



COMMUNAUTE URBAINE DE BREST
Direction de la Protection du Patrimoine Naturel et Sensible

PROJET DE DEVELOPPEMENT DU RESEAU
RADE DE BREST – CONTRAT DE BAIE

**RAPPORT D'ETUDE SUR LA PROGRESSION DE LA SPARTINE
(*SPARTINA ALTERNIFLORA*) ET SUR LA DYNAMIQUE
SEDIMENTAIRE EN RADE DE BREST**

SITES DE PONT-CALLEC, DU PEDEL ET DE MENGLEUZ

GEOMER – LETG UMR 6554 CNRS



Décembre 2004

COMMUNAUTE URBAINE DE BREST
Direction de la Protection du Patrimoine Naturel et Sensible

PROJET DE DEVELOPPEMENT DU RESEAU RADE DE
BREST – CONTRAT DE BAIE

**RAPPORT D'ETUDE SUR LA PROGRESSION DE LA SPARTINE
(SPARTINA ALTERNIFLORA) ET SUR LA DYNAMIQUE
SEDIMENTAIRE EN RADE DE BREST**

SITES DE PONT-CALLEC, DU PEDEL ET DE MENGLEUZ

Maître d'oeuvre

GEOMER - UMR 6554 CNRS - Institut Universitaire Européen de
la Mer - Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané
Direction scientifique : Serge SUANEZ et Bernard FICHAUT
serge.suanez@univ-brest.fr – bernard.fichaut@univ-brest.fr



FICHAUT Bernard
SPARFEL Lénaïg
SUANEZ Serge

Décembre 2004

Pour tous renseignements, s'adresser à :

Patricia ROLLAND, C.U.B.

Direction de la Protection du Patrimoine
Naturel et Sensible – Service Rade

Tel : 02 98 33 51 51



Introduction

Ce travail a été réalisé à la demande de la *Direction de la Protection du Patrimoine Naturel et Sensible*, service dépendant de la Communauté Urbaine de Brest (CUB). Il s'inscrit dans les orientations majeures du programme d'action du Contrat de Baie de la rade de Brest. L'objectif est d'étudier la dynamique spatiale de la spartine en relation avec la sédimentation dans la rade de Brest. Cette problématique découle des observations menées par le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB)¹, qui a montré que la progression de la spartine se faisait au détriment du schorre « originel », menaçant ainsi de disparition une espèce végétale particulièrement rare, le *Limonium humile*, également nommé « petit statice » ou encore « lavande de mer ».

Cette étude a consisté à réaliser une cartographie dynamique la progression de *Spartina alterniflora* depuis les années cinquante dans quelques rias et marais de la rade de Brest. Elle repose sur l'utilisation de techniques modernes de traitement d'image et de mesures de terrain au DGPS privilégiant ainsi l'approche quantitative. Dans le même temps, nous avons essayé de comprendre les relations qui existent entre le développement de la spartine et la sédimentation. Il apparaît en effet que des liens très étroits unissent ces deux phénomènes.

La problématique de ce travail répond à trois objectifs principaux :

- il s'agit tout d'abord de réaliser une étude diachronique de la progression de la spartine depuis les années cinquante, c'est-à-dire avant son arrivée supposée dans la rade de Brest ;
- par ailleurs, un suivi de la sédimentation a été mis en place sur les secteurs étudiés ;
- enfin, le but de ce travail est de proposer des moyens de gestion efficaces permettant de stopper le développement de la spartine.

¹ Tesson Y., Quere E., Magnanon S. (1997) - *Suivi des populations de Limonium humile en rade de Brest*, Conservatoire Botanique National de Brest, Rapport pour la CUB – Cellule Rade, non publié, 9p.

Quere E., Magnanon, S. (1998) – *Etude des populations de Limonium humile en rade de Brest – bilan des trois années de suivi, proposition de mesures de gestion*, Conservatoire Botanique National de Brest, Rapport pour la CUB – Cellule Rade, non publié, 18p.

Quere E., Magnanon S. (200) – *La sauvegarde des populations de Limonium humile en rade de Brest*, Conservatoire Botanique National de Brest, Rapport pour la CUB, non publié, 14p.

1 - METHODOLOGIE

1-1 Choix des sites d'études

Trois secteurs représentatifs de l'ensemble des stations à *Limonium* de la rade de Brest ont été retenus (figures 1 et 2). Il s'agit des sites :

- de Pont-Callec sur la commune de Plougastel-Daoulas,
- du Pédel sur les communes de Plougastel-Daoulas et Loperhet,
- de Mengleuz sur les communes de Daoulas et Logonna-Daoulas.

Ces différents sites présentent les deux morphologies caractéristiques de l'ensemble des zones humides de la rade de Brest. Les secteurs de Pont-Callec et du Pédel sont des *rias*, d'anciennes vallées ennoyées colmatées par du matériel fluvio-marin. Le site de Mengleuz correspond quant à lui à un marais maritime qui s'est développé en arrière de deux cordons littoraux.

1-2 Le traitement d'image

L'étude de la dynamique de la progression de la spartine repose sur l'analyse diachronique par photo-interprétation numérique et traitement sous Système d'Information Géographique (SIG) à l'aide du logiciel Mapinfo. Pour ce faire, nous avons disposé d'un jeu de photographies aériennes IGN couvrant la période 1952 - 2000, suivant un intervalle de temps de 8 à 10 ans (figures 3, 4 et 5). La méthodologie retenue pour la photo-interprétation numérique repose sur un ensemble de procédures :

- dans un premier temps, les photographies aériennes ont été numérisées à très haute résolution de manière à obtenir une résolution au sol de 40 à 50 cm.
- dans un second temps, ces photographies ont été géométriquement corrigées afin d'éliminer les phénomènes de distorsion et de déformation inhérents à la prise de vue. Nous avons utilisé pour cela la méthode de saisie des points d'amer en prenant pour document de référence l'ortho-photographie aérienne IGN de 2000 (figure 6). Des marges d'erreur ont été calculées pour chaque secteur afin de tester la qualité des corrections géométriques. Les décalages d'une image à une autre après correction sont inférieurs à +/- 3 m.
- enfin, l'acquisition des parcelles végétalisées a été réalisée sous le logiciel de SIG (MapInfo) à partir duquel nous avons, avant toute chose, pris soin de géoréférencer l'ensemble des données images. Les contours de taches de spartine et de schorre ont été numérisés à l'écran (figure 7). L'évolution des aires végétalisées a donné lieu

à une cartographie dynamique à partir de laquelle le calcul des surfaces et des vitesses de progression de la spartine a été effectué pour chaque date.

