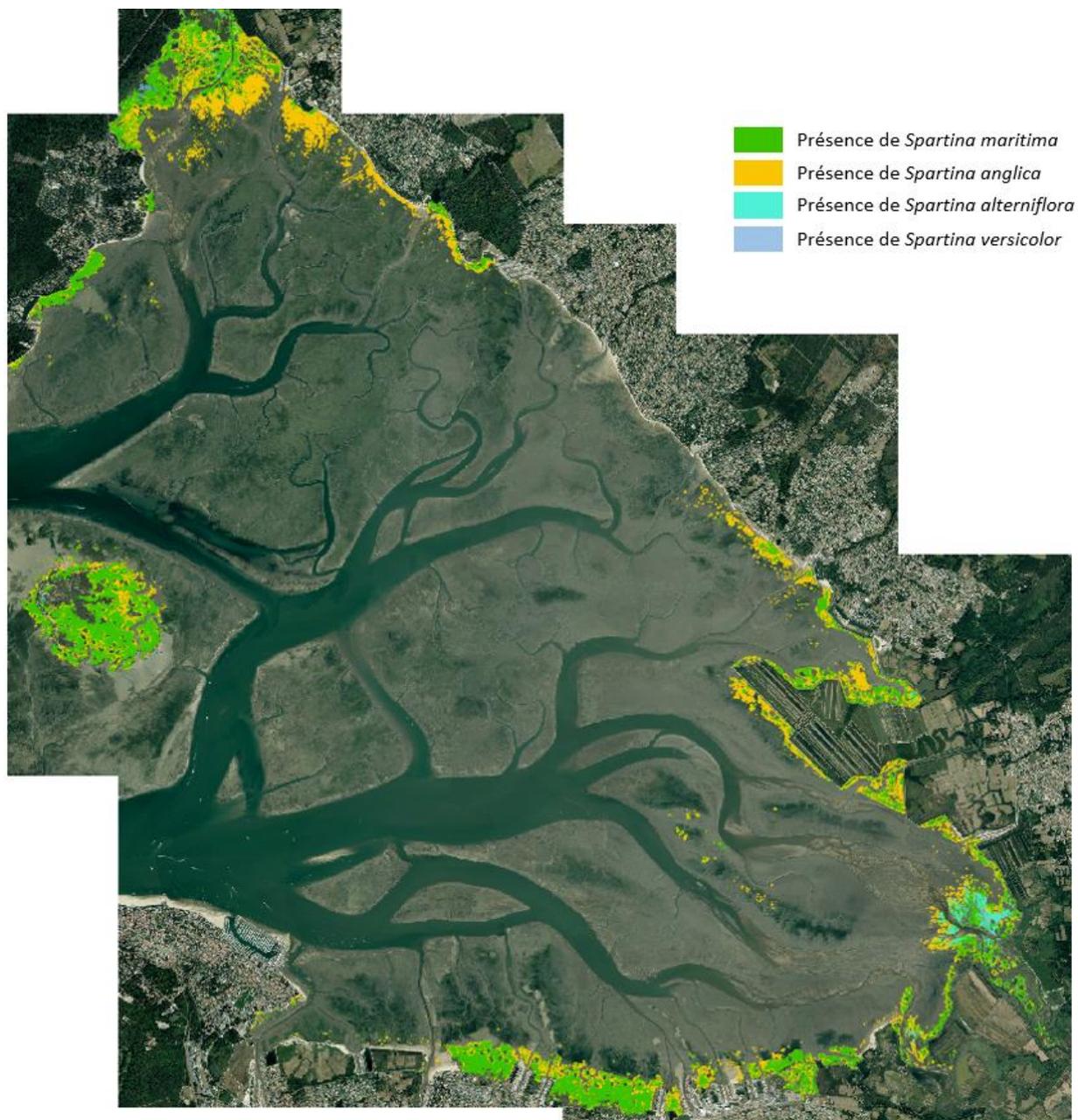


Figure 56. Carte de la distribution des spartines à l'échelle du Bassin d'Arcachon (Fond de plan : ortho 2016 du SIBA)

3.6.4 BILAN

Les points les plus marquants de notre analyse montrent:

- Une classification performante et une bonne adéquation entre les observations et la représentation cartographique de *Spartina anglica* à l'échelle de la lagune. Ceci permet d'aborder l'analyse de la dynamique du couvert de spartine anglaise avec un taux de confiance élevé,
- Une surestimation généralement constatée du couvert de *Spartina maritima*, confondue avec plusieurs autres espèces mais assez rarement avec *Spartina anglica*,
- Une surestimation des couverts de *Spartina alterniflora* est très fréquemment constatée, les couverts en expansion visibles dans la zone du delta de la Leyre sont toutefois correctement représentés.
- Une première représentation assez correcte de *Spartina versicolor*, le couvert étant toutefois vraisemblablement sous représenté,
- La carte de confiance, sans toujours révéler les défauts de la classification, pointe dans nombre de cas les secteurs où les résultats de la classification sont les plus robustes (indice de confiance fort à très fort).

3.6.5 CARTE NUMERIQUE

Une couche vectorielle représentant la distribution des spartines à l'échelle du Bassin d'Arcachon (les spartines isolées ou mélangées à d'autres espèces sont toutes représentées) est associée à ce rapport.

Cette couche est associée à la carte de confiance établie pour la classification.

4 Mission n°3 - Dynamique temporelle des populations de spartines

4.1 OBJECTIFS ET METHODES

L'objectif de cette troisième mission est double. Tout d'abord, il s'agit de comparer la cartographie établie en 2016 avec les données issues de la base de données « spartines », afin de procéder à une analyse de la dynamique des populations de spartines sur les différents secteurs du Bassin d'Arcachon. Celle de la spartine anglaise sera tout particulièrement mise en valeur.

Puis, cette dynamique temporelle, et plus particulièrement celle de la spartine anglaise, sera croisée avec les enjeux présents sur les différents secteurs (biodiversité, habitats patrimoniaux, activité balnéaire, zones de corps morts et autres activités socio-économiques, protection du littoral contre l'érosion ou la submersion, etc.), afin de faire ressortir les secteurs nécessitant en priorité une gestion des populations de spartines anglaises (ex. conservation pour diminuer les aléas érosion ou submersion).

4.2 RESULTATS DE L'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE TEMPORELLE

4.2.1 CROISEMENT DES RELEVÉS DE TERRAIN

La comparaison entre les relevés de terrain réalisés par le BRGM entre 2001 et 2006, ceux réalisés dans le cadre du projet SYNHIAL par GEO-Transfert, ceux du SIBA de 2015 ainsi que ceux collectés dans le cadre de cette étude, n'informent pas quant à la dynamique récente des populations de spartines (Figure 57). En effet, les campagnes de terrain n'étaient pas systématiques et ne se recouvrent qu'en de rares endroits.

En revanche, la carte compilée des observations souligne la distribution large des spartines anglaises et maritimes sur tout le pourtour du Bassin d'Arcachon ainsi qu'à l'Île aux Oiseaux. Même dans des contextes de relevés opportunistes, ceux-ci traduisent l'implantation des spartines maritimes et anglaises à une large échelle. Sans être toutefois aussi exhaustive que la carte réalisée par traitement d'images, les observations de terrain offrent un niveau de confiance plus élevé.

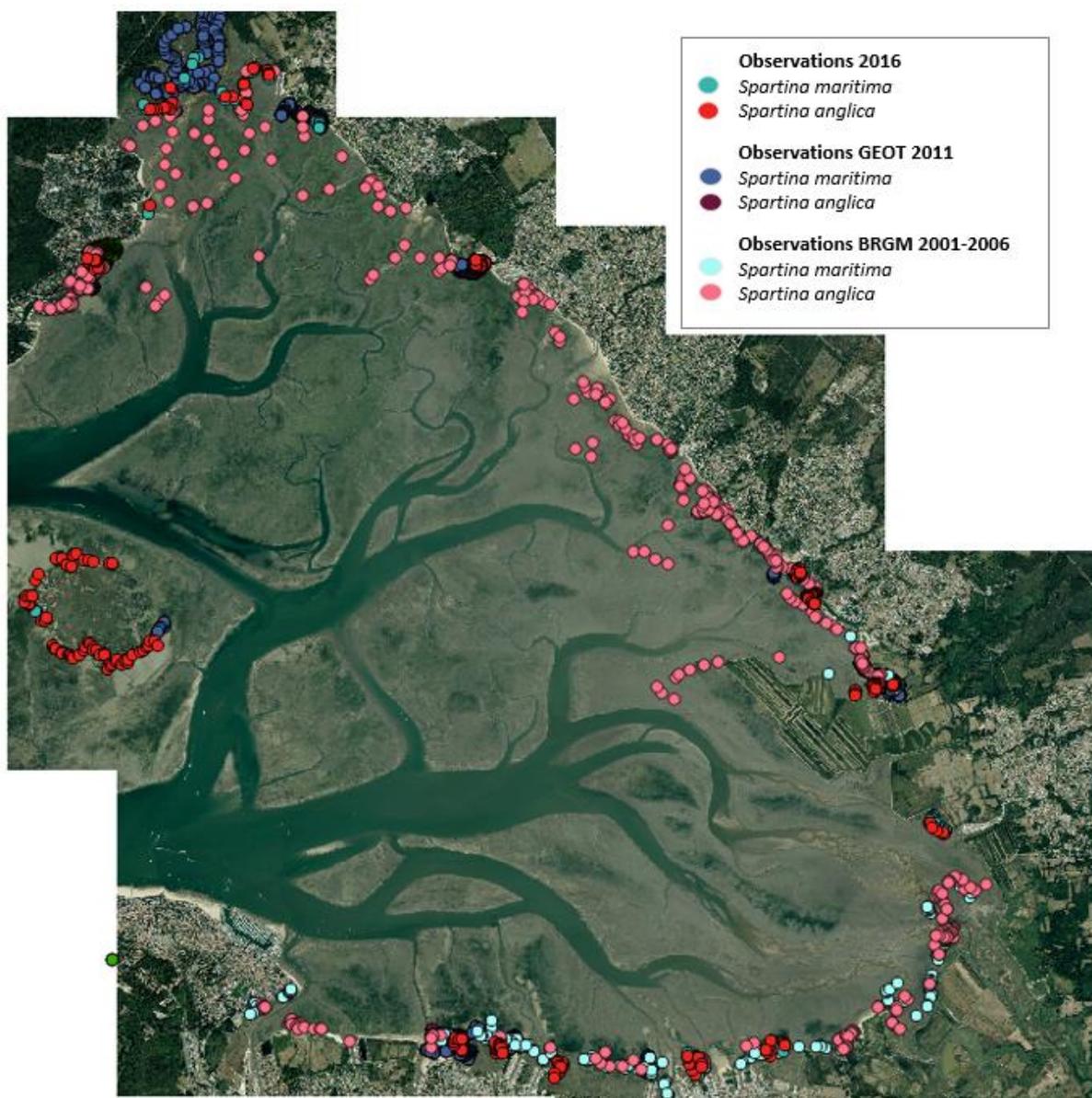


Figure 57. Synthèse des observations de spartines maritimes et anglaise opportunistes réalisées depuis 2001.

4.2.2 DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE SPARTINES ANGLAISES

Nous nous focalisons ici sur la colonisation par *Spartina anglica* des secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016. Il est à noter que l'introduction de *Spartina anglica* ne date que des années 70. Ainsi, on doit considérer l'évolution de cette espèce au cours de ces 40 dernières années et non 60 dernières années comme peut le suggérer la comparaison 1950-2016.

4.2.2.1 Bertic et Claouey

A Bertic (Figure 58) et à Claouey (Figure 59), la spartine anglaise est actuellement relativement peu représentée. Toutefois, à Claouey, de nombreux îlots apparus au nord de l'étendue de schorre ont été arrachés peu avant la prise de vue. Ce secteur reste sensible même si la carte produite ne peut pas en rendre compte.

Les îlots au large de Claouey ne montrent pas un développement particulier de *Spartina anglica*.

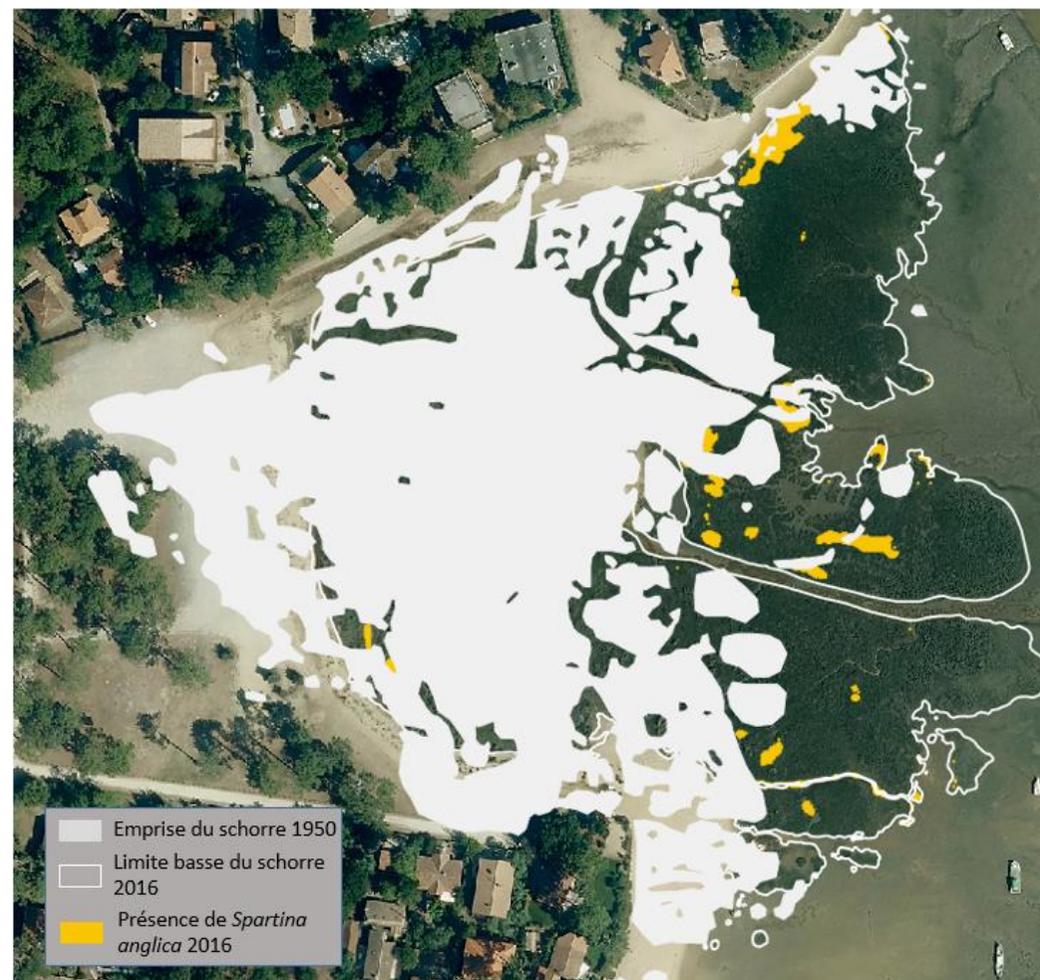


Figure 58. Présence de *Spartina anglica* à Bertic dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016

