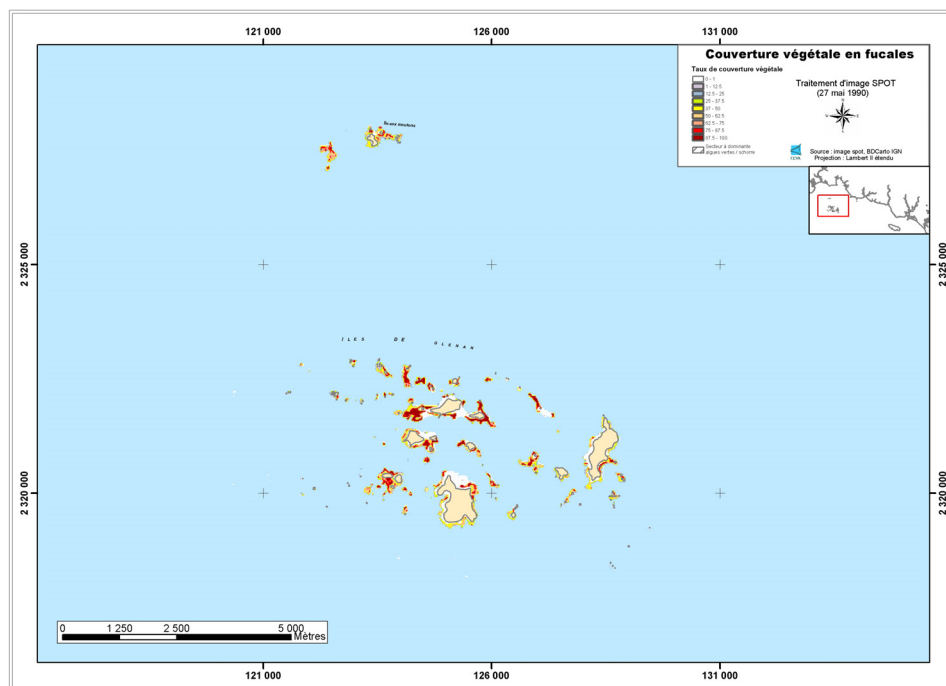


Cartographie de la couverture de fucales en zone intertidale

Région Bretagne

> Zone Benodet – Gâvres, Image Spot du 27 mai 1990

Edition 2005



Direction Régionale de l'Environnement
Bretagne

Coordination

ifremer

Extrait de l'image Spot traitée du 27 mai 1990, Archipel de Glénan, CEVA

Sommaire

| | |
|--------------------------------|----------|
| 1. Rappel des objectifs | 3 |
|--------------------------------|----------|

| | |
|---------------------------------|----------|
| 2. Matériels et méthodes | 3 |
|---------------------------------|----------|

| | |
|---|---|
| 2.1 Calcul du VCI avec un masque basé sur le référentiel altimétrique | 3 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 2.2 Croisement des taux de couverture algale avec les cartes de présence sur l'archipel de Glénan | 5 |
|---|---|

| | |
|---------------------|----------|
| 3. Résultats | 5 |
|---------------------|----------|

| | |
|---|---|
| 3.1 Calcul du VCI avec un masque basé sur le référentiel altimétrique | 5 |
|---|---|

| | |
|--|----|
| 3.2 Croisement des taux de couverture algale avec les cartes des présence sur l'archipel de Glénan | 12 |
|--|----|

Annexes

| | |
|--|----|
| Annexe 1 Cartes de couverture en fucales sur la zone Benodet-Gâvres, image SPOT du 27 mai 1990 | 13 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Annexe 2 Cartes de synthèse des acquisitions terrain sur la zone Benodet-Gâvres | 19 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Annexe 3 Cartes de croisement des données Couverture / Présence en Fucales sur l'image SPOT du 27 mai 1990 - Archipel de Glénan - | 23 |
|---|----|

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Formule de calcul du VCI, avec (a, b) coefficients de la droite des roches, (XS_{2a}, XS_{3a}) valeurs de réflectance du pixel *Algue Pure* dans le rouge et le proche infrarouge, constantes4

Figure 2 : Altitude de la limite basse de la ceinture de Fucales de Gâvres à Pentruc mesurée au DGPS et recallée par rapport au Zéro Hydrographique.7

Figure 3 : En haut, images SPOT de l'archipel de Glénan avant (à gauche) et après (à droite) application des masques *terre et mer*. En bas, après calcul du VCI sur la même zone. La couleur rouge correspond aux fortes valeurs de VCI, la couleur bleue aux faibles valeurs.....8

Figure 4 : Sur l'ensemble de l'image SPOT de 1990, la courbe d'occurrence du taux de couverture (courbe rouge) augmente rapidement pour atteindre un maximum de 503 pixels à 17 % de taux recouvrement, elle décroît ensuite progressivement. On constate que cette courbe ne part pas de 0 (partie négative tronquée). En ramenant ces valeurs en surface équivalent 100% (courbe verte), le pic se décale vers des taux de couverture plus forts, avec une surface algale maximum pour les taux de couverture situés entre 40 et 45 %.....9

Figure 5 : Comparaison de la répartition des taux de couverture entre la côte, Glénan et l'image globale. La barre verticale représente un VCI de 100, au-delà de laquelle les valeurs sont ramenées à 100 %. Sur Glénan, les taux de couverture en Fucales sont plus forts que sur la côte.....12

Tableaux

Tableau 1 : Coefficients des droites de régression : $Y = a.X + b$, avec a la pente, b l'ordonnée à l'origine et R^2 le coefficient de corrélation.....6

Tableau 2 : Les valeurs de réflectance (en %) du pixel *Algue Pure* sont la moyenne de pixels *Algue Pure* repérés sur l'image...6

Tableau 3 : Synthèse des mesures de l'altitude moyenne de la limite basse des Fucales.....7

Tableau 4 : Statistiques des zones à Fucales sur l'image totale, les îles de Glénan et l'île de Groix. En bleu, les données sur l'estran, en noir sur les pixels contenant des algues (VCI >0), et en rouge sur les surfaces en équivalent 100 %.10

1. Rappel des objectifs

La couverture totale en fucales (*Fucus* + *Ascophyllum*) a été retenue dans le cadre de REBENT comme indicateur de l'état de santé des grandes algues à une échelle zonale du linéaire côtier breton. Ces algues typiques des zones rocheuses constituent un compartiment potentiellement réactif aux évolutions de qualité des eaux côtières et peuvent être de ce fait utilisées comme indicateur d'évolution.

Du fait de leurs propriétés spectrales en émission (absorption dans les longueurs d'ondes rouges et réflexion dans le proche infra-rouge), le traitement d'images SPOT acquises à marée basse dans le visible et le proche infra-rouge permet la localisation générale du couvert végétal et l'évaluation du taux de couverture algale. Le suivi quantitatif de l'évolution spatio-temporelle de la couverture en fucales est alors rendu possible par comparaison d'images SPOT prises à différentes dates et ce à l'échelle du linéaire côtier Breton.

Les objectifs de l'action 2005 visent à la production de la cartographie de la couverture en fucales en zone intertidale de la région « Benodet-Gâvres » au 27 mai 1990 à partir du traitement d'une image SPOT pour aboutir selon une procédure standardisée à l'indice de couverture végétale (VCI).

2. Matériels et méthodes

L'image d'archive SPOT de la zone qui s'étend de Benodet (Finistère sud) à Gâvres (Morbihan) traitée a été acquise le 27 mai 1990 à une résolution de 20 m. La hauteur d'eau moyenne sur l'image au moment de la prise de vue était de 0,95 m. A cette hauteur d'eau, des algues rouges et des laminaires sont susceptibles de contribuer de manière importante au VCI en bas d'estran. L'évaluation de la couverture en fucales nécessite, à partir d'un référentiel altimétrique basé sur la hauteur de la limite basse des Fucales, de masquer les parties basses de l'estran en relevant artificiellement la hauteur d'eau.

2.1 Calcul du VCI avec un masque basé sur le référentiel altimétrique

La chaîne de traitement appliquée aux images brutes pour la production des indices de couverture algale est celle décrite dans la fiche technique FT 08-2003-01 disponible sur le site web du Rebent (<http://www.rebent.org/>). Les traitements informatiques ayant trait aux images satellites SPOT ont été effectués à partir du logiciel de traitement d'images Er Mapper 7.01. La mise en forme de l'ensemble des cartes finales produites dans le présent rapport a été réalisée sous le logiciel SIG Arcgis 8.3.

Les campagnes de levées radiométriques pour la calibration en réflectance de l'image par points de référence terrain ont été effectuées au moyen du radiomètre Cimel. Cet appareil mesure la réflectance d'une cible donnée dans les trois mêmes bandes spectrales que le capteur SPOT : XS1 500-590 nm, XS2 610-680 nm et XS3 780-890 nm. Les mesures sur le terrain se sont déroulées les 23 septembre et 21 octobre 2005 sur les zones côtières de Lorient

(Pointe de Gâvres, Port-Louis, Larmor-Plage) et Concarneau. Au total, 35 points de référence ont été acquis sur les principaux substrats de l'image : algues, roches, sable, vase...