1-3 Les données de terrain

L'analyse diachronique par traitement d'image s'est accompagnée d'un levé de terrain effectué au DGPS pour l'année 2004 (photo 1). L'objectif principal de ces campagnes de mesures a été de cartographier la végétation existante sur les trois sites de Pont-Callec, de Mengleuz et du Pédel.

En parallèle, nous avons réalisé sur les trois sites des mesures topographiques le long de profils transversaux de façon à caractériser le préférendum altitudinal de la spartine (figure 8). Ces levés ont aussi été effectués au DGPS.

1-4 La mesure de la sédimentation

La mesure de la sédimentation dans nos trois sites d'étude repose sur l'utilisation de piquets gradués (figure 9 et photo 2). Ces piquets ont été disposés le long de transects répartis de part et d'autre de taches de spartine. Ces transects sont composés de deux à quatre piquets, et dans la mesure du possible, nous avons positionné systématiquement un piquet en avant de la tache, c'est-à-dire à proximité du chenal principal, un autre au centre de la tache, et un dernier en arrière de cette dernière, près du schorre à obione, dans le but d'étudier l'ensemble des situations présentes sur chaque site (figures 10, 11 et 12).

2 – RESULTATS

Nous séparons les résultats obtenus dans le cadre des deux objectifs :

- la dynamique spatiale de la spartine en rade, son sens et sa vitesse de progression
- l'évolution des taux de sédimentation.

2-1 Progression spatiale de la spartine

- Site de Mengleuz (figures 13 à 19)

Le site de Mengleuz étant un marais maritime bénéficiant d'une position d'abri derrière deux cordons gravelo-sableux, le schorre était bien développé en 1952. Il couvrait une surface assez importante du marais évaluée à 32 930 m² environ, pour une surface totale du

marais avoisinant les 84 000 m² (figure 13). En cinquante ans, l'envahissement du marais par la graminée s'est effectué dans toutes les directions, tant vers le chenal que vers le bas du schorre (figure 18). Cependant, la spartine s'est contentée dans un premier temps de coloniser toutes les zones de slikkes nues, ce qui a contribué à la disparition de nombreux pieds de *Limonium humile*, également installés sur la vase nue en bas du schorre. Pour ce faire, elle a très largement profité des chenaux qui morcellent le schorre de Mengleuz, contribuant progressivement à leur colmatage. Les tracés de ces anciens chenaux sont d'ailleurs nettement visibles sur la figure 17. Actuellement, *Spartina alterniflora* a colonisé la quasi-totalité des espaces de slikke nue, à l'exception d'une bande caillouteuse située sur la limite sud du marais, et où subsistent encore quelques pieds de petit statice. Mais la graminée envahissante poursuit sa progression, quoique plus lentement, puisqu'elle progresse à présent vers le haut du schorre préexistant en éradiquant les plantes préexistantes. Peut-être parviendra-t-elle à occuper tout l'espace disponible dans cette zone particulièrement abritée.

En l'espace de 34 ans, la plante a presque multiplié par quatre sa superficie de départ de 1970 qui était de 9 400 m² (figure 14). La vitesse de progression de la spartine s'est révélée particulièrement impressionnante sur la période allant de 1970 à 1978, sa surface passant de 9 400 m² à 22 300 m² en huit ans (figure 19). Le schorre a quant à lui vu sa superficie peu à peu grignotée par la graminée. La spartine occupe aujourd'hui 44 % de la surface du marais maritime.

- Le site de Pont-Callec (figures 20 à 27)

Le site de Pont-Callec se présente sous la forme d'une ria assez étroite. La zone d'étude s'étire sur environ un kilomètre de long. Le fond de la ria est occupé par un petit port à l'abri d'un quai situé en rive droite. La largeur de la ria ne dépasse guère plus de 150 m dans sa plus grande section. Ce site est relativement peu végétalisé. En effet, en 1952, le schorre ne couvre qu'une superficie de 25 140 m², alors que l'on peut estimer la surface totale de la zone humide à 118 500 m² (figure 20). La végétation à cette date est cantonnée aux extrêmes bords de la ria, formant des ourlets sur les berges de la zone soumise à l'influence des marées.

Aujourd'hui encore, la ria de Pont-Callec est peu envahie par la spartine, à la différence des autres sites de la rade. La plante est toutefois bien présente avec une superficie supérieure à 14 000 m² en 2004, soit 11 % de la surface de la ria (figure 25).

La graminée s'est vraisemblablement installée tout d'abord sous la forme de tâches de superficies très réduites, en aval de la zone d'étude (figure 26). En effet, la plante ne couvrait

que 1740 m² environ en 1978. Puis, elle s'est disséminée à travers toute la ria, sur les deux rives. Cependant, même si sa surface a augmenté au fil des ans (figure 27), elle s'est toujours implantée sur la haute slikke, en bordure du schorre, avant de progresser sur le schorre lui-même. Il semblerait en effet qu'elle ait beaucoup de difficultés à progresser vers le chenal (figure 26).

Si la spartine atteint actuellement une surface non négligeable, nous pensons que sur ce site, son expansion pourrait s'arrêter. En effet, à plusieurs endroits elle est même en recul, et ce malgré des vitesses de progression très fortes entre 1990 et 1993, période durant laquelle elle a gagné 6 100 m² (figure 27).