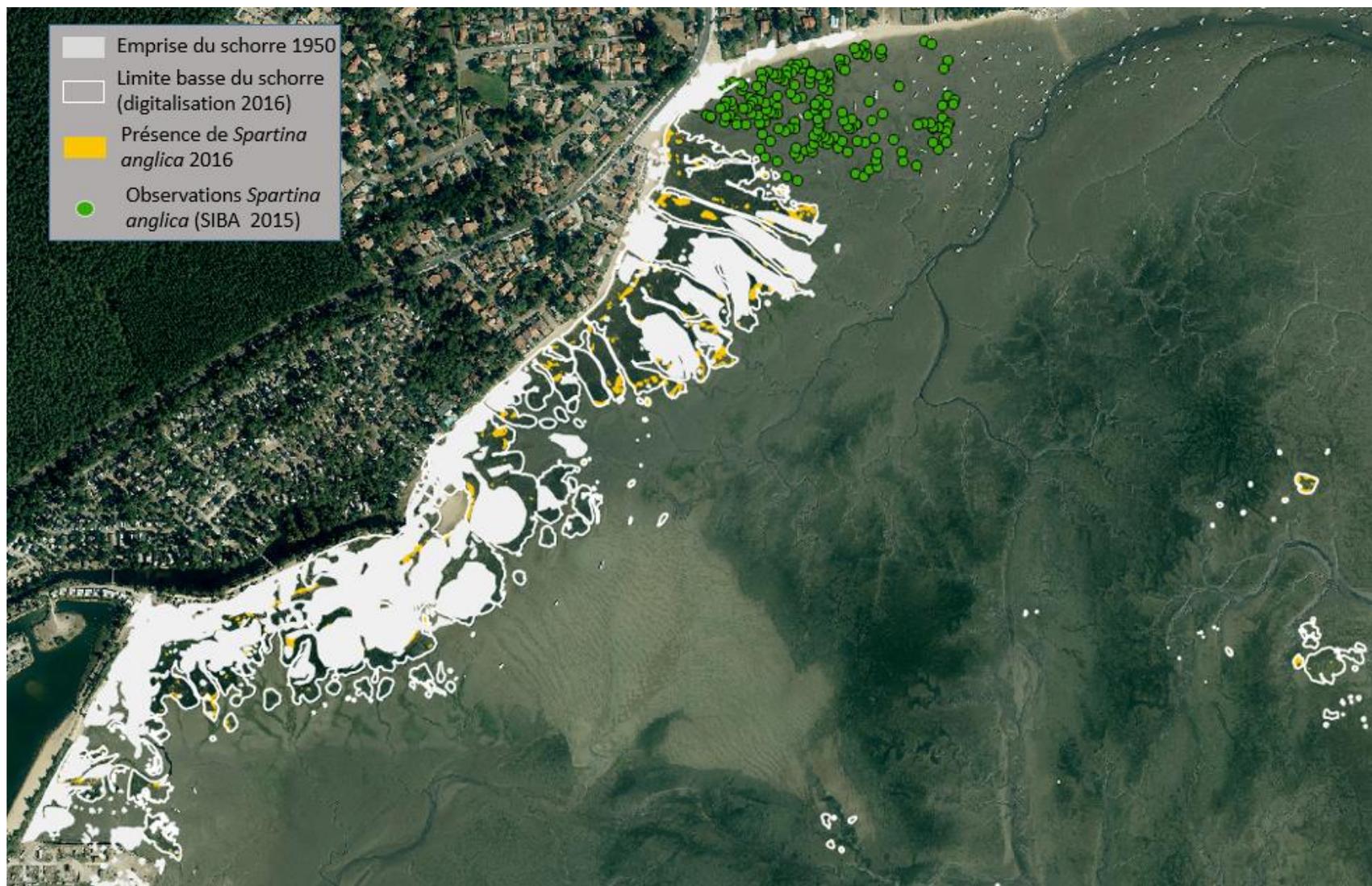


Figure 59. Présence de *Spartina anglica* à Clauvey dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016

4.2.2.2 Jane de Boy

Les spartines anglaises sont largement représentées dans les secteurs de schorre en développement, tant dans les étendues que dans les îlots vastes que les secteurs colonisant la haute slikke, au large du littoral (Figure 60).



Figure 60. Présence de *Spartina anglica* à Jane de Boy dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016

4.2.2.3 Réserve Naturelle Nationale Arès Lège Cap Ferret

Le schorre de la réserve montre une dynamique importante ces 65 dernières années. Celle-ci est dominée par l'implantation de vastes prairies de spartines anglaises (Figure 61). De très nombreux îlots disséminés sur la slikke s'y développent également (Figure 62).

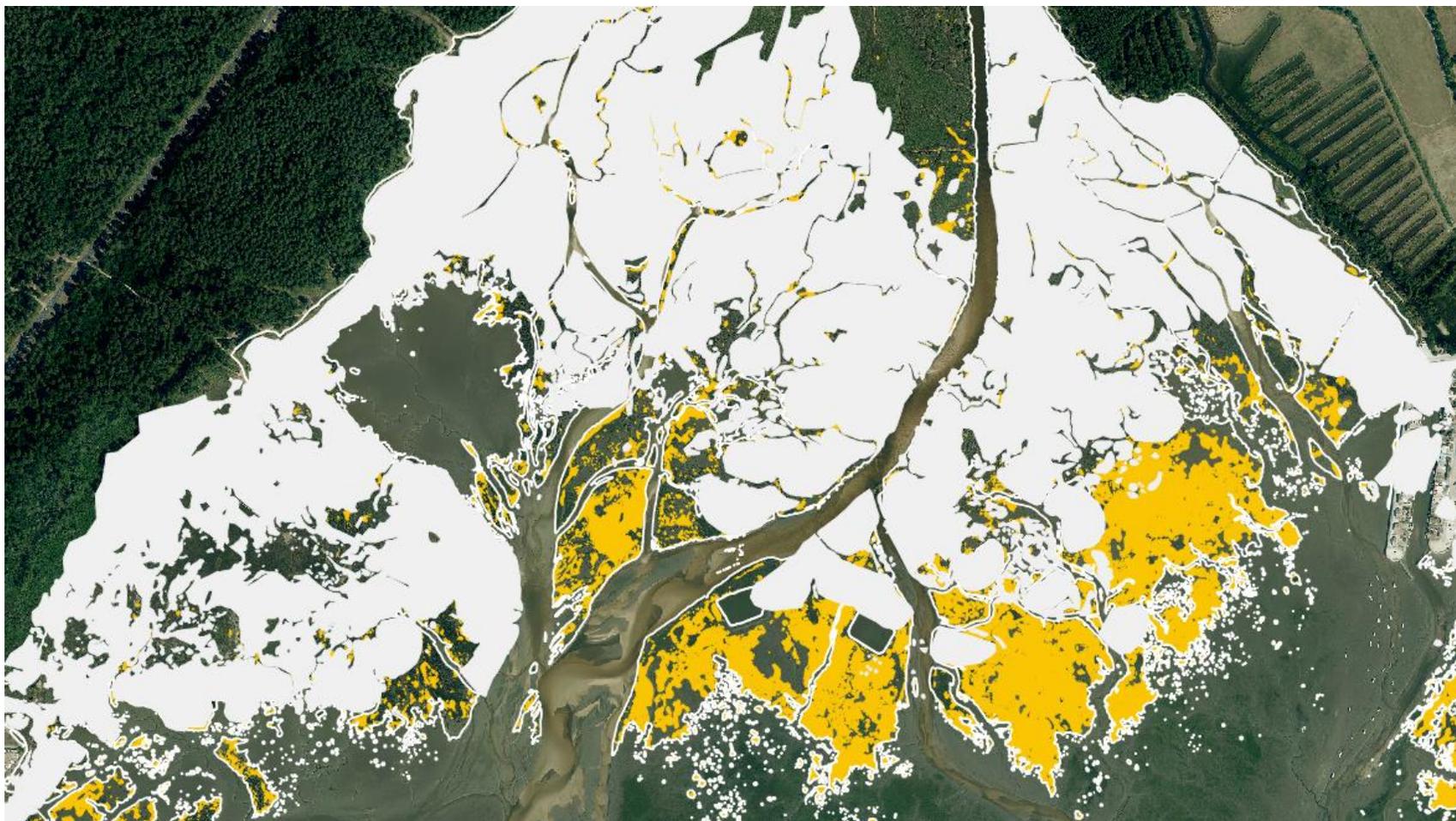


Figure 61. Présence de *Spartina anglica* à la réserve d'Arès Lège Cap-Ferret dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016

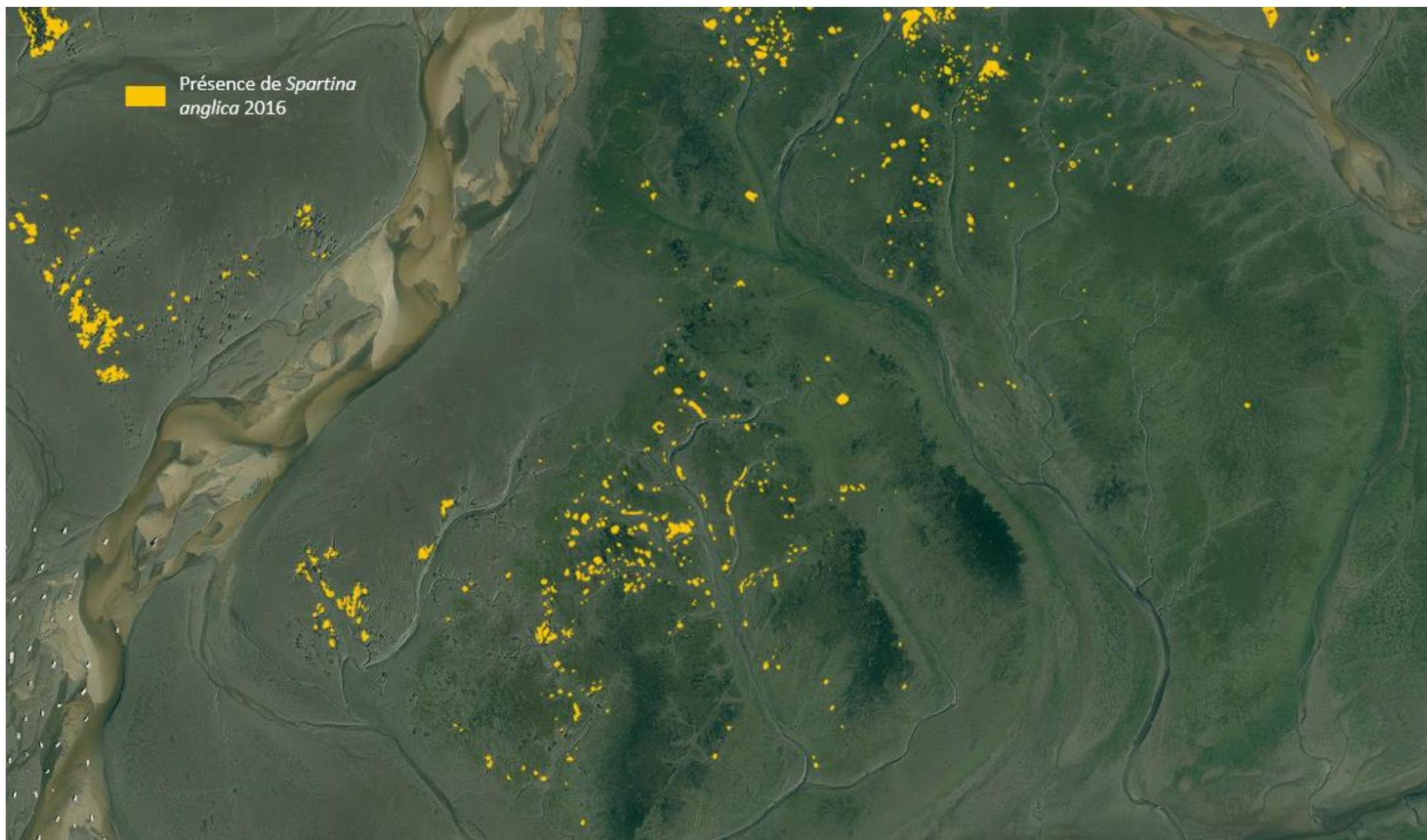


Figure 62. Zoom sur les îlots de *Spartina anglica* à la réserve d'Arès Lège Cap-Ferret dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016

4.2.2.4 Arès

Arès est l'un des secteurs où la dynamique du schorre est importante mais également rapide, visible y compris à l'échelle de cette dernière décennie. Cette dynamique est largement dominée par l'implantation de *Spartina anglica* au nord (à gauche, Figure 63) comme au sud (à droite, Figure 63) de la commune.