Figure 1 : Formule de calcul du VCI, avec (a_r, b_r) coefficients de la droite des roches, $(XS2_a, XS3_a)$ valeurs moyennes de réflectance du pixel *Algue Pure* dans le rouge et le proche infrarouge

$$VCI = \frac{XS3 - a_r \cdot XS2 - b_r}{XS3_a - a_r \cdot XS2_a - b_r}$$

Le VCI calculé sur l'image est ensuite corrigé par des mesures de validation terrain. Dans un quadrat de 10 mètres sur 10 mètres découpé en 100 cases, la présence ou absence de fucale est notée à chacune des 121 intersections du damier. Un rapport permet ensuite d'évaluer le taux de recouvrement en fucales sur le quadrat.

Les missions d'évaluation de la couverture algale se sont déroulées les 8, 9 et 10 novembre 2005 sur les sites de Lorient et Concarneau. 16 quadrats ont pu être analysés, avec l'enregistrement de 85 waypoints et 21 photos géoréférencées. Pour des raisons d'incertitudes sur les résultats, cette correction n'a finalement pas été appliquée pour le calcul de l'image finale (cf. §2. Résultats).

Une classification est opérée sur le VCI, qui est découpé en 9 classes de valeurs pour la représentation : 1-10 %, 10-20 %, 20-30 %, 30-40 %, 40-50 %, 50-60 %, 60-70 %, 70-80 % et 80-100 %.

La méthodologie du référentiel altimétrique est la même que celle utilisée et développée pour le programme Rebent 2004. Elle regroupe les étapes suivantes :

- Mesures au DGPS afin de déterminer la limite basse de la ceinture de fucales. Au total, 209 points ont été acquis sur trois zones de la scène SPOT : Concarneau – Pentrunc, Moëllan sur Mer, et Lorient – Gâvres conduisant à une hauteur moyenne de 1,43 m pour les *Fucus serratus / vesiculosus*. Ces missions se sont déroulées du 6 au 8 septembre 2005.
- Définition d'un horizon altimétrique correspondant à la limite basse théorique de la ceinture de fucales sur l'ensemble de la scène SPOT de manière à limiter la contribution des algues rouges et des laminaires. Niveau retenu fixé à 1,45 m au dessus du Zéro Hydrographique.
- Mise en place et survol de la zone en ULM en collaboration avec le Shom. Le Shom a fourni au Ceva les horaires de passages correspondant à une hauteur d'eau donnée en plusieurs points de l'image.
- En raison de l'étendue de la zone à couvrir, le survol a été découpé en deux parties : le 08 novembre 2005 entre Concarneau et Lorient avec un coefficient de 48, et le 19 novembre 2005 sur l'archipel de Glénan à un coefficient de 71. Au cours de ces deux missions, plus de 360 clichés ont été acquis.
- Traitement des clichés sous SIG (redressement, calage, numérisation de la limite de l'eau) pour obtenir un masque *mer* correspondant exactement à la limite basse des fucales.
- Vérification du masque créé à l'aide des données DGPS acquises.

Le référentiel altimétrique étant une méthodologie lourde à mettre en place, le VCI sera calculé dans un premier temps sur l'ensemble de l'estran découvert de l'image avec un masque *mer* créé par seuillage sur la bande proche infrarouge. La surface en fucales sera donc potentiellement surestimée dans certaines zones à cause de la contribution des algues rouges et des laminaires.

2.2 Croisement des taux de couverture algale avec les cartes de présence sur l'archipel de Glénan

Dans le cadre du programme Rebent 2004, des données de présence des trois espèces de fucales *Fucus serratus*, *Fucus vesiculosus*, et *Ascophyllum nodosum* ont été acquises sur l'archipel de Glénan. Elles ont permis d'élaborer 8 classes de polygones basées sur les mélanges entre les espèces :

- Toutes Fucales
- *Fucus serratus* pur
- *Fucus vesiculosus* pur
- *Ascophyllum nodosum* pur
- *Fucus serratus* + *Fucus vesiculosus* + *Ascophyllum nodosum*
- *Fucus serratus* + *Fucus vesiculosus*
- *Fucus serratus* + *Ascophyllum nodosum*
- *Fucus vesiculosus* + *Ascophyllum nodosum*

Ces différents polygones ont été croisés avec le VCI dans le but d'obtenir une information de densité pour les espèces pures et en mélange. La finesse du travail réalisé sur le terrain en 2004 a permis de créer avec une grande précision des polygones de seulement quelques m² de surface, mais beaucoup trop petits pour réaliser un croisement pertinent avec des pixels Spot de 20 m de côté (et d'une surface de 400 m²). L'image Spot du 27 mai 1990 en VCI a donc été ré-échantillonnée à 5 m de résolution pour une meilleure sélection des pixels inclus dans les polygones. Chaque pixel d'origine à 20 m a été découpé en 16 pixels ayant la même valeur de compte numérique.

Sur le secteur Glénan, les données terrain de 2004 permettent de réaliser un masquage précis sur les pixels Fucales de l'image Spot de 1990 sans attendre la réalisation du masque basé sur le référentiel altimétrique.

3. Résultats

3.1 Calcul du VCI avec un masque basé sur le référentiel altimétrique

La carte exprimant le taux de couverture en fucales pour l'image SPOT du 27 mai 1990 est présentée en Annexe 1. Compte tenu de la longueur du linéaire côtier et pour une meilleure représentation des données, la carte finale a été découpée en 5 zones adjacentes : de Benodet à Tregunc, les îles de Glénan, de Tregunc à Moëlan-sur-mer, de Clohars-Carnoet à Ploemeur (avec l'île de Groix), de Larmor Plage à Plouhinec.

Les régions hachurées représentent des zones à dominante algues vertes et schorres, et n'ont par conséquent pas été incorporées au calcul de la surface totale en fucales.

Les paramètres utilisés pour la calibration de l'image en réflectance, et pour le calcul du VCI sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau 1 : Coefficients des droites de régression : $Y = a.X + b$, avec a la pente, b l'ordonnée à l'origine et R^2 le coefficient de corrélation.

| | a | b | R ² |
|-------------------|-------|---------|----------------|
| XS1 | 0,592 | -23,786 | 0,769 |
| XS2 | 0,514 | -9,392 | 0,748 |
| XS3 | 0,743 | -15,808 | 0,745 |
| Droite des Roches | 1,318 | -0,670 | 0,842 |

Tableau 2 : Les valeurs de réflectance (en %) du pixel *Algue Pure* sont la moyenne de pixels *Algue Pure* repérés sur l'image.

| | XS2 | XS3 |
|------------------|-------------|--------------|
| Pixel Algue pure | 2,03 | 56,98 |

Dans cette partie, le VCI a été calculé sur l'estran avec une limite inférieure correspondant à la limite de l'eau. Le masque *mer* a été créé en effectuant un seuillage sur le canal XS3 (moyen infrarouge) où la réflectance de l'eau est très faible. La valeur seuil de réflectance retenue est de 7 %, en deçà, les pixels ne sont pas pris en compte.

La limite supérieure de l'estran a été obtenue par l'application d'un masque *terre* défini d'après le trait de côte du Shom retouché avec l'Ortholittorale à certains endroits pour coller au mieux à la topographie.

Pour tenir compte de faible hauteur d'eau lors de la prise de vue (entre 0,91 m et 0,96 m) et donc de la contribution possible des laminaires et autres algues rouges dans le VCI, un masque d'un niveau altitudinal supérieur, correspondant à la limite inférieure des Fucales a été appliqué à l'ensemble de image.

La synthèse des mesures terrain réalisées au DGPS 3D pour l'établissement du référentiel altimétrique des ceintures de Fucales est présentée dans le tableau 3 ci-dessous. Les cartes de

localisation de l'ensemble des points de mesures enregistrés sur le linéaire côtier s'étendant de Concarneau à Lorient sont consultables en annexe 2.

| Site | Nombre de Points de mesures | Altitude moyenne | Ecart type |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|-------------|
| Concarneau - Pentrunc | 53 | 1,28 | 0,20 |
| Moëllan s/ mer | 55 | 1,41 | 0,18 |
| Lorient - Gâvres | 101 | 1,51 | 0,16 |
| cumul | 209 | 1,427 | 0,20 |

Tableau 3 : Synthèse des mesures de l'altitude moyenne de la limite basse des Fucales.