- Le site du Pédel (figures 28 à 35)

Le site du Pédel étant une ria, la végétalisation du site en 1952 présente sensiblement les mêmes caractéristiques que celles de la ria de Pont-Callec décrite précédemment. On y trouve un schorre couvrant une surface d'environ 15 000 m² pour une surface totale de la ria de 118 000 m² (figure 28). Ce schorre se localise sur les rives de la ria, sous la forme de bandes relativement étroites.

Dès 1970, la spartine est bien installée dans la ria du Pédel, puisqu'elle occupe alors 10 150 m². Elle semble s'être développée dans un premier temps dans le fond de la ria, assez rapidement colonisée du chenal au bas du schorre (figure 29). Cet endroit lui a servi de point de départ pour ensuite se propager à travers l'ensemble de la zone humide sous la forme de taches caractéristiques. La croissance de ces taches et leur jonction ont peu à peu contribué à l'apparition de vastes étendues uniformes qui aujourd'hui recouvrent la quasi-totalité de la ria. La progression la plus importante s'est effectuée entre 1970 et 1993, avec des vitesses de progression allant de 1 600 m² par an pour la période 1970-1978 à 1720 m² par an pour la période 1990-1993. Aujourd'hui, la spartine recouvre une surface de 54 400 m², soit 46 % de la ria (figure 35).

Dans un premier temps, l'installation de la graminée s'est faite préférentiellement sur les zones de slikkes nues situées entre le chenal et le bas du schorre à obione, avant de progresser semble-t-il tant vers le chenal que vers ce schorre (figure 34). Cependant, il apparaît que la spartine est rapidement remontée jusqu'à l'obione, en progressant plus vite vers le haut des pentes que vers le chenal.

Si le fond de la ria se trouve aujourd'hui presque totalement colmaté par la présence de *Spartina alterniflora*, cette dernière s'est aussi largement répandue vers l'aval, sans toutefois atteindre la même densité qu'en amont. Des zones demeurent aujourd'hui vierges de spartine (figure 33).

2-2 Sens de progression

La dynamique de la spartine n'est pas identique selon les secteurs. Il s'agit donc dans cette étude de savoir si la plante progresse avant tout vers le haut du schorre ou vers les points bas que constituent les fonds de chenaux. Les profils topographiques nous ont d'autre part permis de définir le préférendum altitudinal de la plante.

L'installation de la spartine s'est effectuée de manière différente pour chacun des sites. Nous aurions pu nous attendre à des cas similaires ou proches en ce qui concerne les deux rias, et un cas à part pour Mengleuz, du fait des différences morphologiques. Il s'avère cependant que le site à mettre résolument à part est le site de Pont-Callec.

En effet, la dynamique spatiale de la graminée sur Mengleuz et au Pédel semble avoir été sensiblement la même. Dans un premier temps, la spartine s'est installée au fond du site, à l'embouchure du ruisseau d'eau douce, où elle a entrepris d'envahir quasiment toute la slikke nue. Dans le même temps, de nouvelles zones de colonisation sont apparues sur les deux rives du chenal, sur la haute slikke. Puis la plante a progressé au fil des ans, se développant du bas du schorre au chenal, puis, faute de place, remontant lentement sur le schorre par l'intermédiaire des chenaux de vidange peu à peu colmatés.

Aujourd'hui, les deux sites sont très largement envahis par la spartine, même si la progression de cette dernière semble ralentir, faute d'endroits à coloniser facilement.

Le site de Pont-Callec est quant à lui à mettre résolument à part. Même si c'est une ria comme au Pédel, le développement de la spartine ne s'est pas du tout passé de façon similaire. Il semblerait que les premières traces de la graminée invasive soient apparues non pas au fond de la ria cette fois, mais près de son embouchure, d'où elle est ensuite remontée vers l'amont pour finalement atteindre la cale. D'autre part, en 1970, la présence de la spartine était encore très marginale en cet endroit, à la différence de Mengleuz et du Pédel.

Même si l'espace qu'occupe cette plante s'est étendu, la graminée est loin de recouvrir aujourd'hui la même superficie que sur les deux autres sites. De plus, elle s'est contentée d'occuper les bordures du schorre à obione, sans trop s'aventurer vers le chenal, comme si quelque chose l'empêchait de progresser dans ce sens.

2-3 Evolution prévisible

Nous avons tenté de voir s'il y avait une correspondance entre l'altitude du substrat et l'installation de la spartine, c'est-à-dire de définir l'espace qu'elle peut potentiellement

coloniser. Pour ce faire, une analyse fine de la répartition de l'espèce a été menée sur les profils topographiques réalisés sur chacun des sites (figure 8).

- Site de Mengleuz

Il apparaît tout d'abord clairement au vu de ces profils que les chenaux se situent à une altitude assez élevée, variant de 1,80 m pour le profil situé le plus près de l'embouchure, à 2,20 m environ pour le fond de la ria. Les pentes sont assez peu marquées, et en effet, le marais maritime possède une pente générale très faible (figure 36).

La répartition de la végétation sur le site de Mengleuz est très complexe. Dans le détail, la spartine alternant avec l'obione, comme l'illustre le profil 2. Mais globalement, l'altitude moyenne à laquelle la spartine est présente est comprise entre 2,60 m et 3,80 m (niveau des plus hautes mers possibles), les altitudes inférieures étant occupées par les chenaux. Toutefois, deux indices laissent à penser qu'elle se serait installée plus bas si elle avait pu le faire. D'une part, la plante a profité de toutes les dépressions que l'obione n'avait pas colonisées pour s'installer. D'autre part, les profils montrent que la spartine descend très près du chenal, ce que confirment les observations réalisées sur le terrain. Il semblerait donc que seule la présence permanente de l'eau fasse alors obstacle à l'installation de la graminée.

- Sites de Pont-Callec et du Pédel

Comme nous l'avons vu, bien que ces deux sites soient des rias de taille sensiblement identique, le développement de la spartine ne s'est pas fait de la même façon.