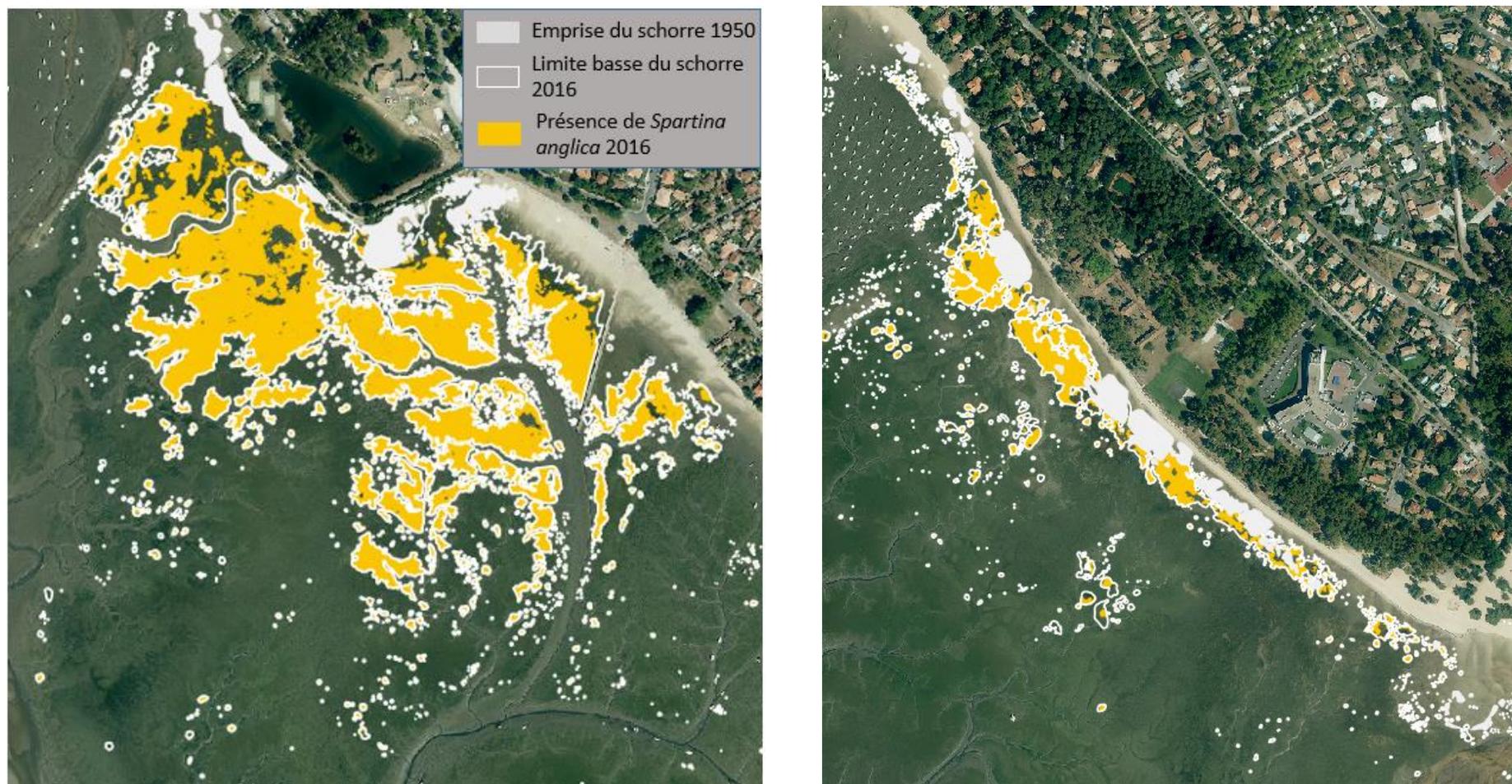


Figure 63. Présence de *Spartina anglica* à Arès dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016 (zoom Nord à gauche, zoom Sud à droite)

4.2.2.5 Andernos

A Andernos, les étendues de schorre sont développées moins massivement. *Spartina anglica* est présente dans les secteurs conquis par le schorre (Figure 64). Toutefois, des chantiers d'arrachage sont organisés régulièrement sur ce littoral, limitant le développement de l'espèce.

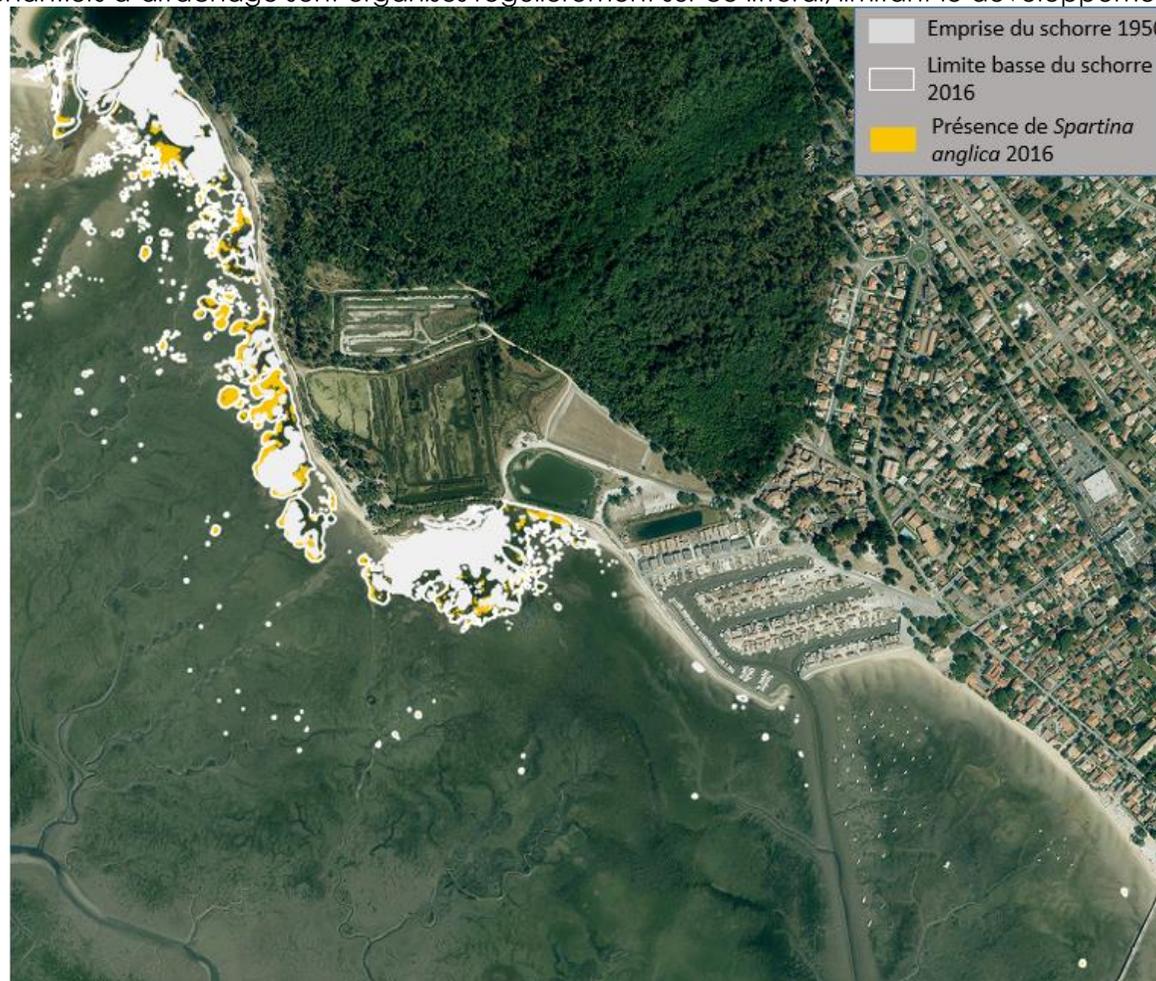


Figure 64. Présence de *Spartina anglica* à Andernos dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016

4.2.2.6 Lanton

A Lanton, la dynamique du schorre est en grande partie dominée par *Spartina anglica*. Les évolutions sont plus marquées au nord (Figure 65, à gauche) qu'au sud de la commune (Figure 65, à droite).

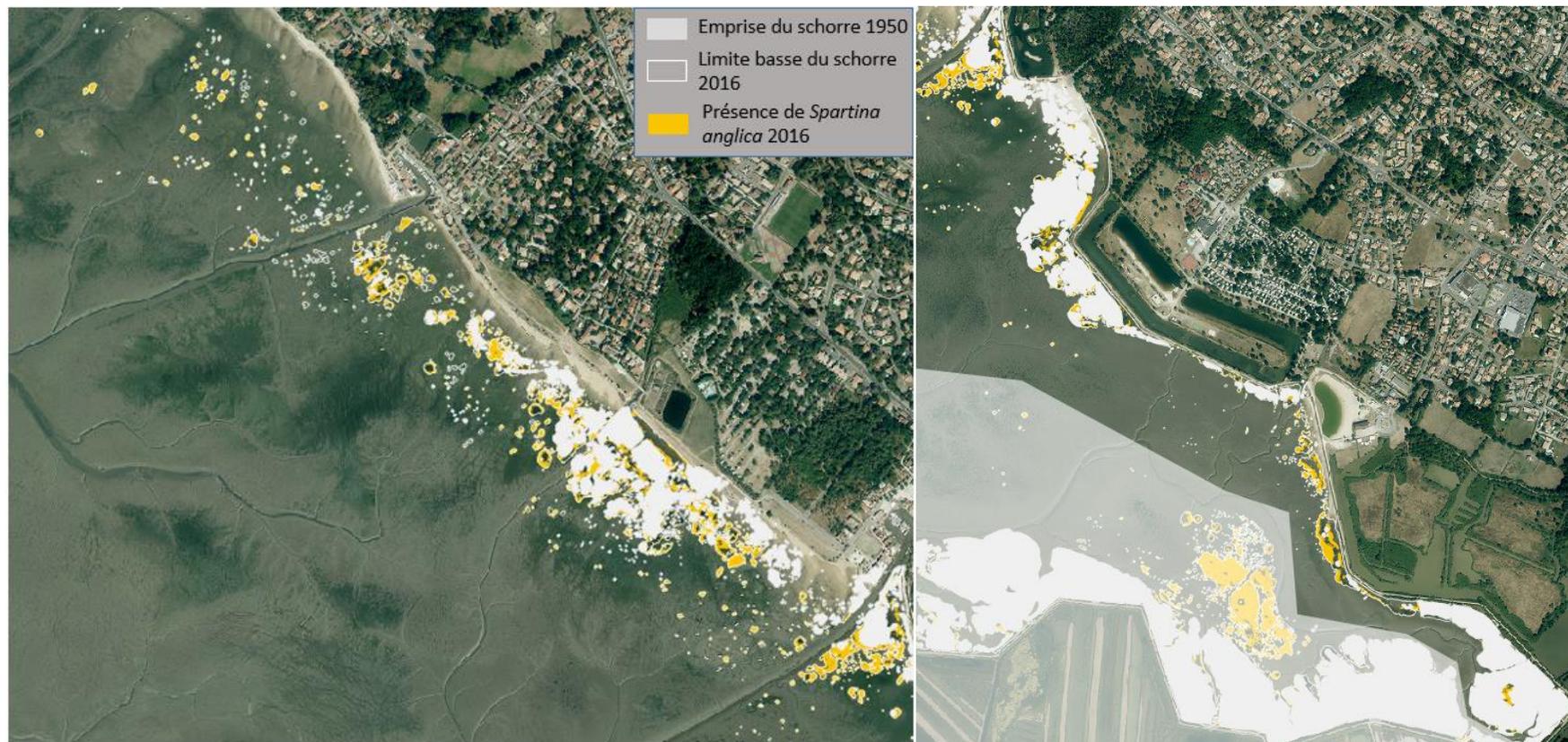


Figure 65. Présence de *Spartina anglica* à Lanton dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016 (Nord Lanton à gauche, Sud Lanton à droite)

4.2.2.7 Audenge

A Audenge, le schorre se développe principalement sous forme d'îlots de spartines anglaises (Figure 66).

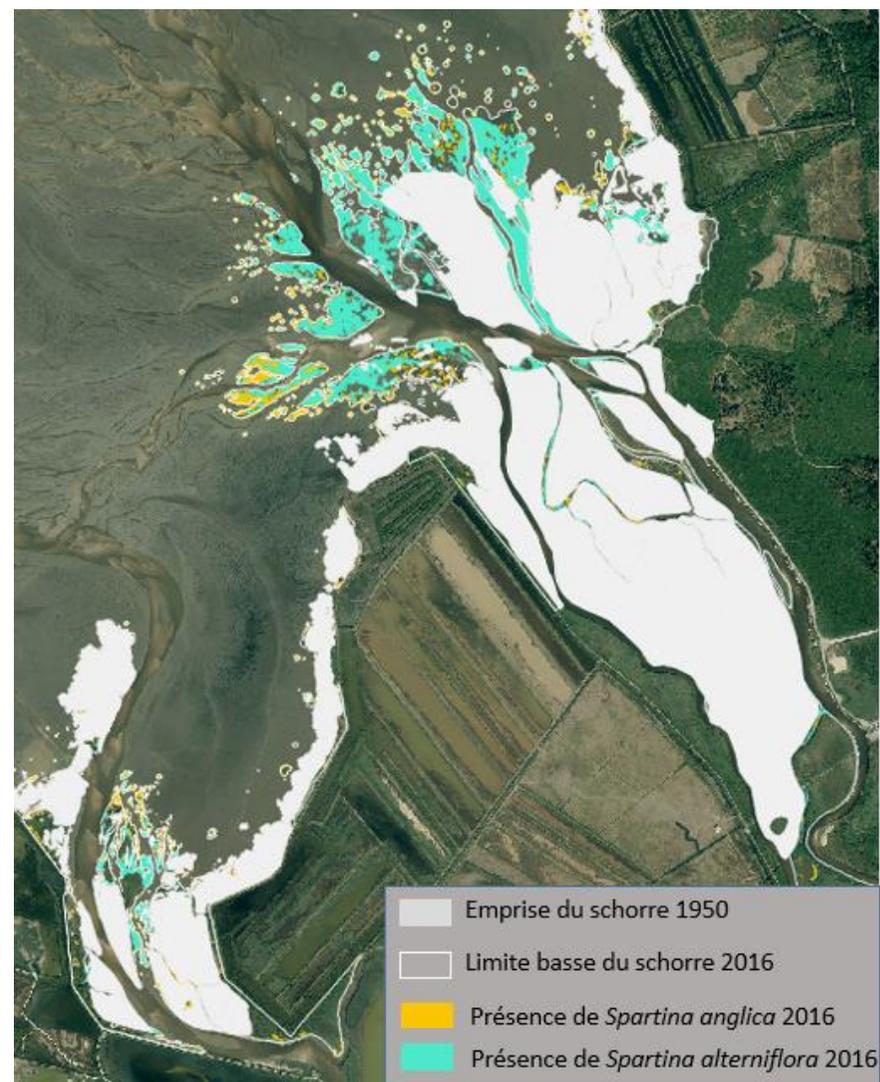


Figure 66. Présence de *Spartina anglica* à Audenge dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016

4.2.2.8 Le Teich/Biganos

Dans le secteur Teich Biganos, le schorre se développe rapidement, y compris ces dernières années. L'espèce *S. alterniflora* domine largement les zones nouvellement conquises (Figure 67). *Spartina anglica* est également présente, mais plus ponctuellement.

Figure 67. Présence de *Spartina anglica* dans le secteur Teich/Biganos dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016



4.2.2.9 Gujan et la Teste

Dans ces deux secteurs, le schorre se développe peu, mais de nombreux îlots relativement récents révèlent le développement de *Spartina anglica*, en particulier à l'est de la commune de Gujan (Figure 68).