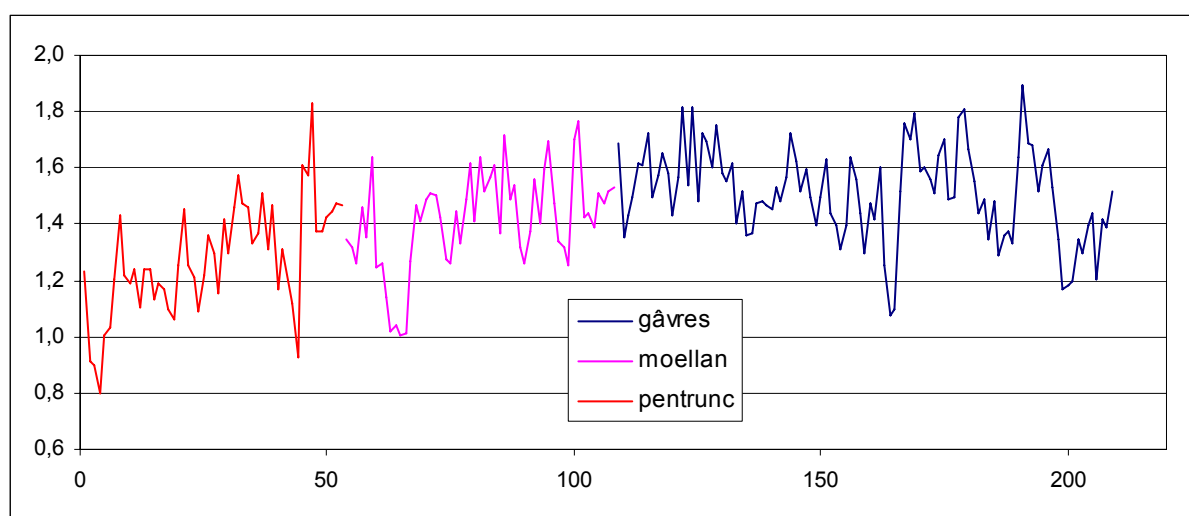


Figure 2 : Altitude de la limite basse de la ceinture de Fucales de Gâvres à Pentruc mesurée au DGPS et recallée par rapport au Zéro Hydrographique.

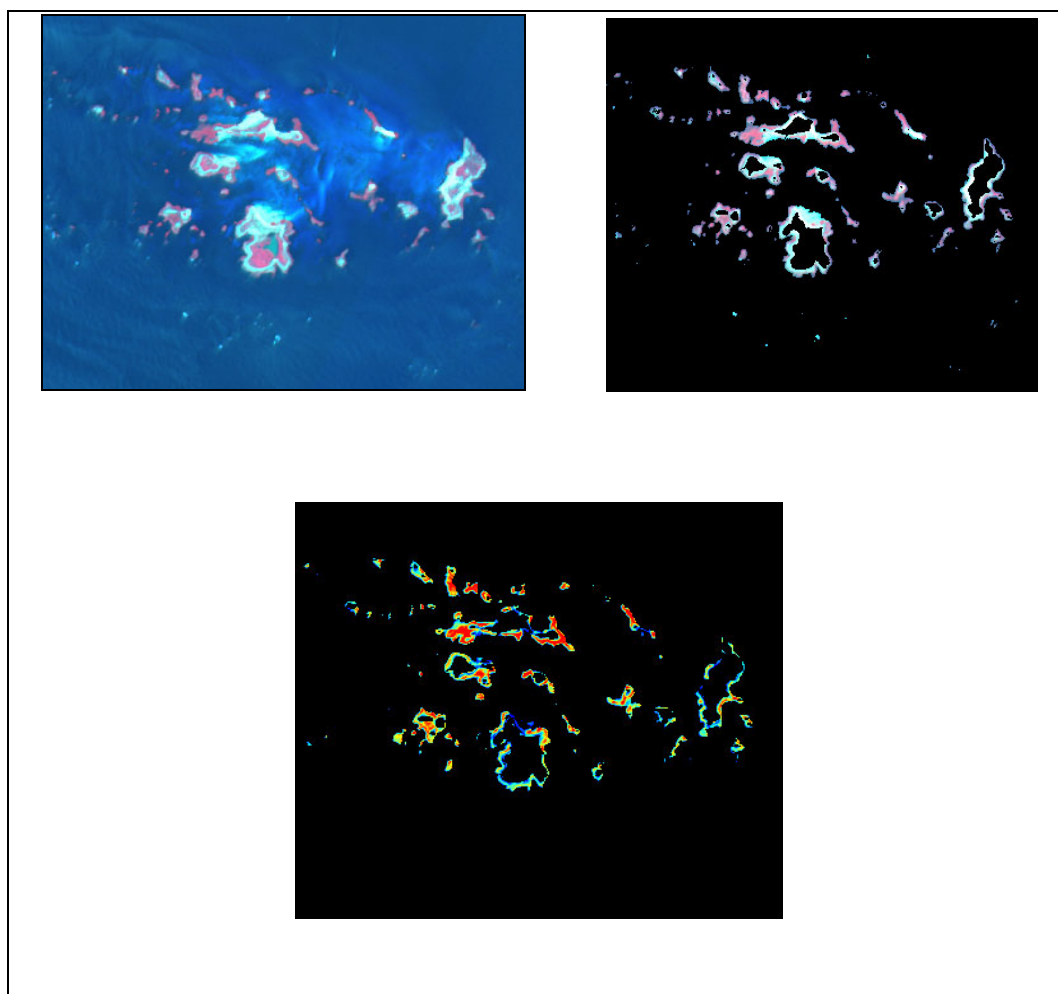


Figure 3 : En haut, images SPOT de l'archipel de Glénan avant (à gauche) et après (à droite) application des masques *terre* et *mer*. En bas, après calcul du VCI sur la même zone. La couleur rouge correspond aux fortes valeurs de VCI, la couleur bleue aux faibles valeurs.

Du fait de son mode de calcul statistique, les valeurs de VCI obtenues ne sont pas toutes comprises entre 0 et 100 %. Les valeurs négatives (points positionnés sous la droite des roches), sont ramenées à zéro, et les valeurs supérieures à 100 (des algues très répondantes) sont ramenées à 100 %.

Ces valeurs supérieures à 100 % s'expliquent par le choix du pixel *Algue pure* qui est une valeur moyenne de réflectance des pixels représentatifs de zones totalement couvertes en Fucales. Or, il existe de petites variations de réflectance entre les pixels algues, notamment selon le degré d'hydratation, et sur notre image, entre le littoral de la côte et celui des îles (notamment Glénan), où les valeurs dans le proche infrarouge sont plus fortes.

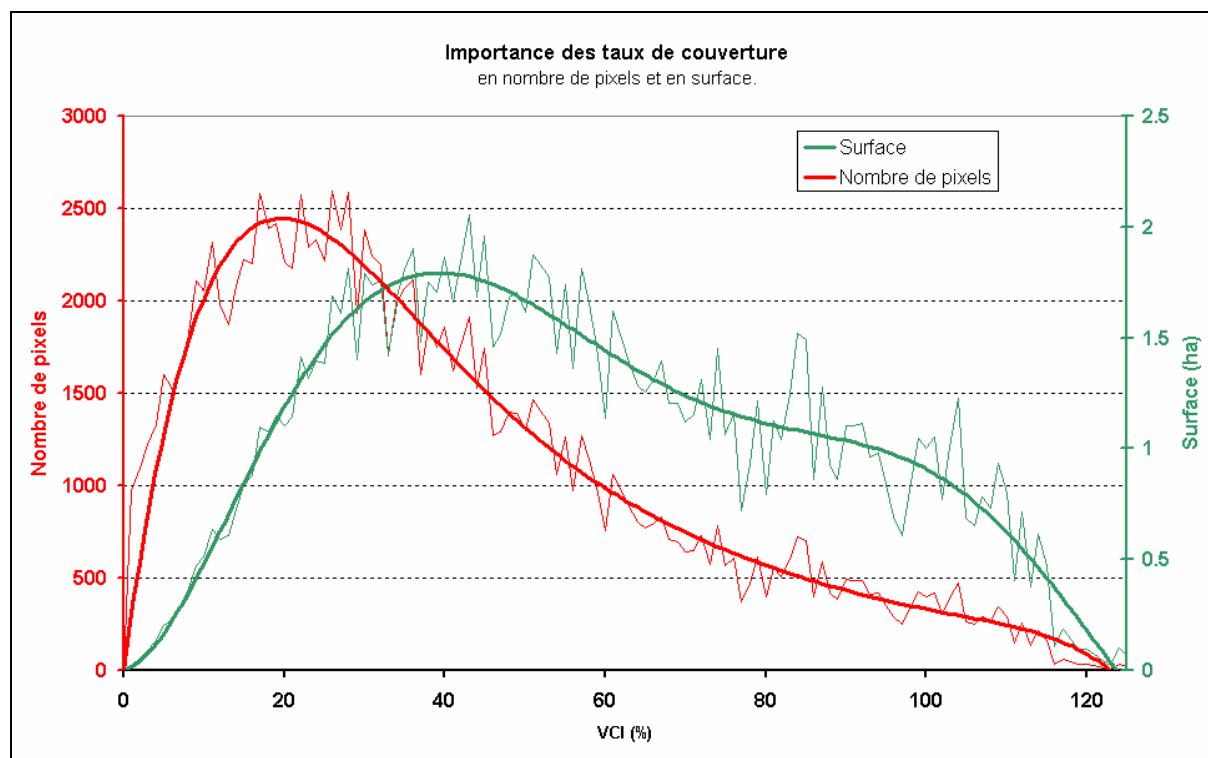


Figure 4 : Sur l'ensemble de l'image SPOT de 1990, la courbe d'occurrence du taux de couverture (courbe rouge) augmente rapidement pour atteindre un maximum de 503 pixels à 17 % de taux recouvrement, elle décroît ensuite progressivement. On constate que cette courbe ne part pas de 0 (partie négative tronquée). En ramenant ces valeurs en surface équivalent 100% (courbe verte), le pic se décale vers des taux de couverture plus forts, avec une surface algale maximum pour les taux de couverture situés entre 40 et 45 %.