Si ces rias ont grossièrement la même forme, celle de Pont-Callec se caractérise tout de même par son étroitesse. Le chenal s'y trouve plus encaissé qu'au Pédel, comme en témoignent les dénivelés visibles sur la figure 37. L'altitude du fond de ria est proche du niveau zéro, et si l'on progresse vers l'exutoire, elle passe en dessous du niveau de mi-marée, à savoir 0 m. Cependant, les slikkes ne semblent pas accuser une pente plus forte à Pont-Callec qu'au Pédel.

Les choses sont sensiblement différentes dans la ria du Pédel (figure 38). En effet, le chenal, ainsi que le niveau général des slikkes, se trouvent à une altitude plus élevée qu'à Pont-Callec, ce qui soumet donc moins intensivement le milieu à la submersion. En effet, au fond de la ria du Pédel, le chenal se trouve à une altitude moyenne de 1 m, et de 20 à 30 cm au niveau de l'embouchure.

Si l'on observe à présent le préférendum altitudinal de la spartine dans les deux secteurs, on constate que la spartine conserve la même altitude. En effet, l'examen des

profils révèle que la spartine au Pédel peine à monter au-delà de la limite des 3 m, et descend tout au plus jusqu'à 1 m, c'est-à-dire, qu'elle se cantonne grossièrement à la zone située entre la limite des pleines mers de vives-eaux, et celle des pleines mers de mortes-eaux (figure 38). A Pont-Callec, si elle ne progresse pas au-delà d'une altitude de 2,50 m vers le haut du schorre, elle descend jusqu'à la limite de 1 m, limite naturelle faisant obstacle à son installation (figure 37).

Globalement donc, dans les marais maritimes de la Rade, la spartine peut coloniser tout l'espace littoral compris entre le niveau atteint par les plus hautes mers et celui des hautes mers de mortes eaux de coefficient 40 environ. Vers le haut, où elle remplace toute végétation préexistante, rien ne semble en mesure d'empêcher son extension pour le moment inachevée. Vers le bas, seule la présence permanente d'eau dans les principaux chenaux où la durée de submersion trop longue sous le niveau des hautes mers de mortes eaux, peuvent empêcher son installation.

3 – MESURE DE LA SEDIMENTATION

Rappelons que le but de ces mesures était de montrer la possible relation entre la présence de la spartine et les taux de sédimentation. Les relevés ont été réalisés à partir des piquets gradués installés sur les trois sites (figures 10, 11 et 12).

Les résultats ne sont pas significatifs et paraissent même parfois aberrants. En toute logique on pouvait s'attendre à enregistrer de la sédimentation en particulier à l'issue de la saison estivale. En effet durant cette période, la croissance de la partie aérienne de la spartine contribue à freiner les écoulements d'eau et à favoriser le dépôt des particules fines. Il s'avère que c'est loin d'être la tendance générale. Sur certains transects, ou sur certaines portions de transects on note au contraire une érosion estivale (figure 41, point 3 figure 42, figure 46, etc...) alors qu'ailleurs on mesure bel et bien une accrétion continue et renforcée dans le même laps de temps. C'est le cas par exemple à Mengleuz au sein d'une grande cuvette récemment colonisée par les spartines (figure 44) ou au sommet de certaines buttes de schorre dans ce même marais (figure 43). Si parfois l'absence de sédimentation s'explique par la proximité immédiate d'un chenal canalisant les courants de marée (point 1 figure 42) ou par le piégeage d'algues en dérive sur le piquet de jauge (transect 4 à Pédel) dans la majorité des cas les résultats restent inexplicables.

Les données que nous présentons proviennent de mesures effectuées sur un an, ce qui constitue une période extrêmement courte pour l'étude de processus de sédimentation enregistrant sans doute des variations interannuelles. Par conséquent, ces premières conclusions ne peuvent refléter une évolution à long terme. Seule la prolongation des

mesures en cours dans les années à venir permettra d'obtenir des données quantitatives fiables.

Toutefois, l'étude des profils topographiques (voir 2.2) montre que sur le long terme l'expansion de la spartine s'accompagne indubitablement d'un piégeage de sédiments fins et d'un exhaussement généralisé des marais. Dans la ria de Pédel, les profils 1, 2 et 3 de la figure 36 montrent très nettement que la limite basse de la spartinaie se calque systématiquement sur un talus dont la hauteur varie de quelques décimètres à un mètre. Ces talus sont présents là où le front de colonisation de 2004 se superpose à peu près exactement sur celui de 1993, dans une position acquise entre 1978 et 1993. La spartine ayant atteint sa limite de progression vers le bas d'estran se stabilise mais sa présence s'accompagne d'un exhaussement du substrat. Sur le profil 4, en rive gauche il n'y a pas de talus tout simplement parce que la spartine continue encore d'avancer vers les bas niveaux

4 – QUELLE GESTION ?

4-1. Le constat.

Les résultats de la présente étude montrent nettement quelles sont les limites à l'extension de la spartine. Initialement présente sur les slikkes nues au niveau des hautes mers moyennes, elle progresse inexorablement dans deux directions :

- Vers le haut, elle est déjà localement présente au niveau atteint par les plus hautes mers. Elle colonise progressivement tous les schorres aux dépens des plantes et associations préexistantes auxquelles elle peut s'associer dans un premier temps, mais qu'elle éradique à terme.
- Vers le bas la limite à son extension est le niveau des hautes mers de mortes eaux de coefficient 40 environ. Malheureusement, ce niveau trop bas exclut aussi la présence de limonium.

Les seuls secteurs que nous avons identifié comme pouvant échapper à l'emprise de la spartine, et où le Limonium peut se maintenir, sont des secteurs marginaux. Il s'agit d'endroits où l'hydrodynamisme s'oppose à un dépôt important de vase et où le substrat est caillouto-vaseux. A Mengleuz, c'est le cas de la rive gauche, ou concave, du chenal principal, à l'entrée du marais (figure 17). A Pédel, il s'agit de la rive droite, concave, du méandre situé au droit du hameau (figure 33). A cet endroit, la côte fait face aux vents dominants et à l'action des vagues. A Pont Callec, c'est dans la partie aval, plus exposée que le limonium parvient aussi à se maintenir en rive gauche en haut d'estran (figure 25).