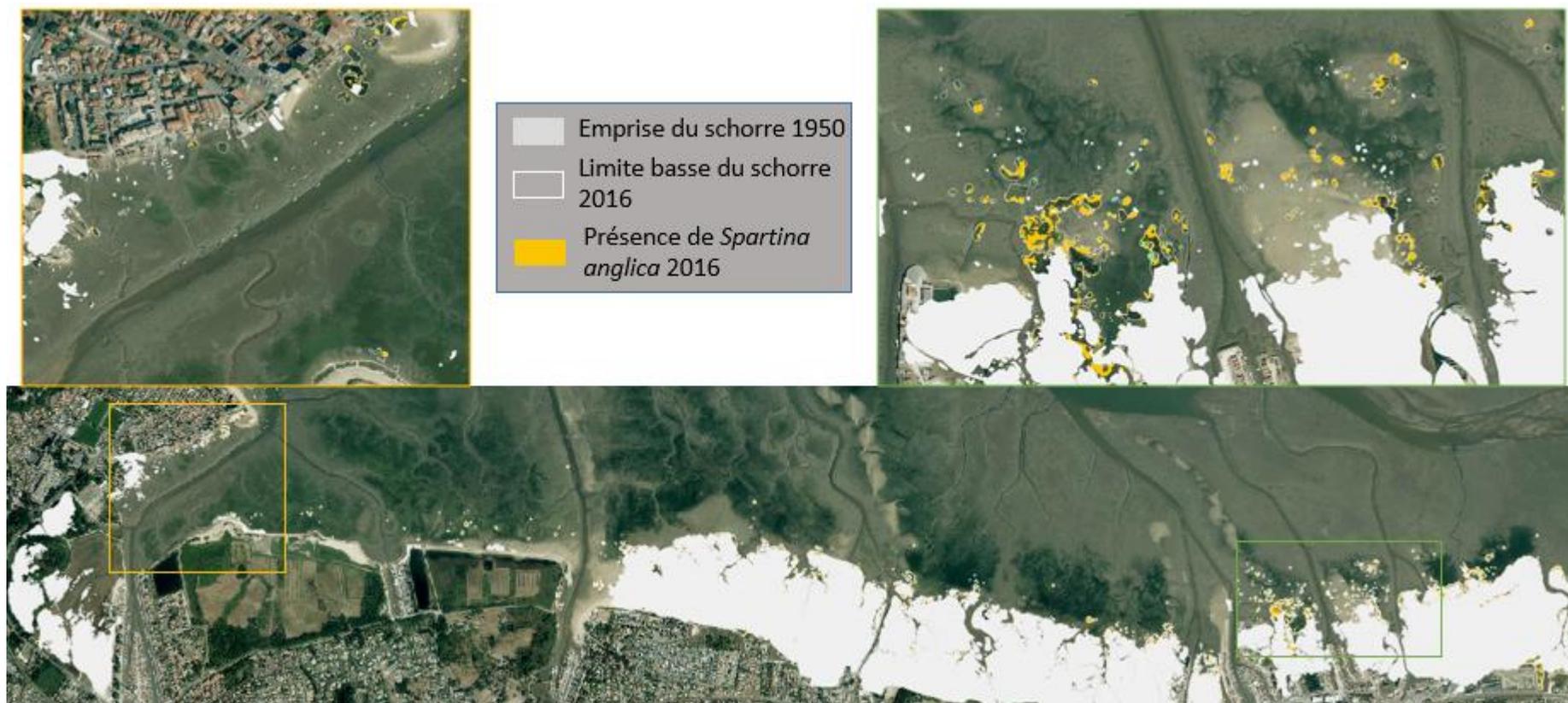
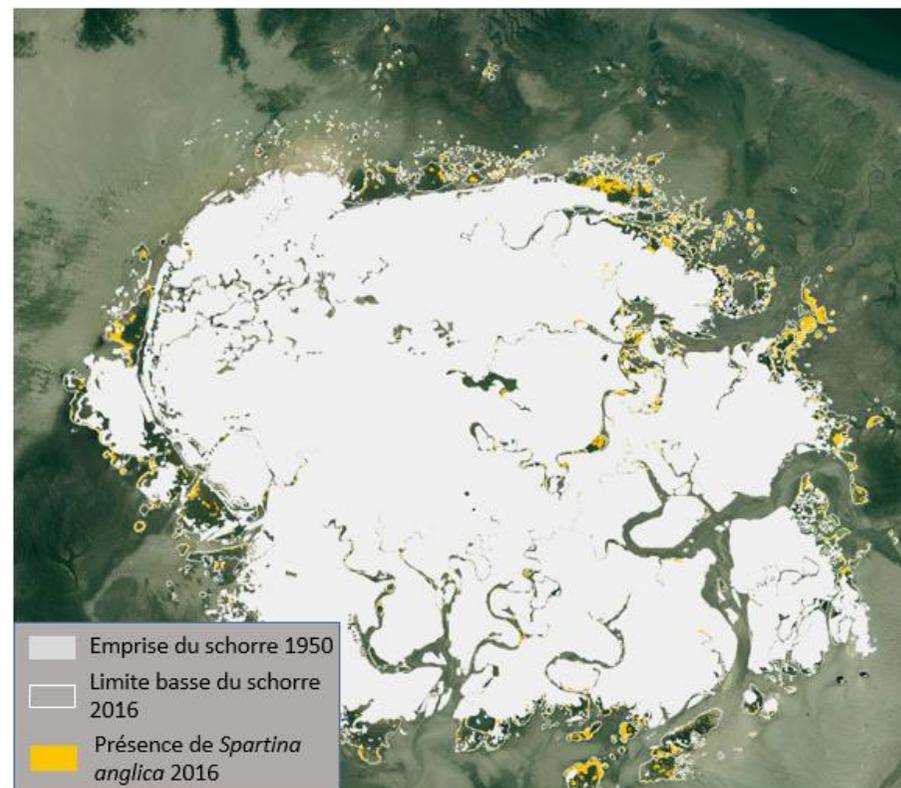


Figure 68. Présence de *Spartina anglica* à Gujan Mestras et La Teste dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016

4.2.2.10 Ile aux Oiseaux

Spartina anglica partage avec d'autres espèces typiques du schorre les espaces nouvellement conquis par ce dernier dans le secteur de l'Ile aux Oiseaux (Figure 69).

Figure 69. Présence de *Spartina anglica* à l'Ile aux Oiseaux dans les secteurs conquis par le schorre entre 1950 et 2016



4.2.3 BILAN

Les secteurs où *Spartina anglica* se développe majoritairement se situent au nord et à l'est du Bassin d'Arcachon, depuis l'ouest de la Réserve d'Arès Lège Cap Ferret (Jane de Boy) jusqu'à Lanton. Claouey doit être également considéré comme un secteur préoccupant, même si les cartes ne rendent pas compte de développements récents, un vaste secteur d'îlots ayant été récemment arraché.

Ces secteurs sont également décrits comme présentant une limite inférieure du schorre en évolution rapide depuis 1950, particulièrement marqué, dans les cas d'Arès et de Lanton, au cours de la dernière décennie. Les arrachages réalisés à Andernos sont susceptibles de masquer l'évolution récente de *Spartina anglica*.

4.3 PRIORISATION DES ACTIONS DE GESTION

Afin de prioriser des actions de gestion, les données disponibles sur le territoire du Bassin d'Arcachon telles que le développement et/ou le maintien des activités socio-économiques, la biodiversité et la protection contre les aléas submersion / érosion ont été traitées par secteur.

Pour le développement et/ou le maintien des activités économiques, les données suivantes ont été obtenues :

- Les plages : il s'agit des sites de baignades surveillés par l'Agence Régionale de Santé (ARS) en 2016 ;
- Les zones de mouillages : cette information est fournie par les communes, la dernière actualisation date de 2014 ;
- L'activité ostréicole : 2 types d'informations ont été acquis. Les surfaces concédées exploitées et les surfaces cadastrées non concédées / exploitées.

Certaines informations ne sont pas disponibles et limitent l'analyse proposée pour cette étude. En effet, pour la biodiversité, seule la répartition des herbiers à *Zostera noltei* réalisée en 2012 a pu être comparée à l'évolution de la spartine anglaise.

Concernant la protection contre les aléas submersion / érosion, seules des données bathymétriques de 2010 (DDTM) ont été obtenues limitant l'interprétation des cartes.

Les analyses sont présentées par secteur et un tableau récapitulatif reprendra les principaux résultats.

4.3.1 BERTIC ET CLAOUÉY

4.3.1.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

Sur les sites de Claouey et de Bertic, une plage est surveillée par l'ARS (Figure 70). Mais, deux autres plages sont présentes. Il s'agit de la plage de Bertic et de la plage de la Croix des Marins à Claouey. Ces deux plages sont distantes de seulement 150 m.

Quatre zones de mouillages sont répertoriées à proximité immédiate de Bertic et de Claouey.

5 parcs cadastrés concédés exploités se trouvent à proximité immédiate de ce site. Une vingtaine de parcs non concédés se trouvent autour de ce secteur à proximité ou sur des zones à *Zostera noltei*.

4.3.1.2 Zostère

Zostera noltei est présente autour des zones où la spartine anglaise a été observée. Notamment à Claouey, où plusieurs zones à *Zostera noltei* et des îlots de spartines anglaises se succèdent. Dans ces zones, la zostère naine (*Zostera noltei*) a une densité de recouvrement de 25 % à 75 % du substrat.

4.3.1.3 Bathymétrie

A proximité de Bertic, l'isobathe maximale observée au plus près des côtes est de 2 m, mais elle varie entre 1 et 2 m selon les secteurs le long de Bertic et de Claouey.

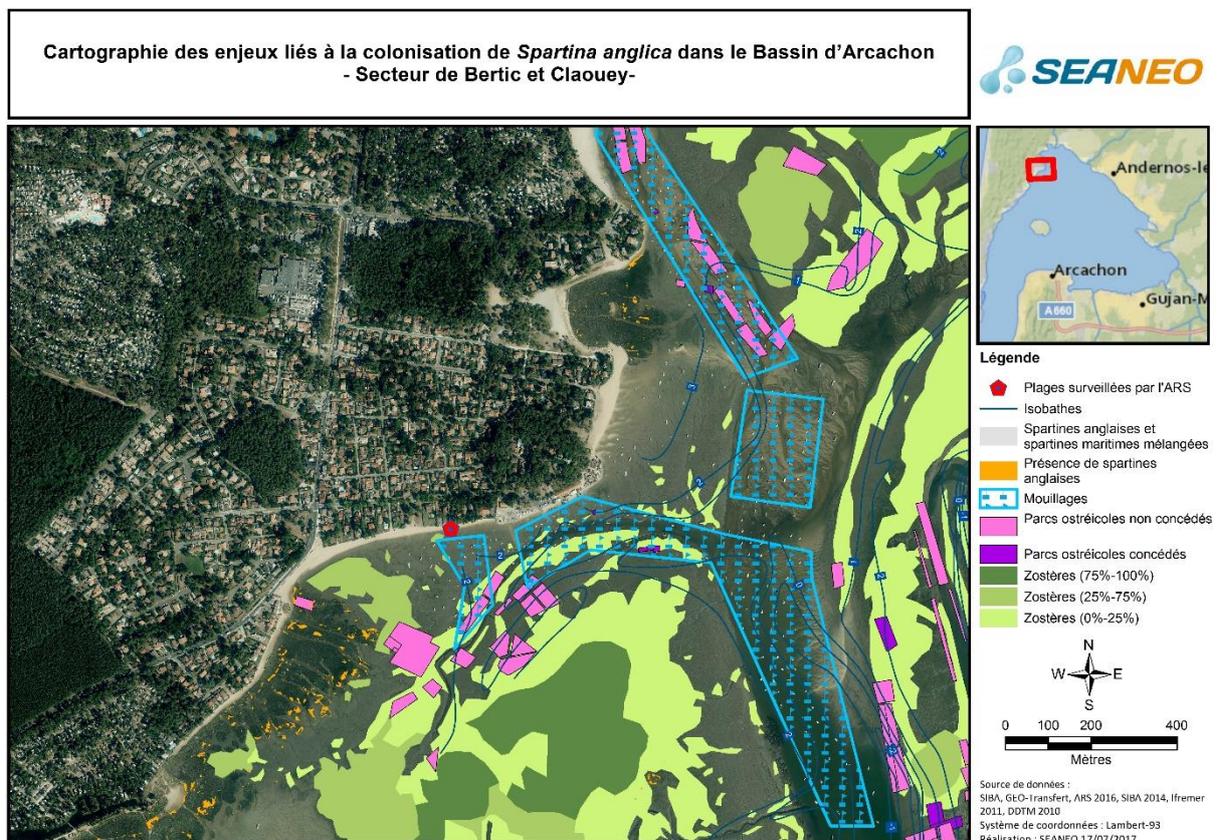


Figure 70. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur de Bertic et Claouey

4.3.1.4 Bilan

Sur le secteur de Bertic/Claouey, plusieurs enjeux sont présents. Cependant, en 2016, peu de spartines anglaises ont été cartographiées. Le niveau de contrainte de la spartine anglaise vis-à-vis des aspects socio-économiques et biologiques étudiés peut donc actuellement être qualifié de moyen. En revanche, compte tenu du chantier d'arrachage mécanique effectué récemment (2015), il est probable que si des chantiers d'arrachage manuels ne sont pas mis en place, ce niveau de contrainte puisse rapidement évoluer.

4.3.2 JANE DE BOY

4.3.2.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

Sur le site de Jane de Boy, la plage des Pastourelles est non surveillée par l'ARS (Figure 71).

Une zone de mouillage est également localisée devant la plage des Pastourelles, dans le prolongement de la zone de mouillage répertoriée devant Bertic.

L'ensemble des zones du cadastre ostréicole à proximité de Jane de Boy ne sont actuellement pas concédées.

4.3.2.2 Zostère

Sur le site de Jane de Boy, peu de zones à *Zostera noltei* sont présentes et le pourcentage de recouvrement des surfaces observées est faible (25 %).

4.3.2.3 Bathymétrie

Aucune donnée à proximité de ce site n'est disponible.

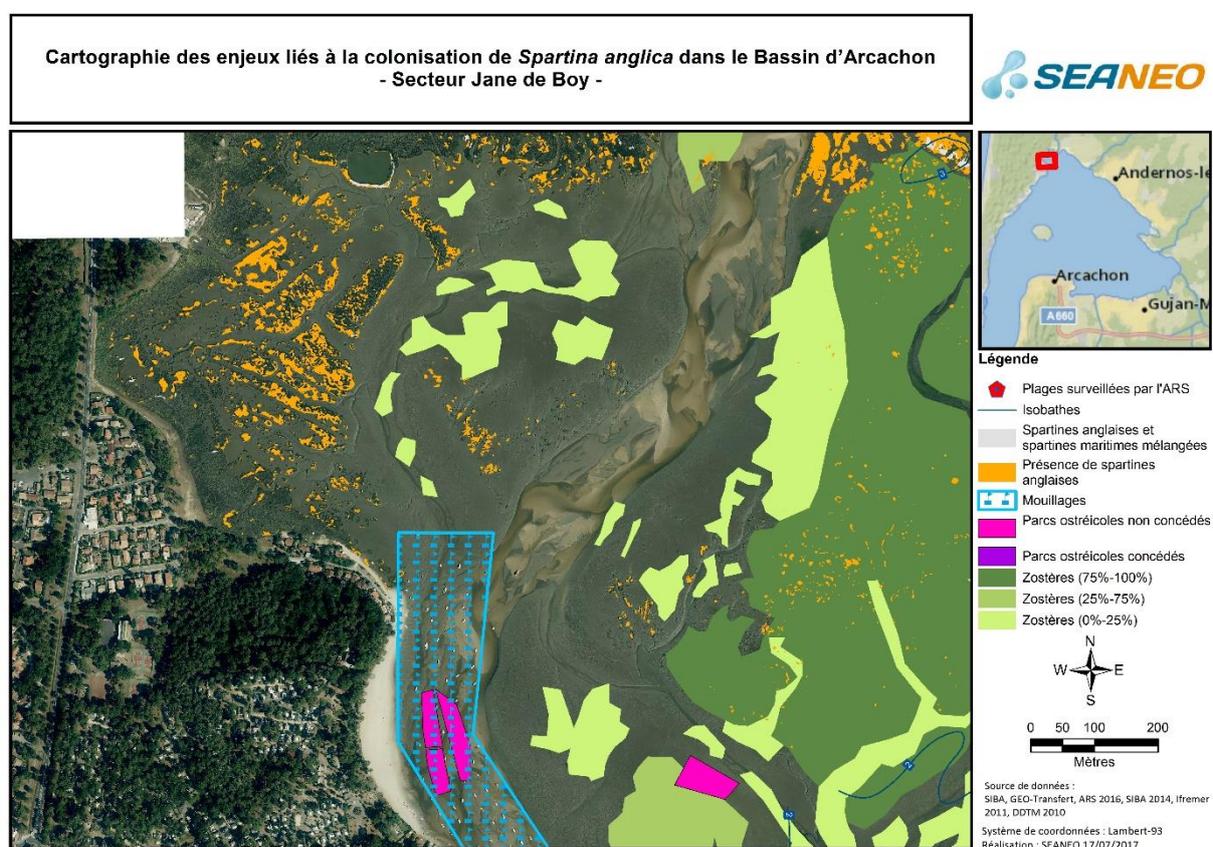


Figure 71. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur Jane de Boy

4.3.2.4 Bilan

Sur le secteur de Jane de Boy, la spartine anglaise ne menace pas directement les zones à enjeux. Le niveau de contrainte de la spartine anglaise, vis-à-vis des aspects socio-économiques et biologiques étudiés, peut donc actuellement être qualifié de faible.