Sur le terrain, les taux de couverture de 22 secteurs ont été relevés (16 quadrats, 2 zones contourées au GPS, et 4 points d'absence). Ces mesures ont été réalisées pour la correction du VCI calculé sur l'image par des mesures terrain.

Après analyse des données, on note une très faible corrélation entre les mesures terrain et les valeurs de VCI correspondantes sur l'image (coefficient de détermination égal à 0,41).

Les corrections de VCI d'après les mesures terrain n'ont finalement pas été appliquées à l'image. Ce fort écart observé entre le VCI calculé et le taux de recouvrement terrain peut s'expliquer par différents facteurs :

- La grande différence de date entre la prise de vue de l'image Spot et les vérités terrain (près de 15 ans). Entre l'image Spot de 1990 et les vérités terrain de 2005, le taux de couverture algale a certainement changé en de nombreuses zones de l'image (c'est ce que nous cherchons à évaluer). Il y a donc une probabilité non négligeable pour que des variations aient eu lieu sur les zones de vérités terrain, expliquant les différences observées,
- La relativement faible étendue des zones à Fuciales. Il a été montré que pour que la valeur d'un pixel ne soit pas « polluée » par les pixels voisins, il faut qu'il se trouve au centre d'une zone homogène carrée d'au moins 3 par 3 pixels (soit un carré de 60 mètres de côté). Sur cette portion de la côte, avec un estran très réduit en largeur, on retrouve beaucoup de zones à Fuciales de petite taille, où la valeur du taux de recouvrement

calculée sur l'image SPOT se trouve sous-évaluée du fait de la présence de nombreux pixels mixtes.

Corriger les valeurs calculées sur l'image de 1990 avec la réalité du terrain actuel risque de fausser les résultats du taux de couverture en masquant les variations que nous cherchons justement à mettre en évidence. Il semble en outre que cette correction ne modifie que très peu les résultats (cf. les coefficients des droites régression des précédents rapports Rebent).

Analyse des résultats.

L'application du masque mer, défini par référentiel altimétrique à une hauteur de 1,45 m d'après les mesures au DGPS de terrain sur la limite basse de la ceinture de Fucales, semble relever trop fortement le niveau de l'eau par rapport à l'image brute (la surface algale est réduite de 65 % entre avant et après application du masque).

La comparaison des résultats avec les points DGPS de la limite basse des Fucales met en évidence une légère différence niveau entre la hauteur d'eau attendue et la hauteur d'eau photographiée, sur la partie Est de l'image notamment, entre l'île Raguénez et Lorient. Cette différence de niveau peut s'expliquer par les mauvaises conditions météorologiques lors du survol ULM. Une houle assez forte, venant du sud-est, a rendu la photo-interprétation délicate en raison du déferlement sur les zones rocheuses et a ainsi pu fausser l'interprétation du niveau de l'eau. Sur ce secteur aux isobathes resserrées, l'estran émergé à basse mer est très réduit, les ceintures de Fucales sont donc très étroites et une éventuelle erreur de positionnement de la limite de l'eau de quelques mètres a de grandes conséquences.

Le survol de Groix n'a pas été réalisé en raison de l'éloignement à la côte et de la relativement faible couverture en Fucales de l'île. Le traitement de la prochaine image Spot sur la même zone, pour la génération du différentiel d'évolution, devrait permettre d'ajuster le niveau de l'eau et ainsi d'améliorer le masque mer et la limite basse de la ceinture de Fucales.

| | Avec le masque fucales à 145 cm | | Sans le masque fucales |
|---------------------------------|---------------------------------|--------|------------------------|
| | Total image (sans Groix) | Glénan | Groix |
| Nombre pixels Estran | 16575 | 3746 | 4627 |
| Surface estran (ha) | 663 | 150 | 185,1 |
| % Estran / Total | 100 | 23 | - |
| Nombre de Pixels Algue | 8008 | 2537 | 2922 |
| % Pixels algues / Total | 100 | 32 | - |
| % Pixels algues / Estran | 48,0 | 68 | 63 |
| Surf Equivalent 100 % | 127,4 | 67,4 | 34,1 |
| % Surf Equivalent 100 % / Total | 100,0 | 51 | - |
| % Surf Eq 100 % / Estran | 19 | 44 | 18 |

Tableau 4 : Statistiques des zones à Fucales sur l'image totale, les îles de Glénan et l'île de Groix. En bleu, les données sur l'estran, en noir sur les pixels contenant des algues (VCI >0), et en rouge sur les surfaces en équivalent 100 %.

Après application des masques *terre et mer* à l'image, il reste 16575 pixels sur lesquels est calculé le VCI, ce qui équivaut à une surface de **663 ha** d'estran. Dans cette surface, des Fucales sont repérées sur 48 % des pixels (pixels avec un taux de couverture supérieur ou égal à 1%). Cette proportion augmente sur les îles de Glénan et de Groix, où respectivement 68 % et 63 % de l'estran est touché par des algues.

La surface fictive en équivalent 100 % représente la surface qui serait réellement couverte par des algues si le taux de couverture était de 100 % pour le pixel. Elle est obtenue en multipliant le VCI par 400, la surface d'un pixel en m².

Pour l'ensemble de l'image SPOT, la surface totale en Fucales en équivalent 100 % est de **127 ha**, soit une couverture de 19 % de l'estran. Avec 67,4 ha, 51 % des surfaces couvertes en algues se situent sur l'archipel de Glénan, alors qu'il ne représente que 23 % de la surface totale de l'estran. A Glénan, 44 % de l'estran est recouvert par des algues, ce qui constitue la plus forte concentration de l'image.

En dehors des îles de Glénan, les autres principaux gisements en Fucales de l'image sont l'île de Groix, la pointe de Gâvres, Port Louis, Larmor Plage, le plateau de Kerpape, Lomener, Fort bloqué, la côte à proximité de Kermeurzac'h sur la commune de Moëlan-sur-mer, l'île Raguénez, la pointe de Trévignon, la Pointe de la Jument, la Pointe du Cabellou, Concarneau, Beg Meil et la pointe de Moustierlin.

On constate, sur l'ensemble de l'image, que tous les taux de couverture sont assez bien représentés, avec une surface maximum couverte dans la classe 30 – 50 % (courbe verte de la figure 5). La structure de la courbe est presque bimodale, avec une baisse rapide des surfaces pour les VCI supérieurs à 50, puis un ralentissement de cette décroissance à partir de 70 % de taux de couverture. La part des forts taux de couverture est relativement importante.

Une analyse séparée de deux zones distinctes de l'image, la côte et les îles de Glénan, permet d'expliquer la forme de cette courbe. En traçant les surfaces couvertes en fonction du VCI, on constate que les 2 courbes sont d'allures très différentes, reflet d'une différence de répartition des taux de couverture (courbes orange et bleue de la figure 5). Sur la côte, la surface la plus importante est occupée par des couvertures en Fucales de l'ordre de 30 à 40 %, alors que sur les Glénan, la majorité de la surface est occupée par les taux de couverture proches de proches de 100 %.

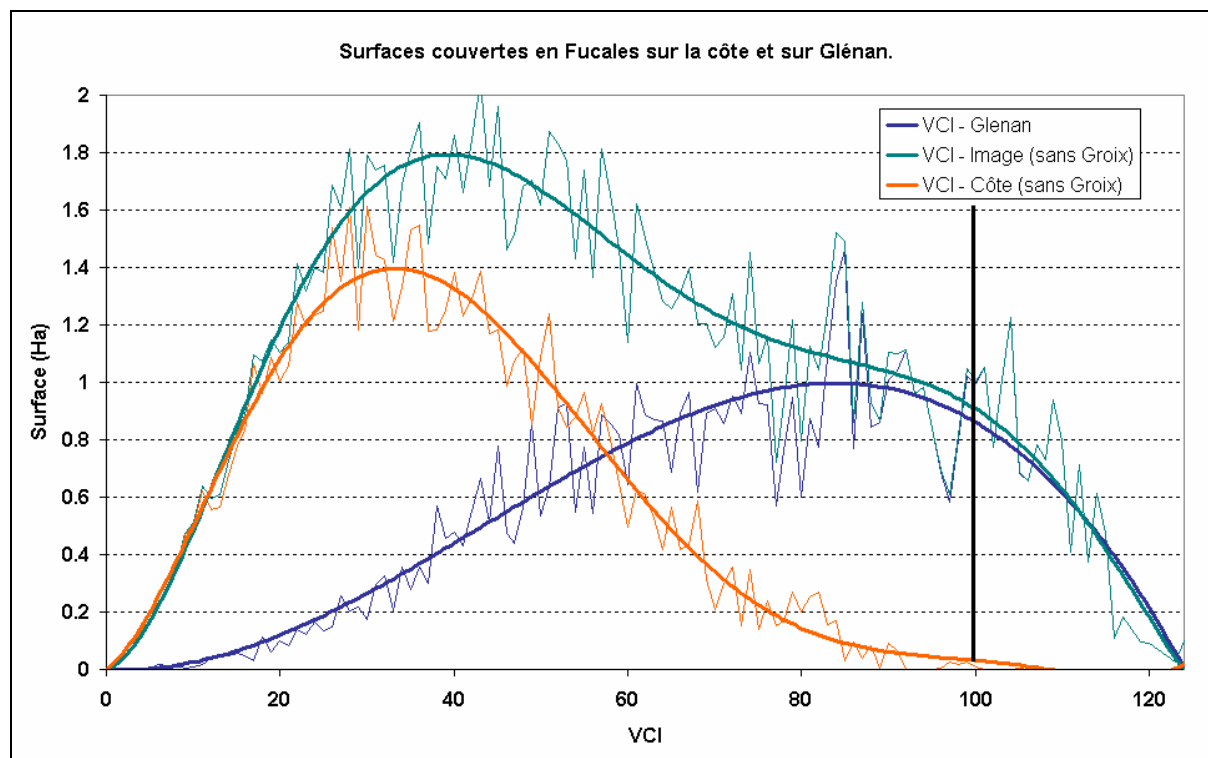


Figure 5 : Comparaison de la répartition des taux de couverture entre la côte, Glénan et l'image globale. La barre verticale représente un VCI de 100, au-delà de laquelle les valeurs sont ramenées à 100 %. Sur Glénan, les taux de couverture en Fuciales sont plus forts que sur la côte.