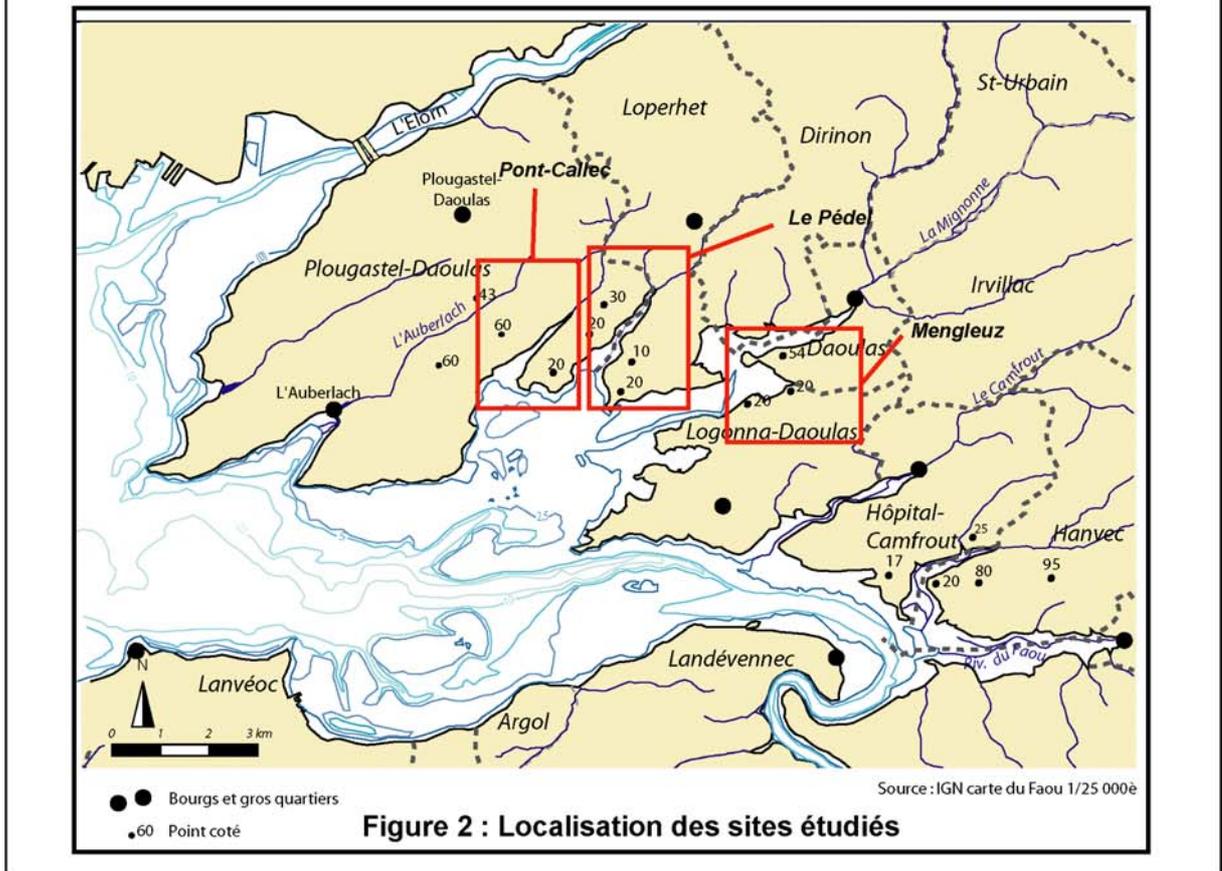
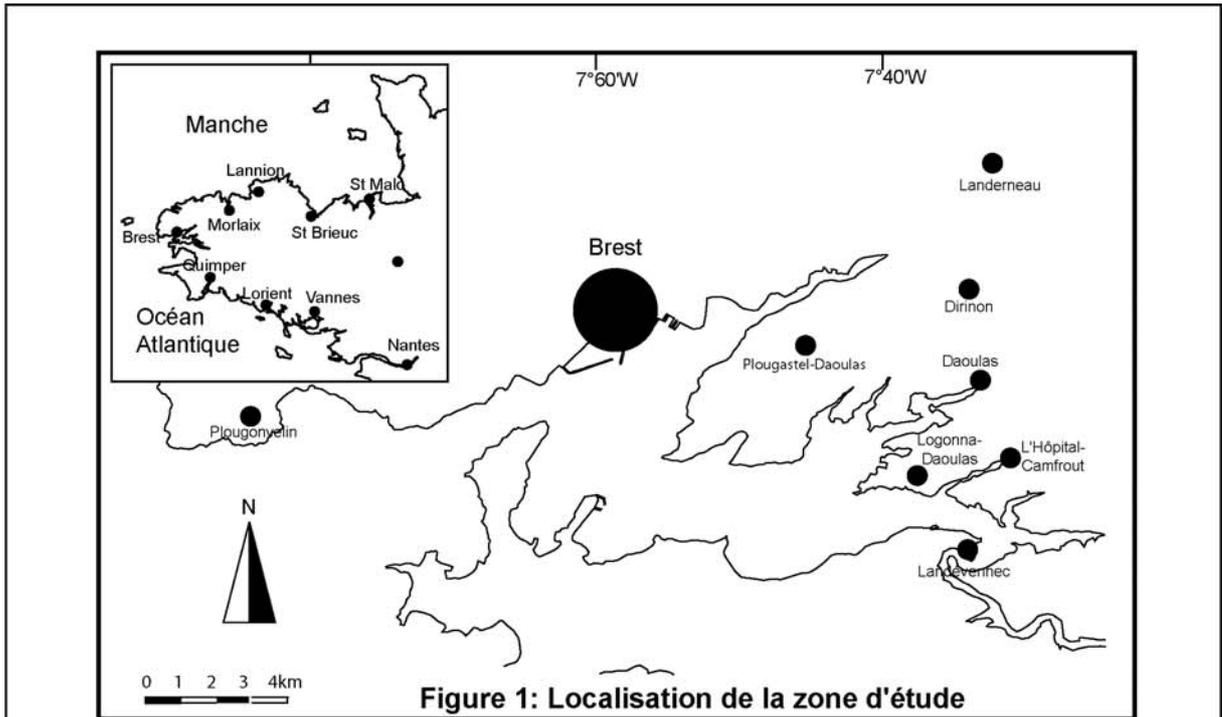
4-2. Les propositions.