4.3.3 RESERVE NATURELLE NATIONALE ET ARES LEGE CAP FERRET

4.3.3.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

Sur ce secteur constitué principalement par une zone protégée, aucune zone de mouillage, aucune plage et aucun parc ostréicole ne sont observés (Figure 72).

4.3.3.2 Zostères

Quelques zones à *Zostera noltei* sont observées sur ce site. La plupart des surfaces observées sont densément peuplées (recouvrement > 75 %).

4.3.3.3 Bathymétrie

Les isobathes sur ce secteur ne sont pas très nombreuses mais les plus proches observées indiquent un niveau maximal de 3 m.

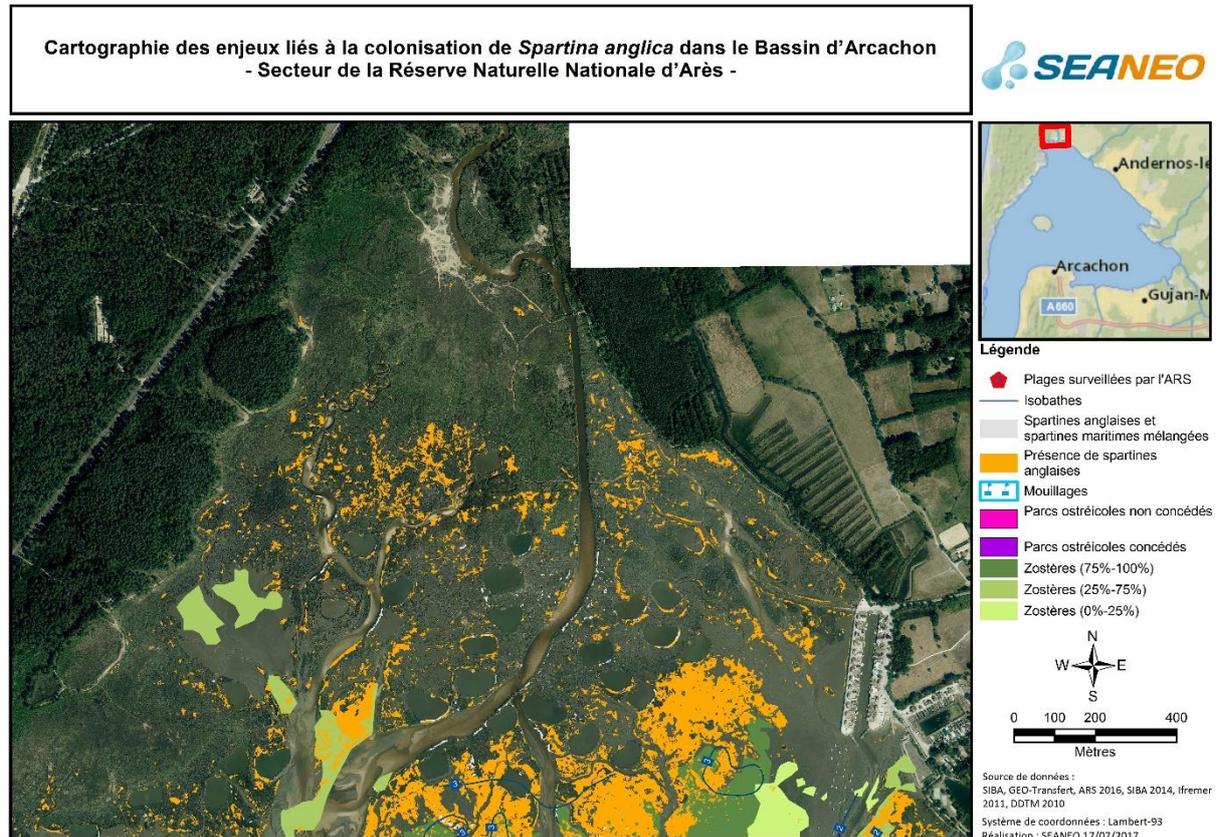


Figure 72. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur de la Réserve Naturelle Nationale d'Arès Lège Cap-Ferret

4.3.3.4 Bilan

En l'absence d'enjeux liés aux activités socio-économiques (parcs, ostréicoles, zones de baignades ou de mouillages), le niveau de contrainte de la spartine anglaise vis-à-vis de ces aspects est donc faible. En revanche, la spartine anglaise est bien présente dans ce secteur et est directement en contact avec herbiers à *Zostera noltei*. Le niveau de contrainte de la spartine anglaise sur l'aspect biologique peut être considéré comme fort.

4.3.4 ARES

4.3.4.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

Sur la commune d'Arès, 3 plages sont répertoriées : la baignade Saint Brice, la plage du Bassin et la plage de la Lagune (Figure 73).

Sur la commune, 2 zones de mouillages sont répertoriées à proximité du club nautique d'Arès.

Quinze parcs concédés et 5 parcs non concédés se trouvent à proximité immédiate de ce site.

4.3.4.2 Zostères

Zostera noltei est très représentée sur ce site. Certains secteurs sont denses (100 %) alors que d'autres zones le sont un peu moins avec un pourcentage de recouvrement entre 25 et 75 %. Ces dernières sont souvent à proximité immédiate des spartines et elles sont parfois entremêlées.

4.3.4.3 Bathymétrie

A proximité d'Arès, le niveau bathymétrique observé sur la côte est compris entre 2 et 3 m.

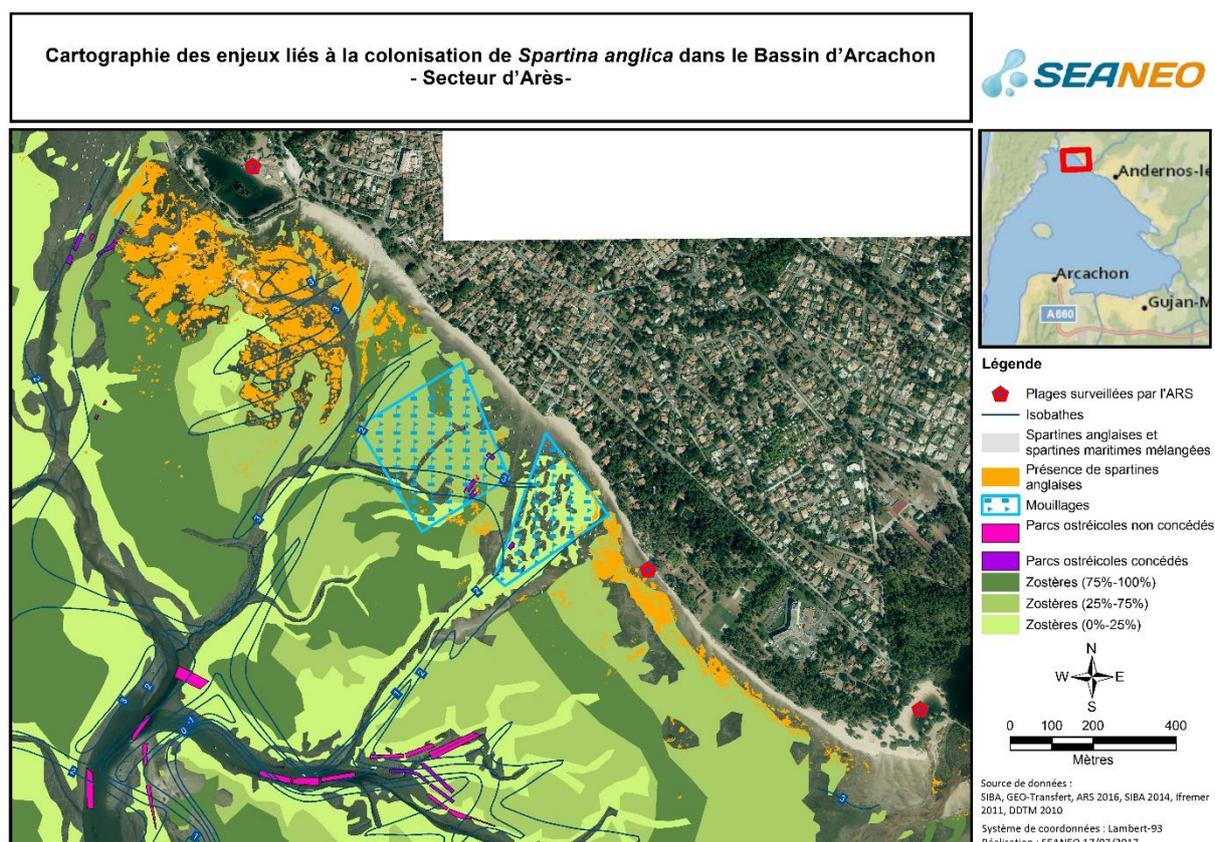


Figure 73. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur d'Arès

4.3.4.4 Bilan

De nombreux enjeux sont présents sur le secteur d'Arès et les massifs de spartines anglaise y sont très étendus. Le niveau de contrainte de la spartine anglaise vis-à-vis des aspects socio-économiques et biologiques étudiés peut donc actuellement être qualifié de fort.

4.3.5 ANDERNOS

4.3.5.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

Sur la commune d'Andernos, une seule zone de baignade est surveillée par l'ARS (Figure 74). Cependant, cette commune répertorie sur son site internet 4 plages : la plage de l'Etoile, la plage du Bety, la plage de la jetée et la plage du port ostréicole.

Six zones de mouillages sont répertoriées le long de la commune.

A proximité immédiate de ce site, se trouvent un parc concédé exploité et un autre dans une zone plus éloignée. Environ 10 parcs sont non concédés sur ce site. L'ensemble de ces parcs sont dans des secteurs proches de ceux de *Zostera noltei*.

4.3.5.2 Zostères

A Andernos, *Zostera noltei* est relativement bien représentée sur l'ensemble de la frange littorale. Beaucoup de secteurs représentés sont recouverts entre 25 % et 75 %. Les secteurs recouverts à 100 % sont moins nombreux.

4.3.5.3 Bathymétrie

A Andernos, l'isobathe maximale observée est de 3 m.

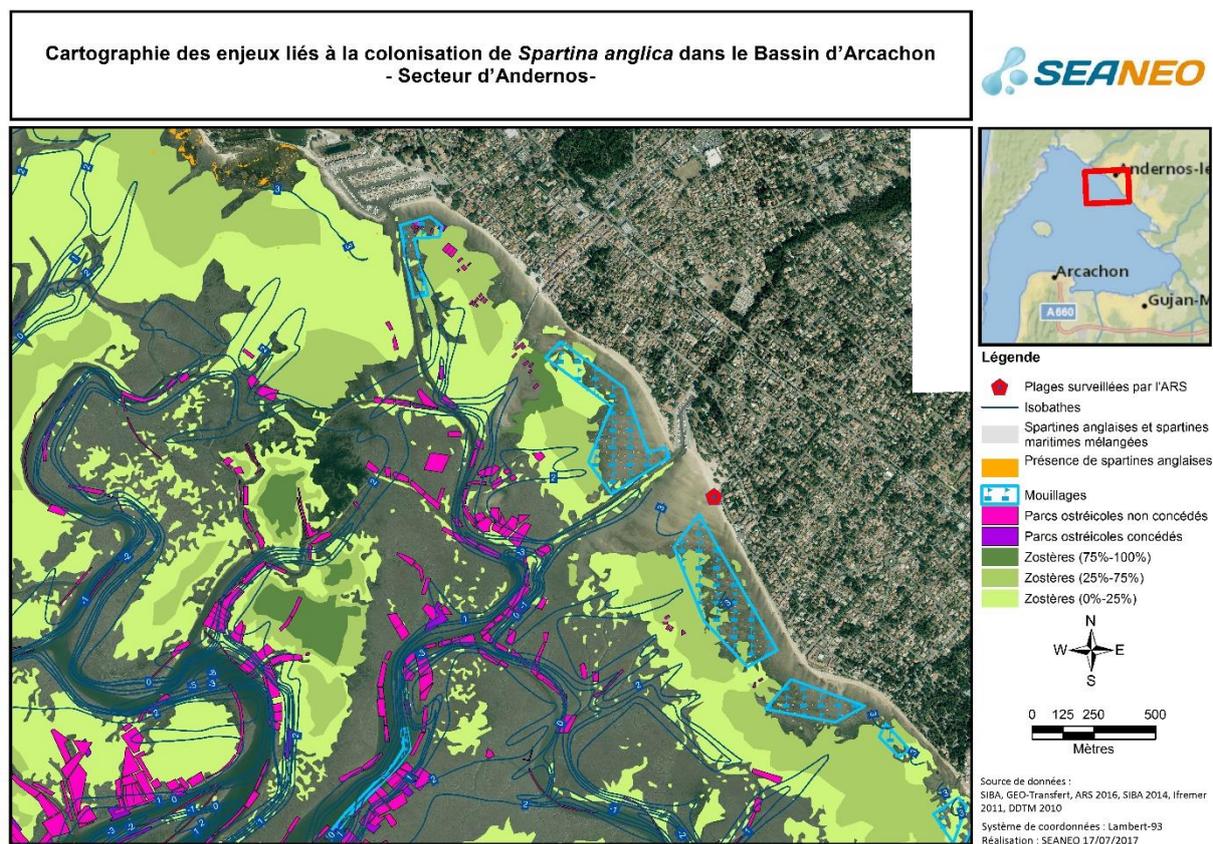


Figure 74. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur d'Andernos

4.3.5.4 Bilan

Peu de spartines anglaises sont présentes sur le littoral d'Andernos. Ce constat est le résultat d'actions de lutte régulières contre la spartine anglaise. Au vu des chantiers d'arrachages manuels réalisés annuellement et des nombreux enjeux présents sur ce secteur, le niveau de contrainte de la spartine anglaise vis-à-vis des aspects socio-économiques et biologiques étudiés, peut donc actuellement être qualifié de moyen. Cependant celui-ci pourrait potentiellement être fort si les opérations de maîtrise de la spartine anglaise venaient à s'arrêter.