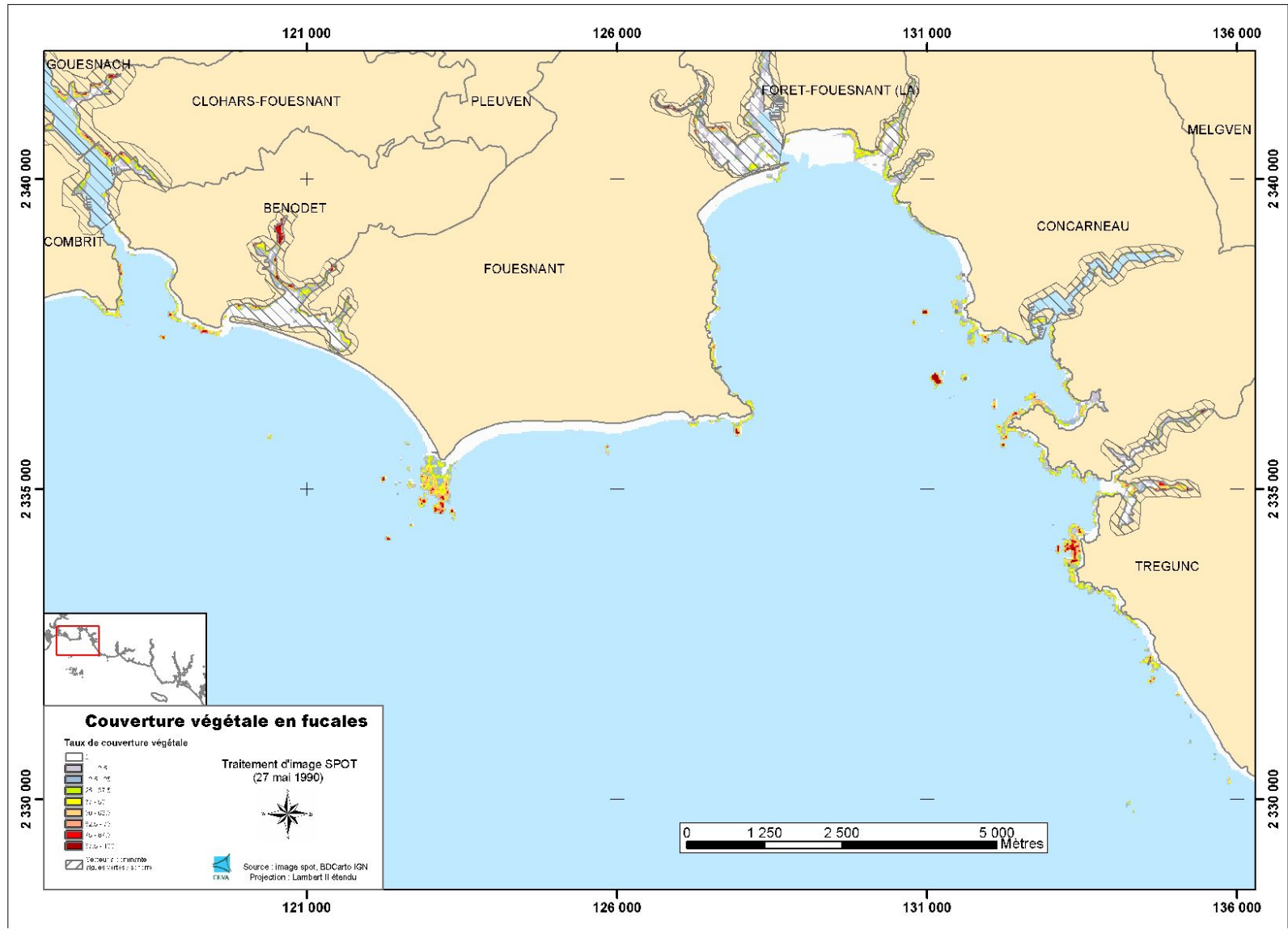
Les plus faibles taux de couverture sont plutôt apportés par les Fuciales de la côte, peu denses, alors que les forts taux de couverture proviennent en quasi-totalité des denses ceintures de Fuciales de l'Archipel de Glénan.

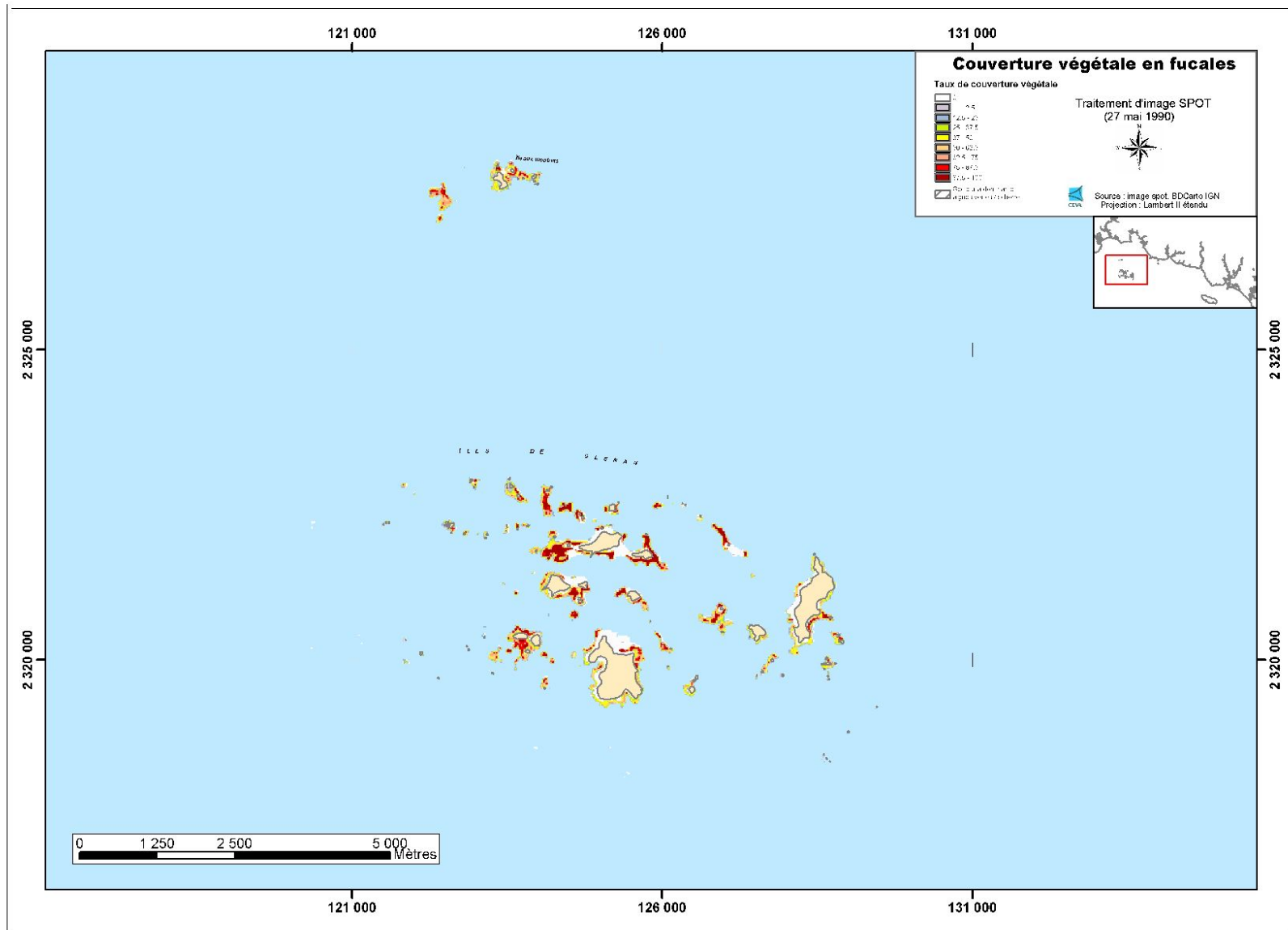
3.2 Croisement des taux de couverture algale avec les cartes des présence sur l'archipel de Glénan