Il existe de nombreuses méthodes pour éradiquer la spartine ou freiner son développement. Nombre d'entre elles ont été expérimentées, avec des résultats plus ou moins satisfaisants. Cependant, chaque situation est différente, et les méthodes ne sont pas applicables à tous les types de milieu. Dans le cas de la rade de Brest, il faut prendre en compte de nombreux éléments avant d'envisager une méthode à grande échelle.

En effet, la rade constitue un patrimoine naturel qu'il convient de protéger. C'est pourquoi certaines méthodes susceptibles d'avoir un impact trop important sur l'environnement immédiat des zones traitées ont été d'emblée proscrites par le Conservatoire National Botanique de Brest. L'épandage d'herbicides, les méthodes mécaniques comme le rotavateur ne peuvent être envisagés. L'arrachage ou le bâchage pourraient convenir, mais sont difficiles à mettre en œuvre à l'échelle de la rade toute entière.

La pose de plaques de PVC semble être à présent la seule solution expérimentée qui ait fait véritablement ses preuves sans pour autant induire de perturbations du milieu. Cependant, envisager une telle solution pour l'ensemble de la rade n'est pas possible, car la main-d'œuvre et le temps nécessaire serait trop important. Cette solution n'est donc à vrai dire qu'une solution transitoire afin d'augmenter un peu le délai de survie du *Limonium* avant d'envisager d'autres méthodes.

Notre étude montre (voir 4-1) que dans certains secteurs, où l'hydrodynamisme freine l'implantation massive de la spartine, le limonium parvient à se maintenir. En ces lieux, une mesure conservatoire simple consisterait à détruire, éventuellement par arrachage, les quelques touffes de spartine présentes et à évacuer les poches de vase qui les supportent.





Mission F 0317-0817, IGN, 1952



Mission CDP 9171, IGN, 1970



Mission FR 3012 PP, IGN, 1978



Mission FR 8298 CC, IGN, 1990



Mission IFN 29, IGN, 1993



Mission FD 29, IGN, 2000

Figure 3 : Jeu de photographies aériennes IGN utilisé pour l'étude de la dynamique spatiale de la spartine sur le site de Mengleuz





Mission F 0317-0817, IGN, 1952



Mission CDP 9171, IGN, 1970



Mission FR 3012 PP, IGN, 1978



Mission FR 8298 CC, IGN, 1990



Mission IFN 29, IGN, 1993



Orthophoto, IGN, 2000

Figure 4 : Jeu de photographies aériennes IGN utilisé pour l'étude de la dynamique spatiale de la spartine sur le site de Pont-Callec.