4.3.6 LANTON

4.3.6.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

La commune de Lanton dispose de 3 zones de baignades contrôlées par l'ARS (Figure 75). Cependant, la mairie fait état de 4 plages : la plage de Suzette, de Cassis, de Taussat et d'un bassin de baignade.

Trois zones de mouillage sont répertoriées le long du littoral de la commune.

Concernant l'activité ostréicole, environ 30 zones non concédées sont présentes le long de la commune de Lanton et environ 10 parcs sont des zones concédées.

4.3.6.2 Zostères

Zostera noltei est présente tout le long du littoral de la commune de Lanton. Les surfaces référencées sont généralement recouvertes à 25 ou 75 %. Au nord de la commune, elle est mieux représentée qu'au sud de la commune. Elle est en général à proximité immédiate de la spartine anglaise.

4.3.6.3 Bathymétrie

Au nord de la commune, la bathymétrie atteint jusqu'à 3 m alors qu'au sud de la commune, les fonds atteignent seulement 2 m au plus près de la côte.

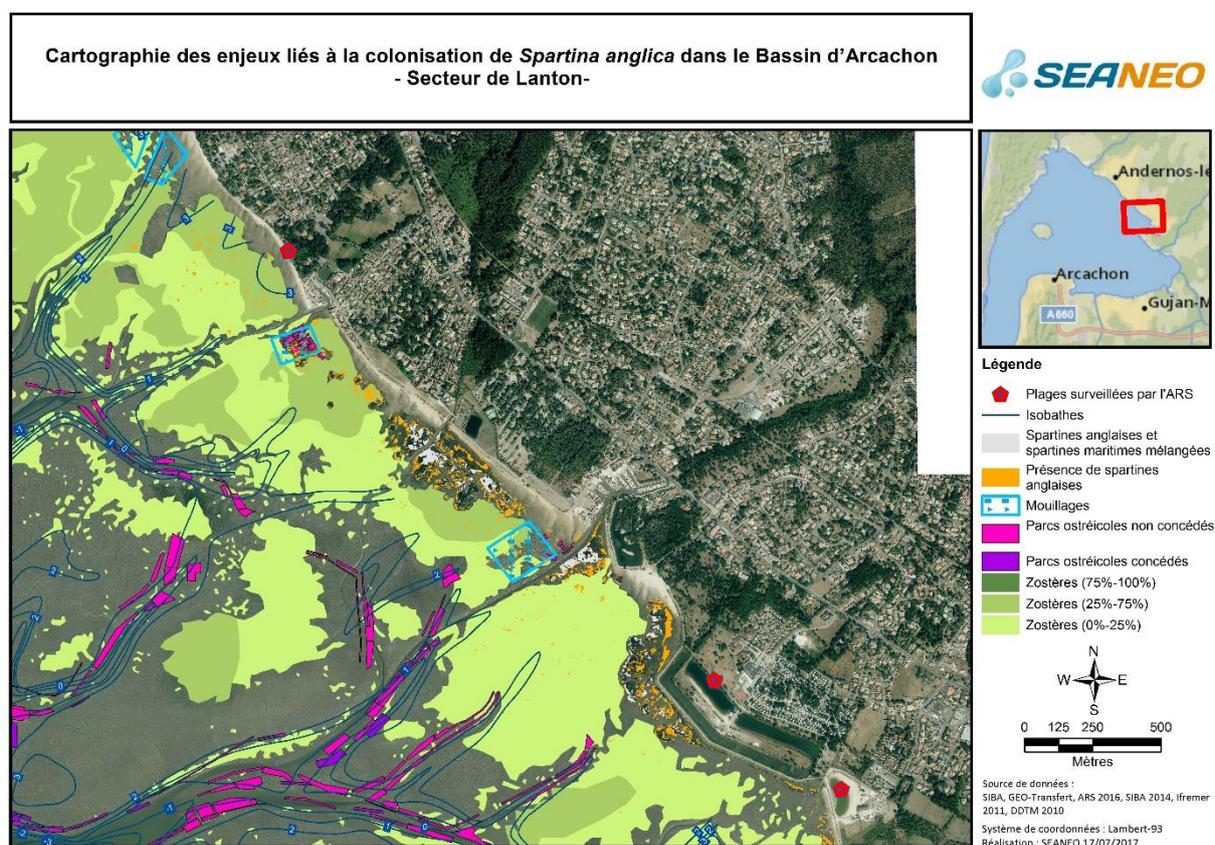


Figure 75. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur de Lanton

4.3.6.4 Bilan

De nombreux enjeux sont présents sur le secteur de Lanton. Les massifs de spartines anglaises sont à proximité directe des zones à *Zostera noltei*, de certaines plages et de zones de mouillages. Le niveau de contrainte de la spartine anglaise vis-à-vis des aspects socio-économiques et biologiques étudiés peut donc être potentiellement fort.

4.3.7 AUDENGE

4.3.7.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

La commune d'Audenge dispose de 2 zones de baignades contrôlées par l'ARS (Figure 76). Il s'agit du bassin Ortel et de la plage de Graveyron.

Aucune zone de mouillage n'est déclarée sur la commune d'Audenge.

Les activités ostréicoles sont légèrement excentrées par rapport à la commune. Elles se trouvent un peu plus loin de la côte. Parmi elles, environ 20 zones ostréicoles concédées sont exploitées et environ 40 zones ne sont pas concédées.

4.3.7.2 Zostères

Zostera noltei est bien représentée le long de la commune. En général, les zones cartographiées sont occupées à 25 ou à 75 % par la zostère naine et plus rarement quelques surfaces sont occupées à 100 % par cette plante.

4.3.7.3 Bathymétrie

Le niveau bathymétrique moyen connu le plus près des côtes d'Audenge est compris entre 2 et 3 m.

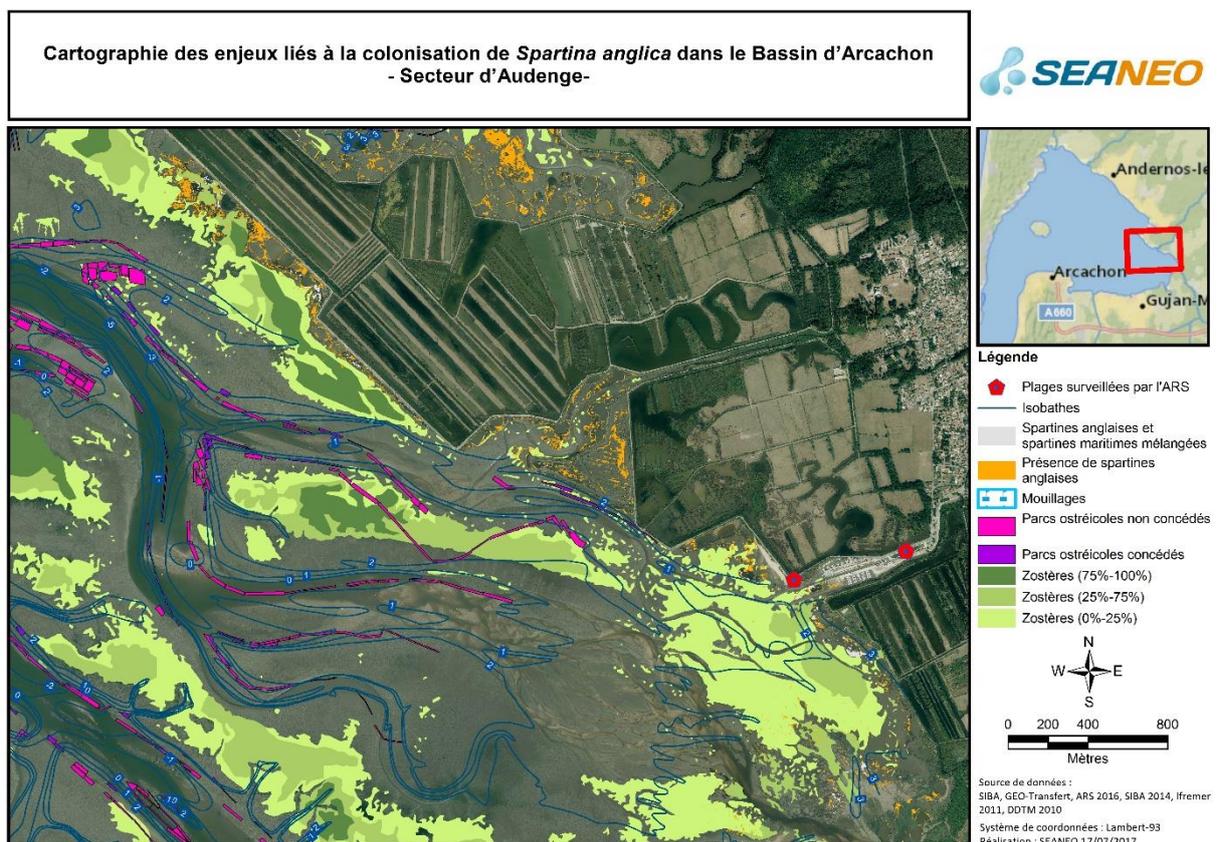


Figure 76. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur d'Audenge

4.3.7.4 Bilan

La spartine anglaise est présente sur tout le littoral d'Audenge, sous forme de massifs ou d'îlots, majoritairement de petites tailles. Ces derniers sont parfois situés à proximité de zones à enjeux écologiques (présence de *Zostera noltei*) ou socio-économiques (plages). Le niveau de

contrainte de la spartine anglaise peut donc être qualifié de moyen. En revanche, sur ce secteur, les domaines de Certes et de Graveyron sont soumis au risque de submersion (Goeldner-Gianella et Bertrand, 2013). La spartine anglaise peut donc jouer un rôle important de protection.

4.3.8 LE TEICH / BIGANOS

4.3.8.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

Aucune plage, hors baignades aménagées, n'est recensée ou surveillée par l'ARS sur les communes de Biganos et du Teich (Figure 77).

Une seule zone de mouillage est déclarée sur la commune de Biganos. Il s'agit de bateaux situés sur l'Eyre avant le port de Biganos.

Aucun parc ostréicole concédé ou non n'est présent sur les 2 communes.

4.3.8.2 Zostères

De nombreuses zones à *Zostera noltei* apparaissent notamment sur la commune de Biganos. Ces zones sont parfois en compétition avec la spartine anglaise. Suivant les secteurs, *Zostera noltei* recouvre 25, 75 ou 100 % des surfaces cartographiées.

4.3.8.3 Bathymétrie

Le niveau moyen connu le plus près des côtes du Teich est compris entre 1 et 2 m alors que sur la commune de Biganos ce niveau moyen est compris entre 2 et 3 m.

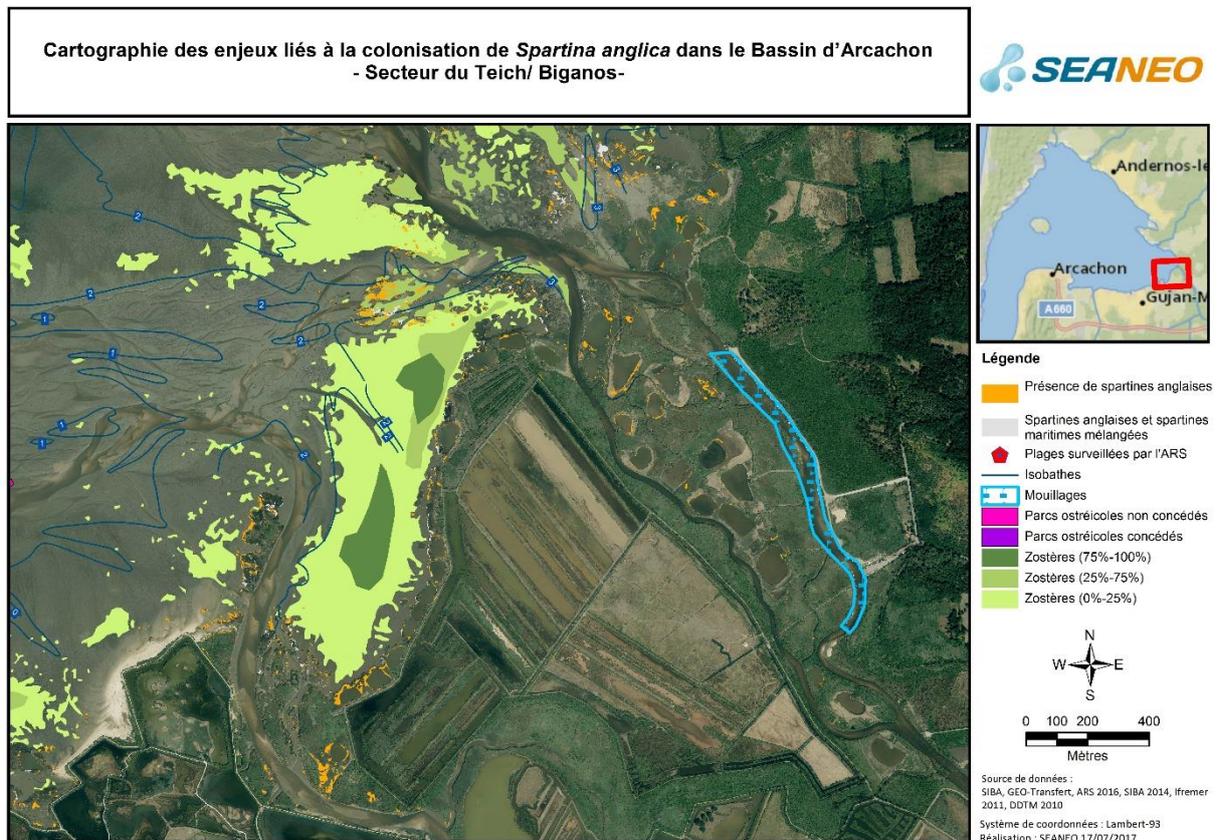


Figure 77. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur du Teich / Biganos

4.3.8.4 Bilan

La colonisation de la spartine anglaise est faible sur ce secteur. Malgré la présence de zones à *Zostera noltei*, le niveau de contrainte de la spartine anglaise vis-à-vis des aspects socio-économiques et biologiques étudiés, peut donc être qualifié de faible.