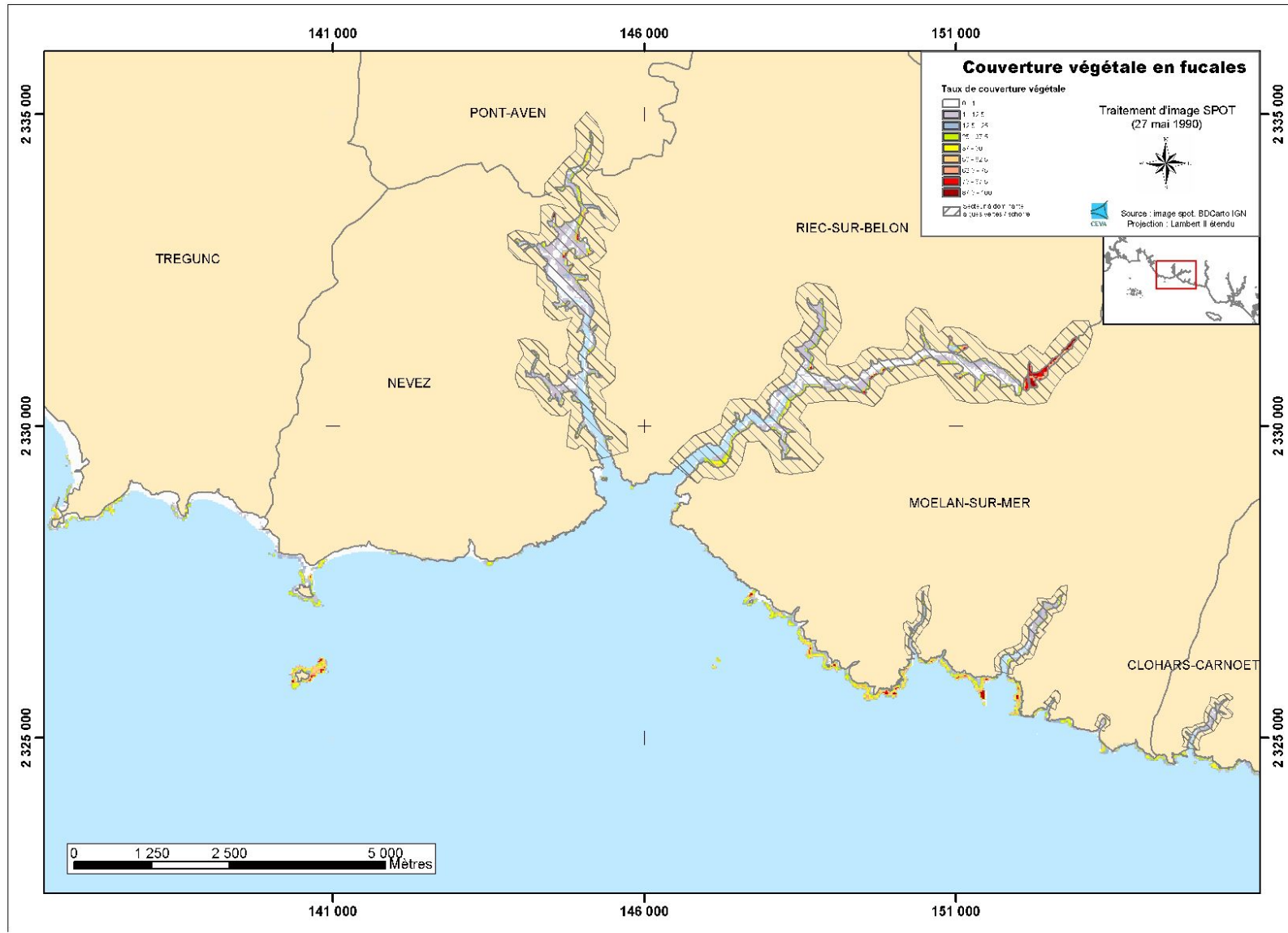
Les cartes de croisement entre le taux de couverture en fuciales sur l'image Spot du 27 mai 1990 et les masques des fuciales élaborés d'après les missions terrain de 2004 sont présentées en Annexe 3.