Communauté Urbaine de Brest

GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS



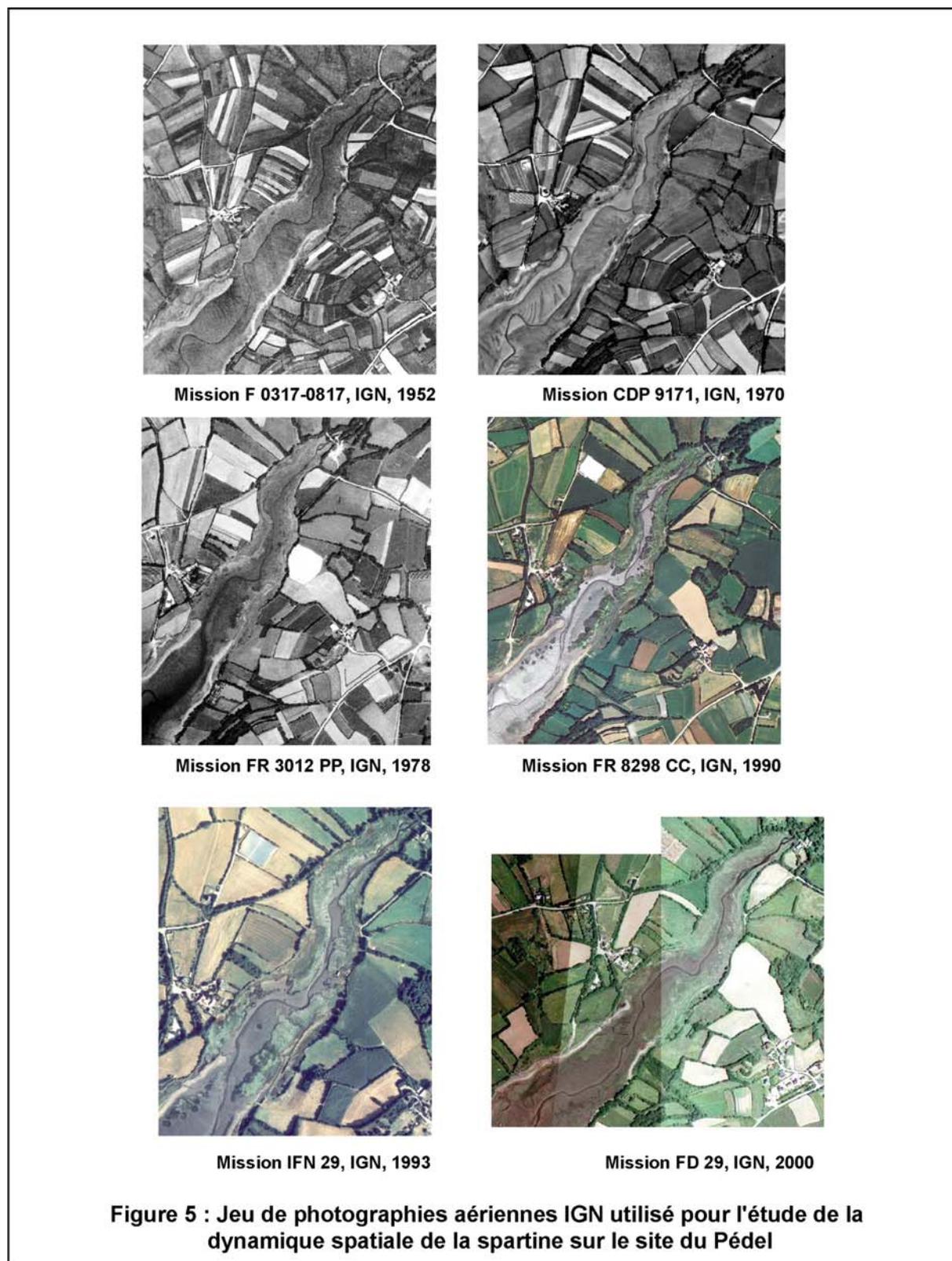


Figure 5 : Jeu de photographies aériennes IGN utilisé pour l'étude de la dynamique spatiale de la spartine sur le site du Pédel

Première étape : la saisie des points d'amer



Image de référence : Orthophoto 2000

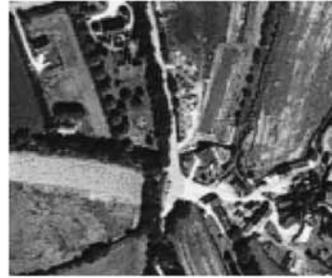


Image source : photographie aérienne non corrigée (Le Pédel, 1978)

Deuxième étape : l'analyse des résidus par le logiciel

13	1	349.000	1746.000	301.000	1621.000	-6.307	-12.319	-
14	1	1554.000	1622.000	1814.000	1910.000	-2.790	-10.116	-
15	1	1709.000	1564.000	2017.000	1557.000	-3.092	-14.142	-
16	1	1553.000	1471.000	1056.000	1479.000	-1.253	-0.821	-
17	1	1427.000	1284.000	1744.000	1245.000	2.190	-19.551	-
18	1	469.000	451.000	763.000	226.000	-0.273	10.234	-
19	1	1187.000	354.000	1556.000	158.000	3.264	-17.057	-
20	1	329.000	1231.000	536.000	1053.000	-4.733	1.532	-
21	1	165.000	1442.000	331.000	1288.000	-6.247	-5.059	-
22	1	1063.000	523.000	1437.000	360.000	9.874	-15.530	-
23	1	271.000	1640.000	425.000	1500.000	-9.516	-5.894	-
24	1	620.000	1477.000	829.000	1363.000	-2.617	-17.055	-
25	1	1021.000	1300.000	1267.000	1212.000	-5.521	-14.172	-
26	1	770.000	690.000	1087.000	522.000	0.027	0.469	-
27	1	767.000	680.000	1082.000	504.000	-2.795	-6.103	-
28	1	419.000	954.000	656.000	804.000	0.094	-7.302	-
29	1	810.000	669.000	1154.000	507.000	0.790	3.396	-
30	1	881.000	751.000	1203.000	598.000	1.008	-5.581	-
31	1	1318.000	1636.000	1575.000	1631.000	-7.974	-0.264	-
32	1	1356.000	1604.000	1627.000	1612.000	-1.242	3.104	-
33	1	1397.000	1657.000	1856.000	1659.000	-0.357	-2.556	-
34	1	513.000	627.000	810.000	425.000	-1.952	6.904	-
35	1	787.000	833.000	1092.000	682.000	2.302	0.157	-
36	1	761.000	744.000	1071.000	583.000	-0.080	2.940	-
37	1	1352.000	1660.000	1617.000	1671.000	-0.613	0.754	-
38	1	1409.000	1661.000	1880.000	1679.000	-0.055	0.128	-
39	1	737.000	655.000	1056.000	487.000	1.343	0.477	-
40	1	804.000	733.000	1120.000	572.000	0.505	-1.552	-

Résidus (en pixels)

Evaluation de la qualité de l'ajustement

Résidus d'amers en lignes	Moyenne :	-1.739062
	Ecart-type :	2.006950
Résidus d'amers en colonnes	Moyenne :	-4.504397
	Ecart-type :	3.777444

Position des points d'amer donnée en en pixel en lignes et en colonnes sur les deux images

Troisième étape : correction géométrique de la photographie

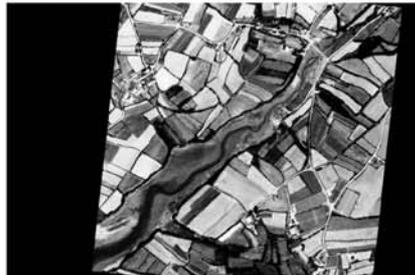


Image corrigée (Le Pédel, 1978)

Figure 6 : La correction géométrique des photographies aériennes sous Teravue

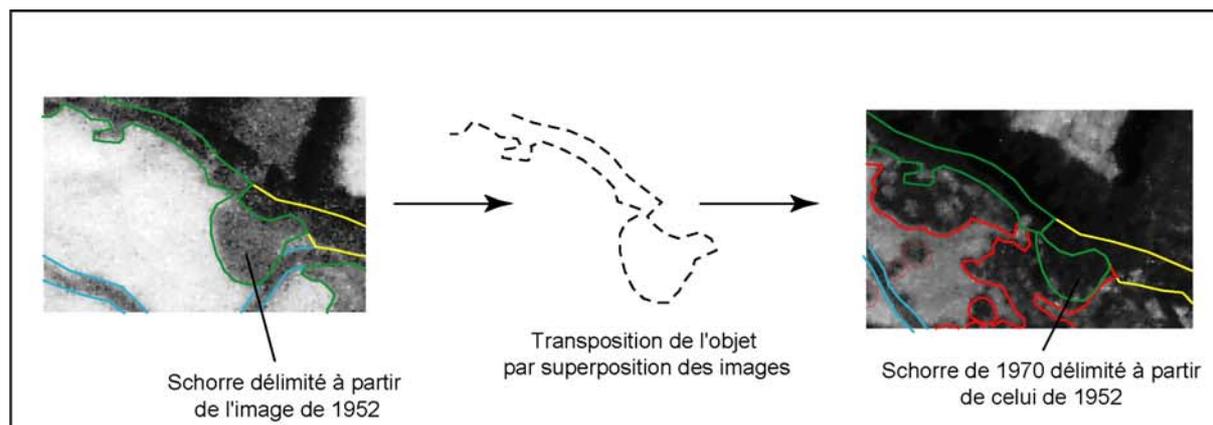


Figure 7 : Superposition des données d'une année à l'autre sous le logiciel Mapinfo