4.3.9 GUJAN ET LA TESTE (HORS CAZAUX)

4.3.9.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

Sur la commune de Gujan Mestras, 3 plages sont suivies par l'ARS (Figure 78). Il s'agit de la plage de la Hume, de la plage de Larros et d'une plage à proximité du port de la Barbotière. Sur la commune de La Teste, aucune plage n'est surveillée par l'ARS au niveau du Bassin d'Arcachon.

Sur la commune de La Teste, deux zones de mouillages existent: la première au niveau du littoral de Pyla-sur-Mer et la seconde au niveau de l'Anse de l'Aiguillon à l'est d'Arcachon. En revanche, aucune zone de mouillage n'est présente à proximité directe d'un secteur à spartines anglaises.

Les parcs ostréicoles concédés et exploités sont plus importants sur cette partie du Bassin que sur le reste des zones observées (plus de 50 zones concédées). Plus de 50 parcs non concédés sont également présents.

4.3.9.2 Zostères

Zostera noltei est largement présente et de façon très dense. En effet, de nombreuses surfaces observées ont un pourcentage de recouvrement compris entre 75 et 100 % notamment sur la commune de la Teste.

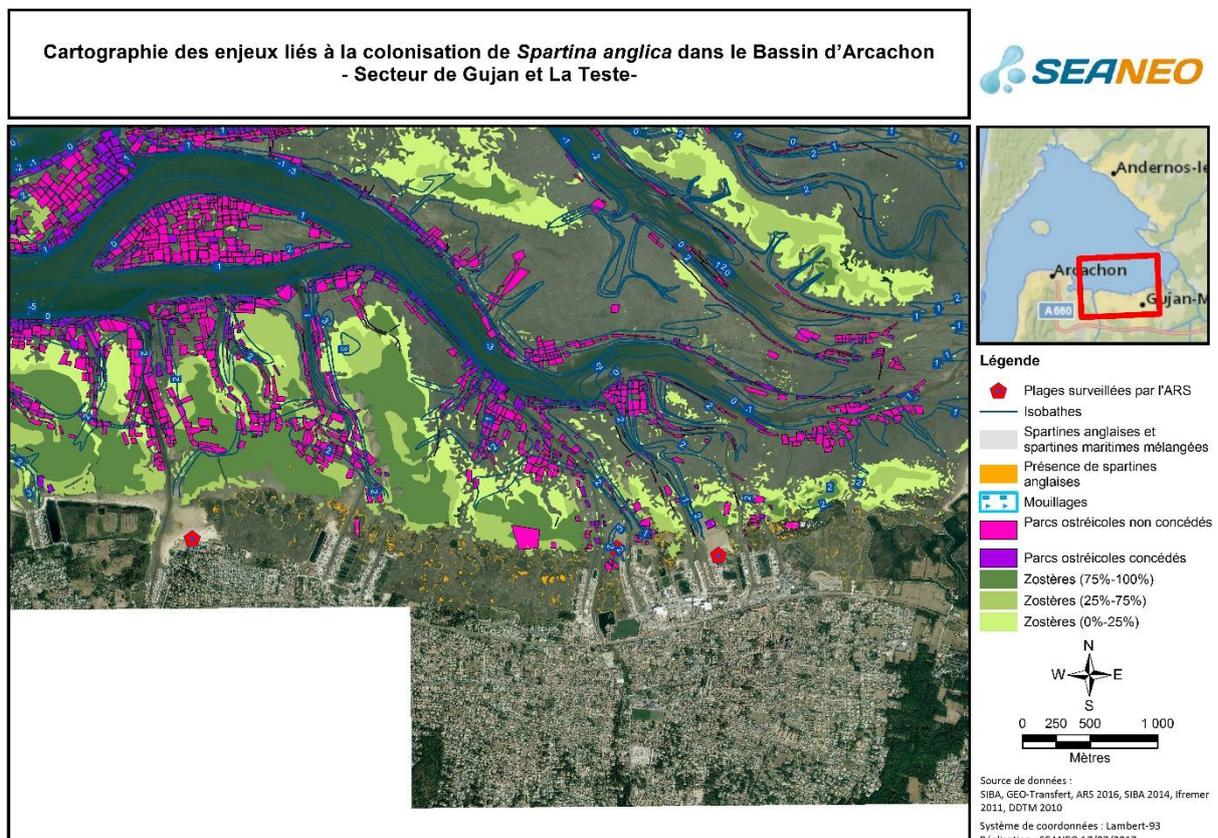


Figure 78. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur de Gujan et La Teste

4.3.9.3 Bathymétrie

Le niveau moyen connu le plus haut près des côtes sur ces deux communes est de 2 m.

4.3.9.4 Bilan

La colonisation de la spartine anglaise est faible sur le secteur de Gujan/ La Teste. Malgré la présence de nombreux herbiers à *Zostera noltei* et parcs ostréicoles, le niveau de contrainte de la spartine anglaise, vis-à-vis des aspects socio-économiques et biologiques étudiés, peut donc être qualifié de faible.

4.3.10 ILE AUX OISEAUX

4.3.10.1 Développement et/ou maintien des activités socio-économiques

Aucune zone de mouillage ou de plage n'est déclarée à proximité de l'île aux Oiseaux (Figure 79).

Les parcs ostréicoles les plus proches sont situés à environ 500 m, ils sont nombreux et la plupart sont concédés.

4.3.10.2 Zostères

Zostera noltei est très bien représentée tout autour de l'île. Elle occupe généralement 75 à 100 % des surfaces observées. La spartine située plus en haut de schorre se trouve à la limite de la présence de *Zostera noltei*.

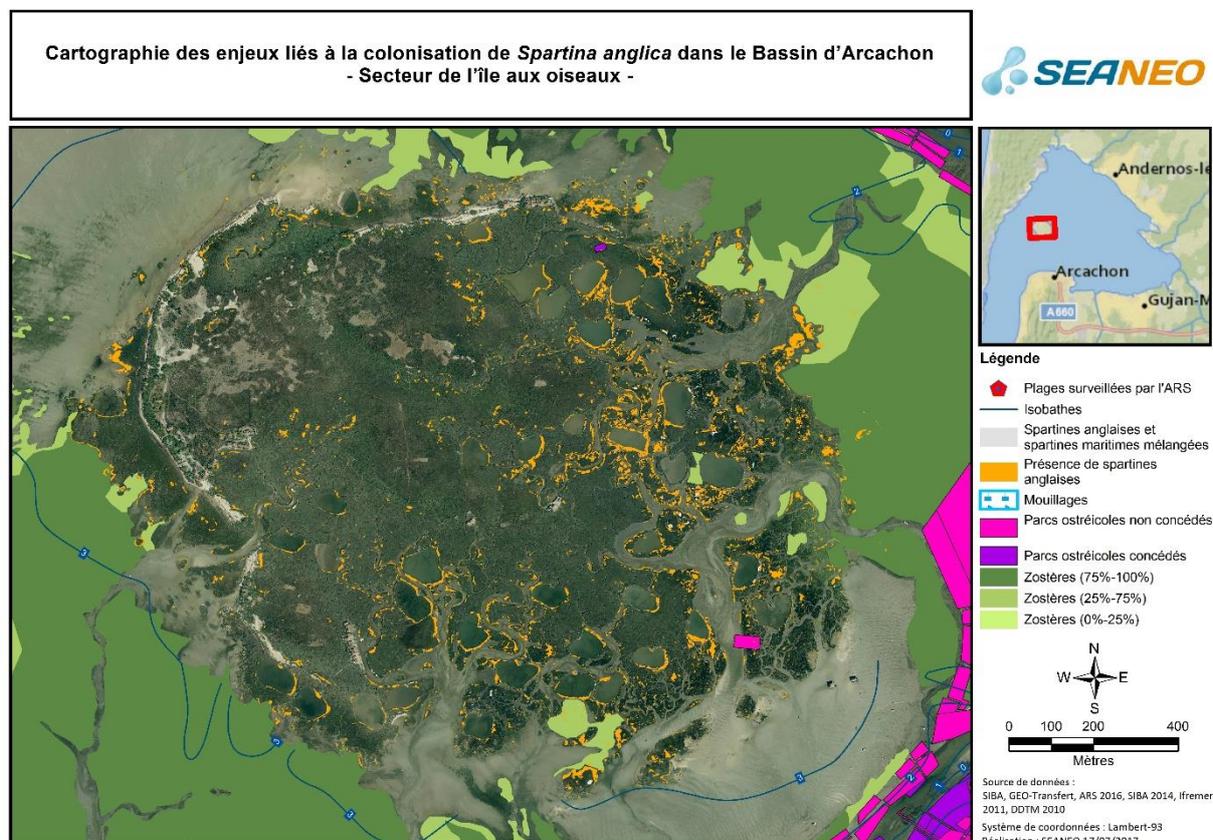


Figure 79. Cartographie des enjeux liés à la colonisation de *Spartina anglica* pour le secteur l'île aux Oiseaux

4.3.10.3 Bathymétrie

Autour de l'île, le niveau bathymétrique est compris entre 2 et 3 m.

4.3.10.4 Bilan

En l'absence d'enjeux liés aux activités socio-économiques (parcs, ostréicoles, zones de baignades ou de mouillages), le niveau de contrainte de la spartine anglaise vis-à-vis ces aspects est donc faible.

4.3.11 BILAN GLOBAL

Sur le secteur de Claouey, la spartine anglaise est peu présente. Malgré les nombreux enjeux recensés (zones de baignades, zones de mouillages, parcs ostréicoles et zones à *Zostera noltei*), ce secteur ne constitue donc pas un secteur prioritaire pour des actions lourdes et/ou mécanisées de lutte contre *Spartina anglica*. La plage de Claouey a déjà fait l'objet d'un chantier de retournement mécanique en 2015. Cette intervention relativement récente doit cependant amener à être vigilant car les îlots retournés pourraient réapparaître. Des chantiers d'arrachage manuels doivent être envisagés en cas de repousse. Le secteur de Bertic est également peu colonisé par la spartine anglaise. Les enjeux présents sur la zone ne sont en outre pas directement en contact avec les îlots de spartines anglaises.

La spartine anglaise a largement colonisé le nord du secteur de Jane de Boy, en limite de la RNN d'Arès Lège Cap Ferret, mais il existe peu d'enjeux à ce niveau. Plus au sud, où des enjeux liés aux mouillages, aux plages ou aux parcs ostréicoles sont identifiés, la spartine anglaise est absente. D'après les données analysées, le secteur de Jane de Boy ne constitue pas une zone d'intervention prioritaire.

La RNN d'Arès Lège Cap-Ferret est également un secteur très colonisé. Les massifs de spartines anglaises se développent à proximité immédiate des herbiers à *Zostera noltei*. La RNN étant un endroit protégé, aucun enjeu lié aux activités humaines n'est constaté. Avec le peu de recul des connaissances vis-à-vis de la dynamique de colonisation de la spartine anglaise, aucune action de lutte ne sera envisagée dans les sites protégés du Bassin d'Arcachon dans un futur proche. L'île aux oiseaux, où la spartine anglaise est présente surtout autour des lacs de tonnes, est également un site protégé.

La zone de colonisation de *Spartina anglica* la plus importante du Bassin d'Arcachon, en dehors de la RNN d'Arès Lège Cap-Ferret, est celle au droit de la commune d'Arès. De nombreux enjeux coexistent sur cette zone. Le littoral de la commune d'Arès semble donc un secteur prioritaire pour une intervention mécanique. Cependant, au vu de son stade de colonisation avancée, plusieurs interventions seront nécessaires pour réduire significativement les surfaces colonisées par *Spartina anglica*. L'éradication de l'espèce sur cette zone ne semble pas envisageable. Il faut prioriser les zones d'intervention. La zone au large de la plage St Brice, surveillée par l'ARS et à proximité des zones de mouillages pourrait être une zone prioritaire pour une première intervention sur ce secteur.

La commune d'Andernos est une des premières communes à avoir initié des actions de lutte contre la spartine anglaise. Des chantiers d'arrachage et de retournement mécanique ont été réalisés pour retirer les massifs de spartines anglaises les plus volumineux. Actuellement, des chantiers de retournement manuels suffisent à maîtriser l'espèce sur les zones à enjeux. De nombreux enjeux sont effectivement présents sur le secteur d'Andernos mais aucun îlot de spartine anglaise n'a été cartographié sur ces zones à enjeux. A noter cependant que le secteur d'Andernos est soumis au risque de submersion. Une partie du littoral de la commune a déjà été submergée lors de la tempête Xynthia en 2010 (Goeldner-Gianella et Bertrand, 2013). L'éradication de la spartine anglaise sur le littoral de la commune permet de maintenir les plages attractives pour les baigneurs mais prive la commune d'un éventuel moyen de protection contre le risque de submersion.

Le secteur de Lanton regroupe également plusieurs types d'enjeux (zones à *Zostera noltei*, plages, zones de mouillages et parcs ostréicoles). La spartine anglaise s'y développe mais est encore présente seulement sous forme d'îlots. Ces îlots sont parfois à proximité directe, voire se superposent avec les zones de mouillages et les zones à *Zostera noltei*. Au vu des enjeux et du stade de colonisation précoce de la spartine anglaise sur ce secteur, les actions de lutte pourraient être encore relativement efficaces. Ce secteur peut donc être considéré comme prioritaire.

Sur le secteur d'Audenge, des îlots de spartines sont présents mais ne menacent pour l'instant pas les zones à enjeux que sont le bassin d'Ortel et la plage de Graveyron.

Peu d'enjeux sont identifiés sur le secteur du Teich/Biganos et la spartine anglaise y est peu abondante. Toutefois, une attention particulière peut être portée à la colonisation de *Spartina alterniflora*. Cette espèce est en effet problématique sur plusieurs portions du littoral atlantique français et cette zone pourrait être une source de dissémination à l'ensemble du Bassin.

La spartine anglaise est également peu présente sur le secteur de Gujan/La Teste. Malgré les nombreux enjeux qui y sont décrits, ce secteur ne semble pas prioritaire au vu des données prises en compte. Cette zone est en plus sensible au risque de submersion (Goeldner-Gianella et Bertrand, 2013). La spartine anglaise peut donc jouer un rôle dans la protection du littoral contre ce risque de submersion.

L'analyse a permis de mettre en évidence des secteurs qui semblent marqués par des forts enjeux socio-économiques et des secteurs plus préservés. La Réserve Naturelle Nationale des prés salés d'Arès Lège Cap-Ferret semble se distinguer comme un secteur protégé des activités socio-économiques (pas de zone de mouillage, pas de plage ou d'activité ostréicole, Tableau 7). A l'inverse, les activités socio-économiques semblent particulièrement importantes à Lanton, Andernos, Arès et Bertic/Claouey.

La volonté des communes actuellement confrontées à la problématique de la colonisation de la spartine anglaise semble être pour l'instant de protéger les zones de baignades et de mouillages. Il convient cependant d'agir avec discernement. La spartine anglaise ne pourra pas être éradiquée au niveau du Bassin d'Arcachon et elle peut avoir des avantages sur certains secteurs. Il est donc nécessaire de prioriser les zones et de n'agir que sur celles où les enjeux sont assez importants pour justifier une opération qui peut être lourde financièrement, administrativement et dont les conséquences écologiques à long terme sont méconnues.