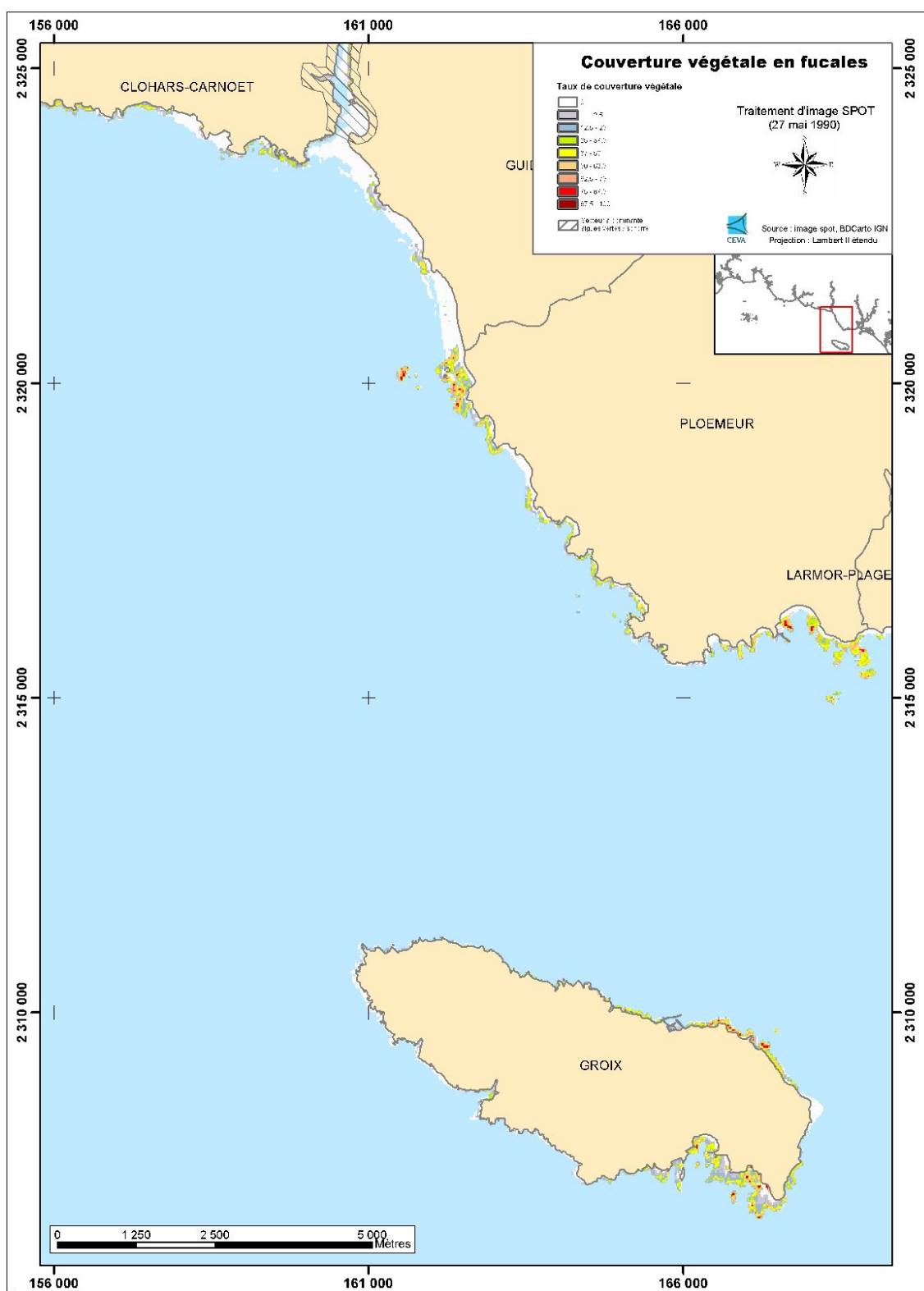
ANNEXE 1

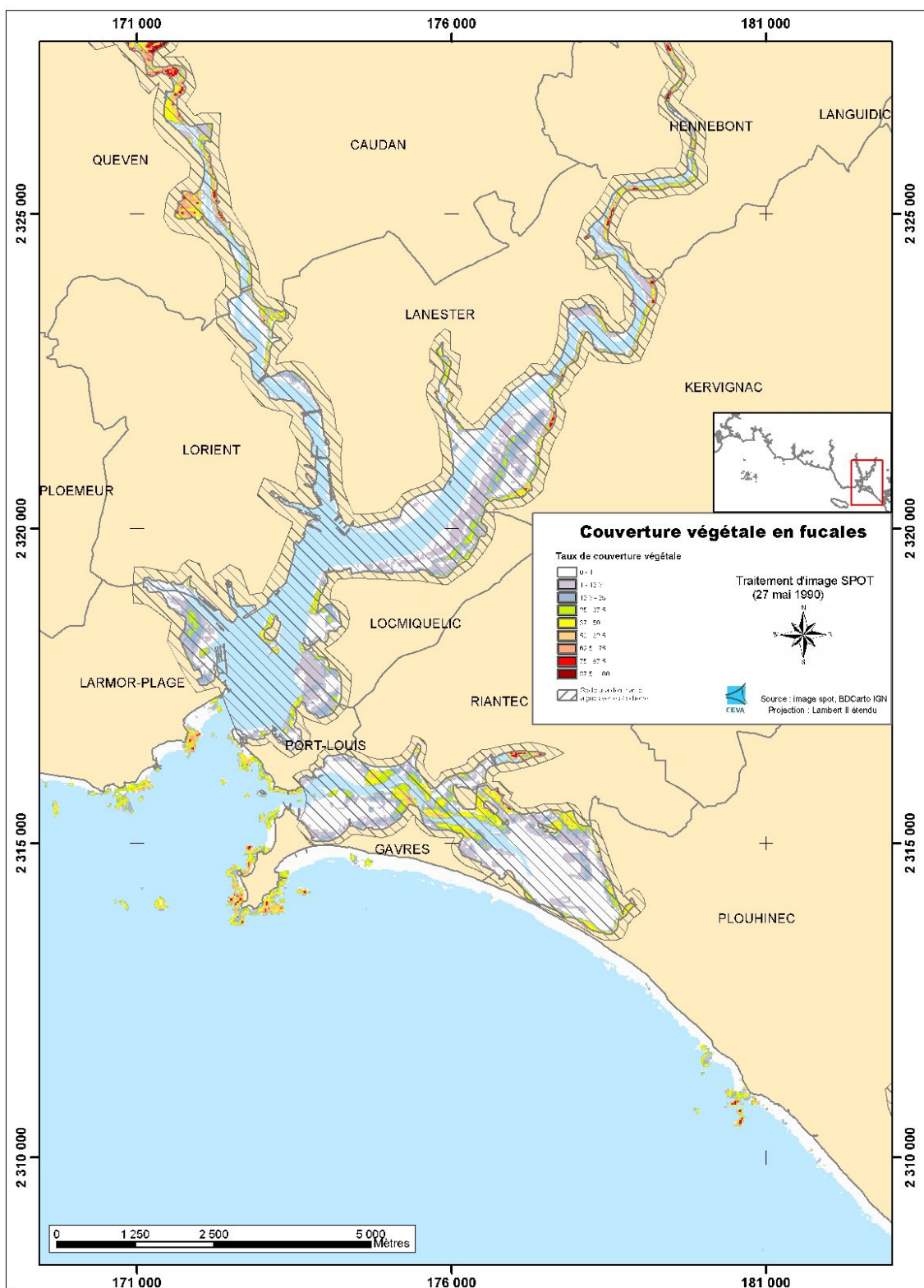
**Cartes de couverture en fucales
sur la zone Benodet-Gâvres,
image SPOT du 27 mai 1990**





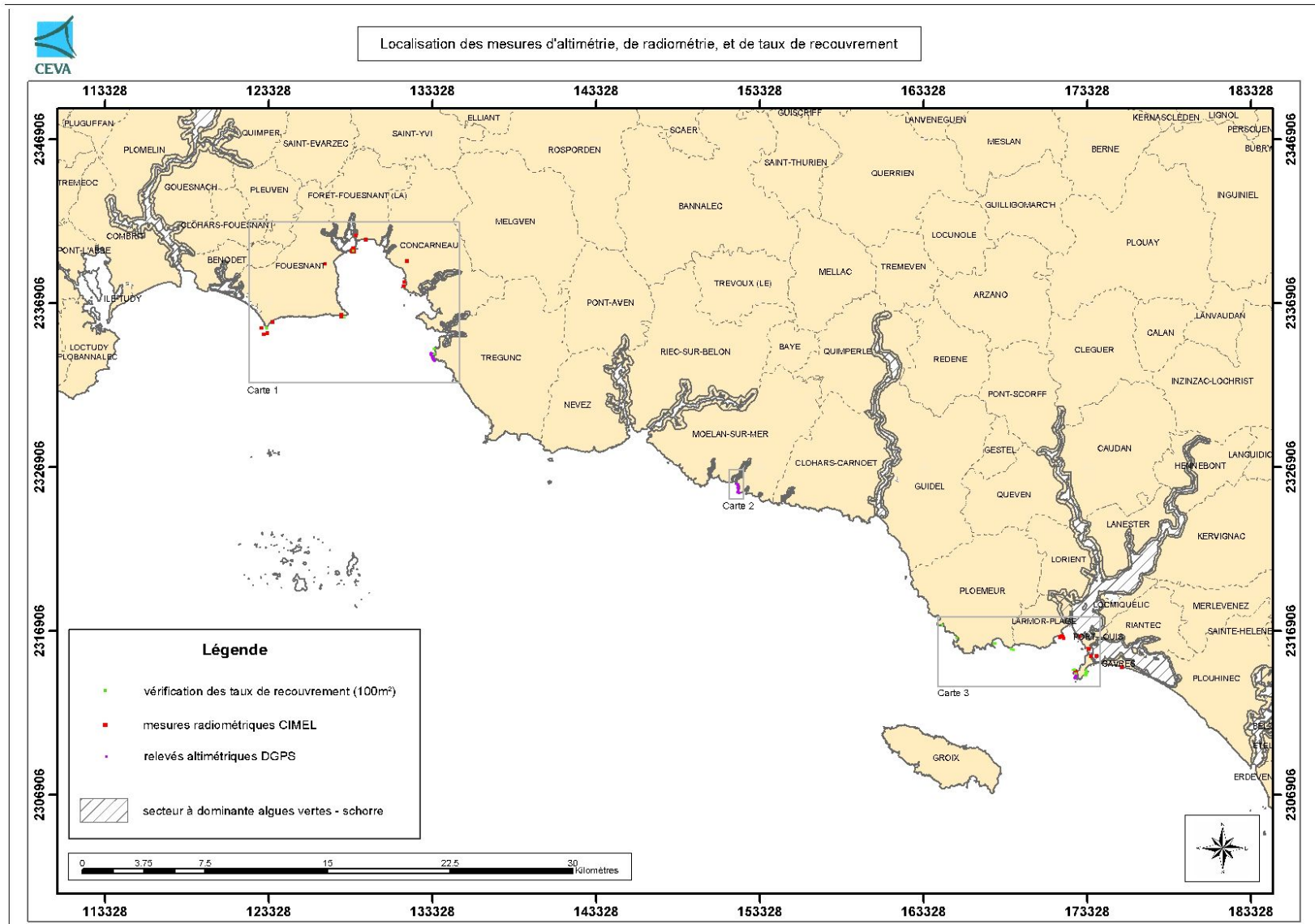


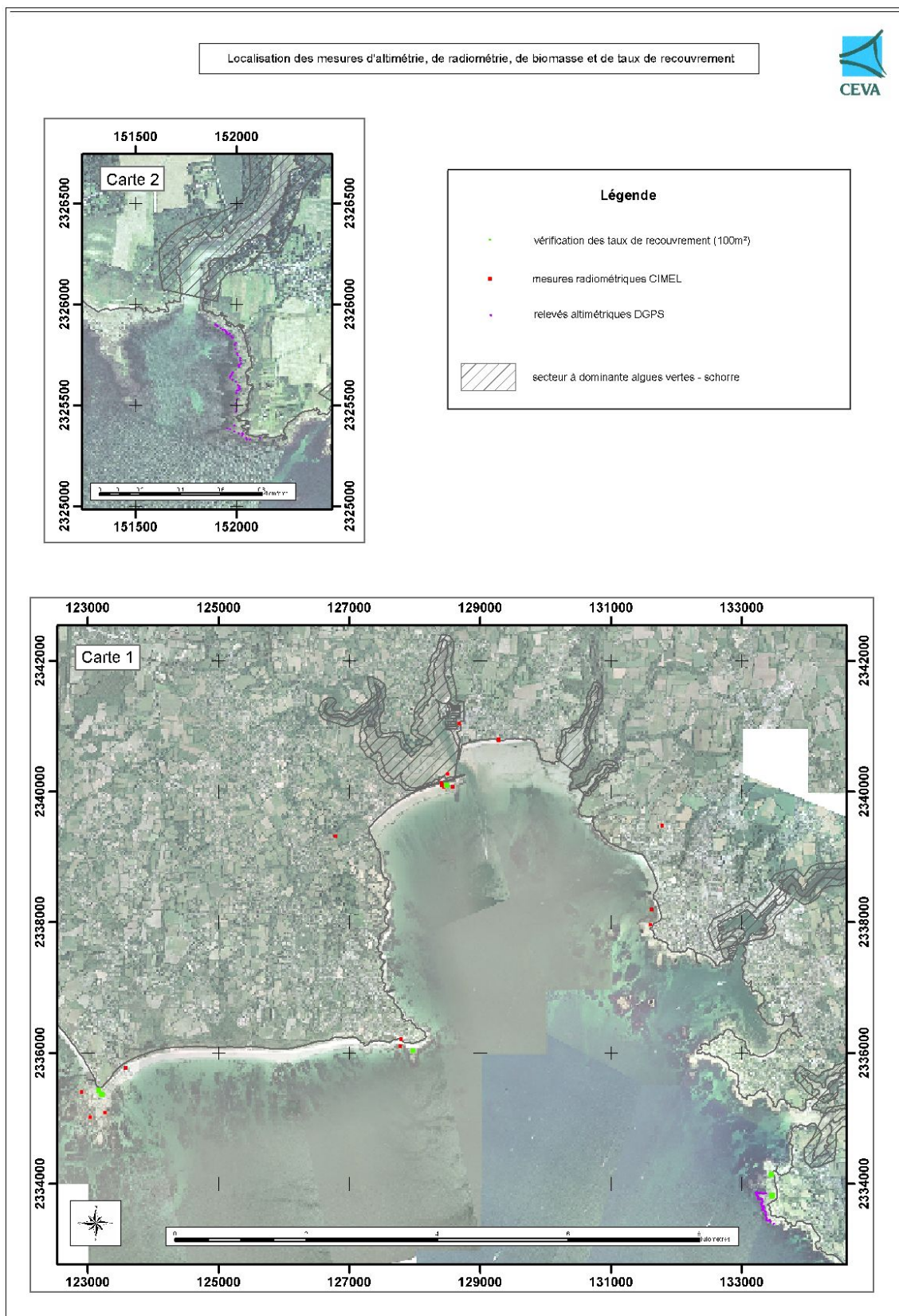


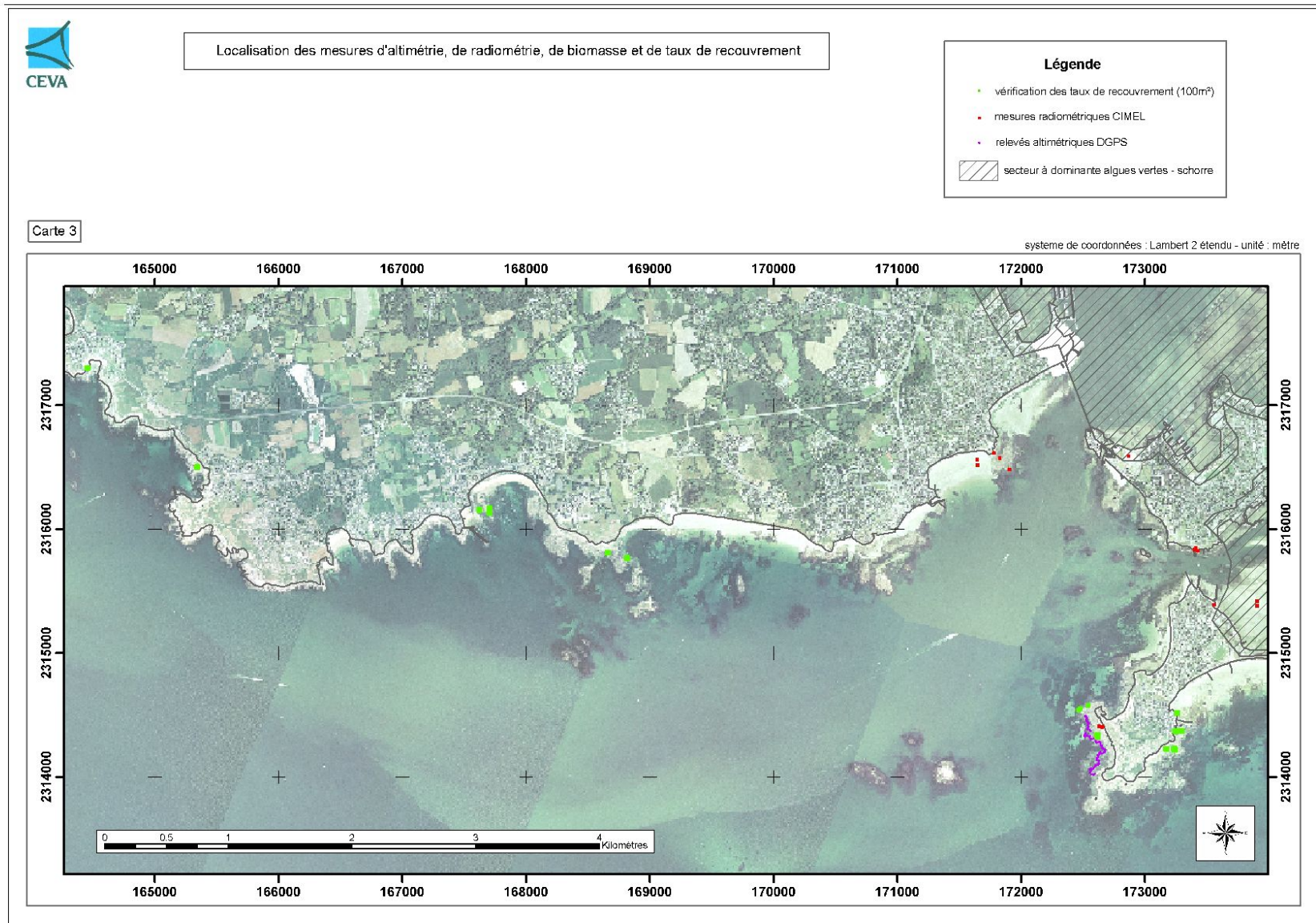


ANNEXE 2

Cartes de synthèse des acquisitions terrain sur la zone Benodet-Gâvres







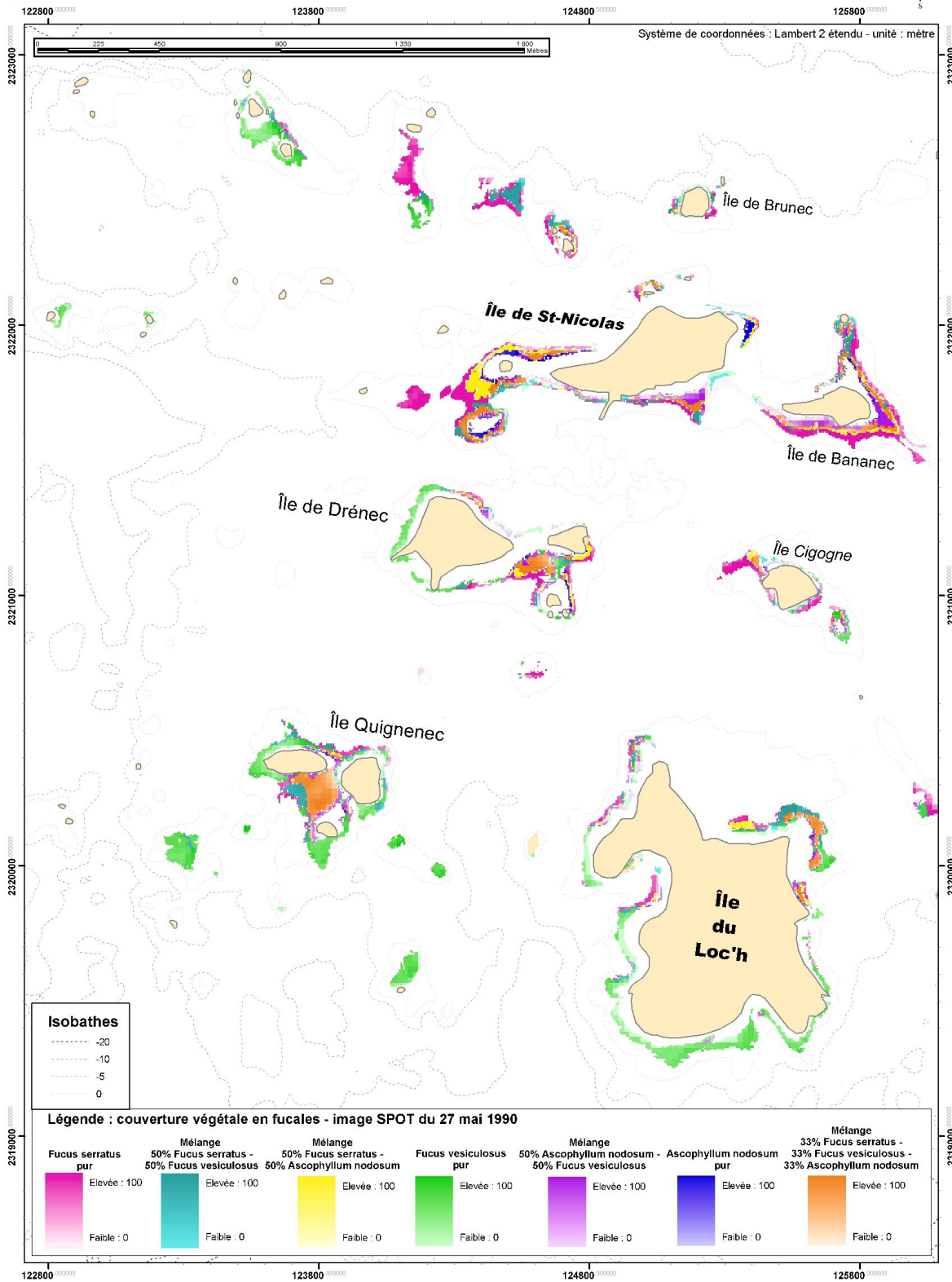
ANNEXE 3

**Cartes de croisement des données
Couverture / Présence en Fucales
Sur l'image SPOT du 27 mai 1990**

- Archipel de Glénan -



Carte de la couverture et des limites spatiales de répartition des espèces de fucales sur l'archipel des Glénans





Carte de la couverture et des limites spatiales de répartition des espèces de fucées sur l'archipel des Glénans