Tableau 7 : Récapitulatif des données analysées par secteur pour la priorisation des actions de gestion

	Activités socio-économiques				Biodiversité	Submersion/ érosion
	Nombre de zones de mouillages	Nombre de plages	Activité ostréicole		Zostères	Bathymétrie (m)
			Surfaces cadastrées non concédées	Surfaces cadastrées concédées		
Bertic et Claouey	4	2	Environ 20	Environ 5	Peu de <i>Zostera noltei</i> (25 et 75 %)	1 à 3
Jane de boy	1	1	- de 5	0	Peu de <i>Zostera noltei</i>	/
RNN Arès Lège Cap Ferret	0	0	0	0	Peu de <i>Zostera noltei</i>	3
Arès	2	3	Environ 5	Environ 15	Beaucoup de <i>Zostera noltei</i> (25, 75 et 100 %)	2 et 3
Andernos	6	4	Environ 10	Environ 2	Beaucoup de <i>Zostera noltei</i> (25 et 75 %)	3
Lanton	3	4	Environ 30	Environ 10	Beaucoup de <i>Zostera noltei</i> (25 et 75 %)	2 et 3
Audenge	0	2	Environ 40	Environ 20	Beaucoup de <i>Zostera noltei</i> (25, 75 et 100 %)	2 et 3
Le Teich et Biganos	1	0	0	0	Beaucoup de <i>Zostera noltei</i> (25, 75 et 100 %)	1 à 3
Gujan et La Teste	0	3	+ de 50	+ de 50	Beaucoup de <i>Zostera noltei</i> (25, 75 et 100 %)	2
Ile aux Oiseaux	0	0	à 500 m	à 500 m	Beaucoup de <i>Zostera noltei</i> (75 et 100 %)	2 à 3

5 Mission n°4 - Choix de secteurs d'intérêt pour un inventaire exhaustif du schorre

5.1 OBJECTIFS ET METHODE

L'objectif de cette quatrième mission est de proposer 4 à 5 secteurs, représentatifs d'un faciès ou d'une dynamique particulière, ou encore d'un continuum remarquable schorre-slikke, pouvant faire l'objet d'un inventaire exhaustif des espèces du schorre et d'une étude poussée de leur dynamique. Ces propositions s'appuient sur la cartographie des populations de spartines réalisée dans le cadre de la présente étude et sur l'analyse croisée de la dynamique temporelle des populations et des enjeux présents sur les différents secteurs, mais aussi sur les zones d'études des travaux scientifiques (Réserve Naturelle des prés salés de Lège Cap-Ferret, prés salés du bassin d'Arcachon).

5.2 RESULTATS D'ANALYSE

Les résultats de l'analyse précédente permettent de mettre en évidence différents types de secteurs à prioriser. Certains secteurs sont à surveiller pour suivre l'évolution naturelle des espèces du schorre. D'autres sites à enjeux particuliers seront suivis pour contrôler l'efficacité de l'approche proposée au cours de cette étude.

5.2.1 SECTEUR 1 : SITE PROTEGE

La Réserve Naturelle Nationale des prés salés d'Arès Lège Cap Ferret présente une vaste étendue de prés salés préservée. Ce secteur protégé est un lieu unique pour observer l'évolution et la dynamique naturelle des différentes espèces présentes sur le milieu. La spartine anglaise est très présente dans la RNN, un inventaire exhaustif du schorre pourrait permettre d'avoir plus d'information sur la dynamique de colonisation de l'espèce : va-t-elle continuer à s'étendre ? Peut-elle atteindre un état d'équilibre ? La cartographie de toutes les communautés végétales peut également apporter des connaissances sur les relations interspécifiques et notamment sur la compétition entre *Spartina anglica* et les espèces locales. La réserve va faire l'objet d'une double cartographie phytosociologique en 2017, par des relevés de terrain et par une analyse d'images satellitaires.

5.2.2 SECTEUR 2 : SITE A ENJEUX SUBMERSION / EROSION

Le site de Graveyron, et plus précisément le secteur de la Brèche (Figure 80) peut également être un site intéressant pour un suivi exhaustif du schorre. C'est un secteur dépoldérisé et récemment colonisé par la spartine anglaise, présente majoritairement sous forme d'îlots (Figure 80). Le suivi de cette zone pourrait permettre de connaître la dynamique de prolifération de la spartine dans un relativement jeune stade de colonisation. Il aurait également le double intérêt de suivre l'impact de la spartine anglaise dans les zones soumises à un fort risque de submersion. Sur ce secteur la spartine anglaise peut en effet avoir un rôle bénéfique en protégeant les digues des secteurs de Grange et Verduret, qui jouxtent le secteur de la Brèche.

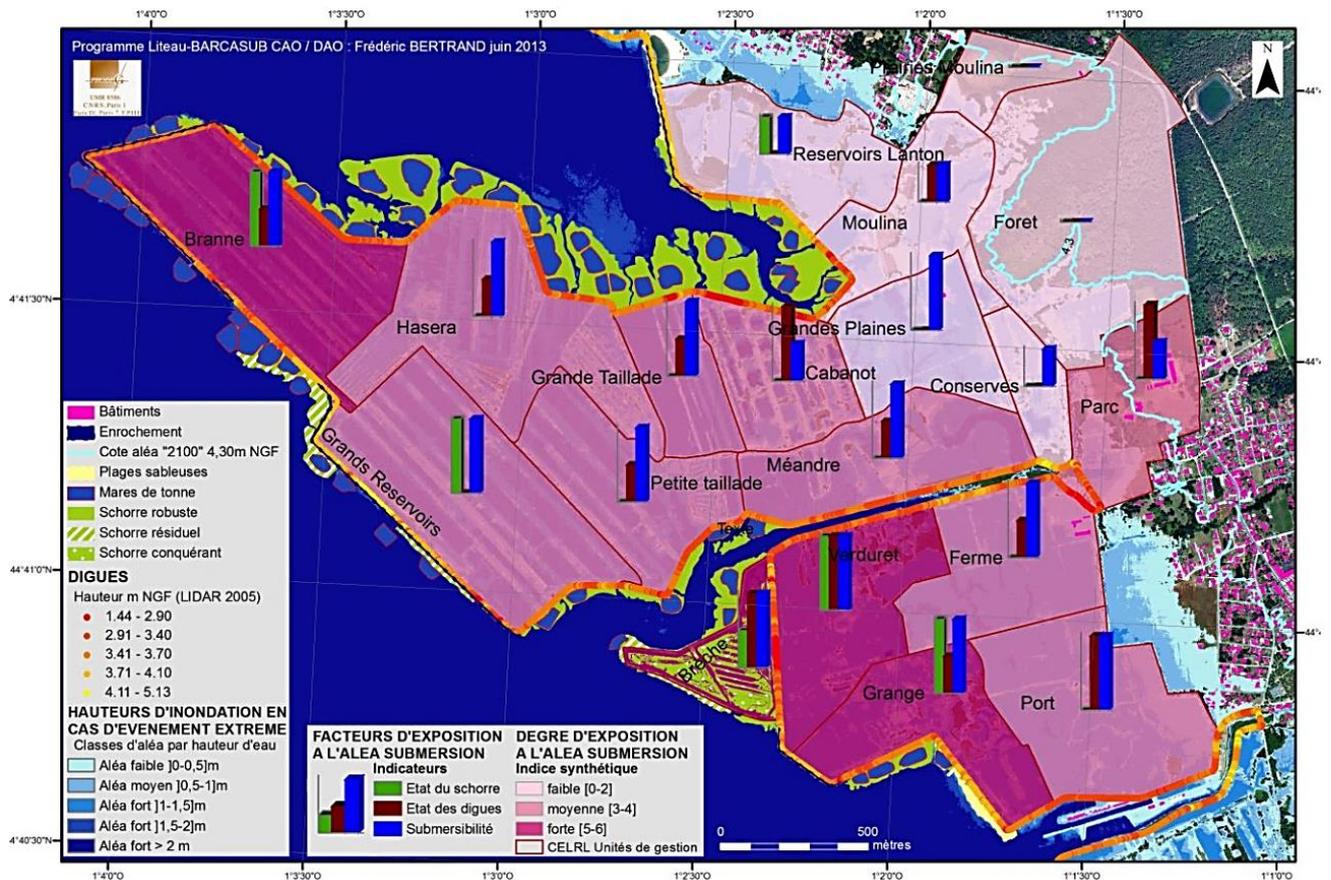


Figure 80 : Carte de l'exposition à la submersion marine des domaines endigués de Certes et de Graveyron (Goeldner-Gianella et Bertrand, 2013)

5.2.3 SECTEUR 3 ET 4 : SITES A ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES

Sur les sites à forts enjeux socio-économiques, un suivi exhaustif et à long terme de la dynamique naturelle des spartines anglaises semble difficilement envisageable car il impliquerait des zones témoins, où aucune action ne serait entreprise pour protéger les enjeux. Il est cependant possible de suivre la dynamique des spartines sous la contrainte des différents chantiers. L'inventaire exhaustif de schorre se rapporterait ainsi à un suivi après travaux.

Les sites de Claouey et d'Andernos présentent de forts enjeux et de fortes activités socio-économiques, avec des faciès bien distincts. La dynamique de la spartine anglaise y est également forte.

A Andernos, un suivi et un arrachage sont déjà en place. Suivre rigoureusement ce site permettrait de statuer sur la recolonisation ou non de *Zostera noltei* suite à l'élimination de la spartine. Les actions d'arrachages étant déjà en cours, l'évolution sur ce site pourrait être observée plus rapidement.

Claouey est également un secteur caractérisé par des forts enjeux socio-économiques. Sur ce secteur, la spartine maritime domine. Un suivi rigoureux sur ce site permettrait de connaître l'évolution et la dynamique précise des deux espèces *Spartina maritima* et *Spartina anglica*, après un arrachage.

6 Bibliographie

Béguet, B., Guyon, D., Boukir, S., Chehata, N., 2014, Classification of forest structure using Very High Resolution Pléiades image texture, IEE IGARSS, 13-18 July, Québec, Canada.

Breiman L., 2001. Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32.

Breiman L., Friedman, J.H., Olsen, R.A., Stone, C.J., 1984. *Classification and Regression trees*. Wadsworth International Group, Belmont, CA.

Caillibot, C., 1990. *Evolution de la végétation halophile et de quelques marais salants dans le bassin oriental du Golfe du Morbihan*, Université Rennes II Laboratoire Costel, Rennes, 153 p.

CREOCEAN, 2012. *Natura 2000 en mer, Lot 3 Bassin d'Arcachon : Inventaires biologiques et analyse écologique, Etat initial. Phase 2 : rapport d'étude*. 227 p 42.

Goeldner-Gianella, L., Bertrand, F., 2013. BARCASUB : "La SUBmersion marine et ses impacts environnementaux et sociaux dans le Bassin d'ARCAchon (France) : est-il possible, acceptable et avantageux de gérer ce risque par la dépoldérisation ?". *Rapport final*. 198 p.

Inglada, J., Christophe, E., 2009. The Orfeo toolbox remote sensing image processing software. *EEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, vol. 4, pp. IV-733–IV-736.

Pal, M., 2005. Random forest classifier for remote sensing classification. *International Journal of Remote Sensing*, 26(1), 217–222.

Ranwell, D.S., Bird, E.C.F., Hubbard, J.C.E., Stebbings, R. E., 1964. *Spartina salt marshes in Southern England: V. tidal submergence and chlorinity in Poole harbour*. *Journal of Ecology*, 52(3), 627-641.

Whitehouse, R.J.S, Roberts, W, 1999. *Intertidal mudflats final report. Predicting the morphological evolution of intertidal mudflats*. Report SR538, HR Wallingford, Environment Agency, 31 p.

WSDA, 2000. *Progress of the Spartina and purple loosestrife eradication and control programs*. Progress report, Washington State Department of Agriculture, 49 p.

7 Annexe n°1. Résultats de l'expérience globale de classification

	Overall Accuracy : 0.92																									
	Kappa index : 0.90																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	189	190	191	
SPmaritime	1	11547	771	30	824	160	517	11	157	270	1296	102	127	26	0	55	274	475	120	280	234	0	48	40	34	0
SPanglaise	2	326	5929	26	264	43	99	0	160	77	388	37	271	0	1	6	50	118	35	73	26	19	78	20	135	0
SPalteriflora	3	46	122	3150	20	0	2	0	22	0	32	56	10	0	0	29	29	18	0	0	0	0	2	14	1	1
SPangMaj&Spmar	4	7	10	0	555	0	1	0	0	12	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPmarMino	5	0	0	0	4	666	6	0	0	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
SPangMino	6	29	36	0	41	5	2292	0	1	1	31	3	12	14	0	17	21	121	0	0	0	4	1	0	0	0
SPversicolor	7	0	0	0	0	0	0	306	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SPmarNonMaj	8	2	60	10	5	1	24	0	1641	39	10	25	17	0	1	0	6	9	1	0	0	0	0	0	0	0
SPmarSansMajo	9	1	40	0	3	5	29	8	41	2022	53	52	22	0	0	0	6	7	5	0	1	1	0	0	0	0
SPmarMajo	10	590	206	40	402	140	252	8	24	335	5526	85	129	1	12	23	55	128	39	56	48	21	4	0	0	0
Jonc	50	37	6	0	25	0	0	1	62	25	20	1604	23	2	5	0	6	34	17	3	4	5	0	0	3	0
Obione	60	0	15	9	6	0	26	0	20	20	13	21	1728	9	10	0	7	18	0	0	17	13	0	0	0	0
Baccharis	70	0	0	0	0	4	0	3	0	1	6	0	1327	42	3	0	0	97	0	0	5	0	0	0	0	0
Chiendent	80	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	3	695	0	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0
Roseau	90	0	0	27	0	0	0	5	0	0	12	0	37	7	2194	4	0	28	0	1	20	0	0	0	0	0
Scirpe	100	12	18	18	0	0	25	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1814	29	0	0	0	0	0	0	9	0
Salicorne	110	29	76	26	80	2	68	0	121	29	60	43	63	0	6	2	45	2780	94	19	9	0	1	0	4	0
SoudeA	120	0	0	0	0	0	0	10	1	11	0	12	6	12	0	0	0	915	0	6	6	0	4	0	0	0
SoudeM	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	381	0	0	0	0	0	0	0
Statice	140	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	2	1	0	0	0	5	0	660	0	0	0	0	0
Tamaris	150	0	0	0	10	3	0	1	0	0	0	0	8	8	0	0	0	23	0	0	1104	0	0	0	0	0
Zostere	160	2	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6949	0	0	0	0
Sable	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	0	5	0	0	53116	155	82	
VasoSableux	190	8	436	0	0	2	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	191	13	0	0	392	0	0	2696	76493	0
Eau	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27156

Fin du document