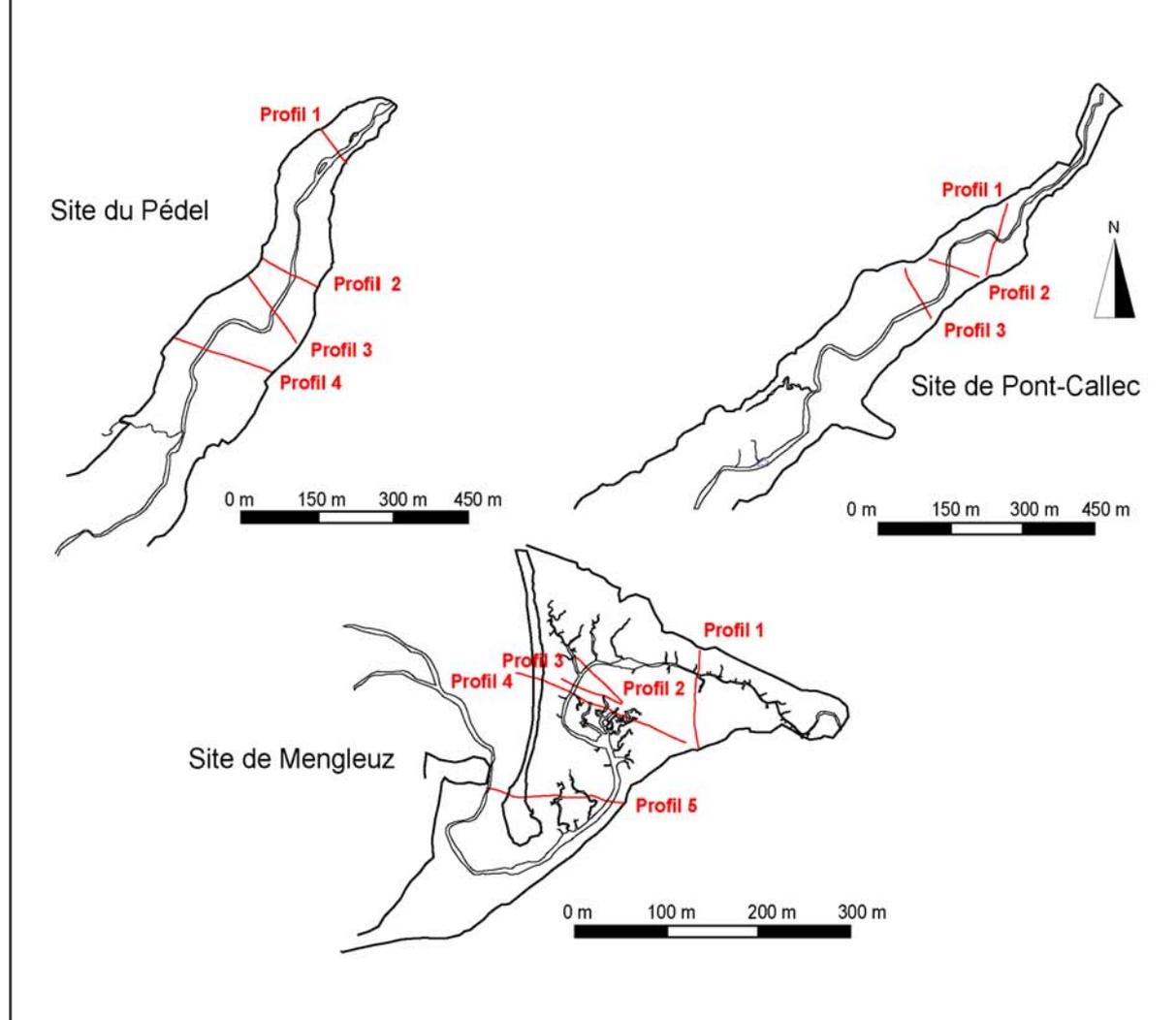


Figure 8 : Localisation des profils dans les différents sites



DGPS Trimble 5700 - station base



Mobile Trimble 5800 - station mobile

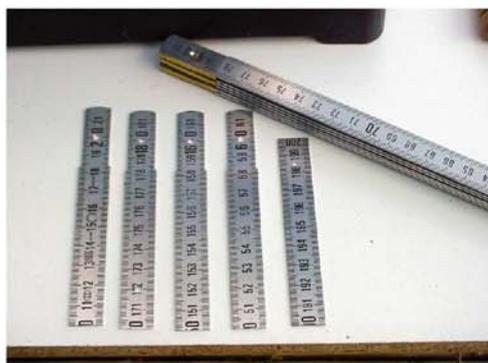
Photo 1 : Station DGPS Trimble utilisée pour les levés de terrain



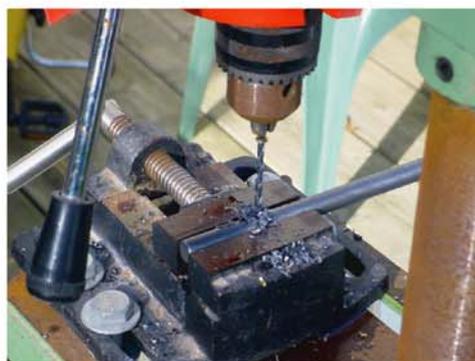
Communauté
URBAINE
BREST Communauté Urbaine de Brest

GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS





Etape 1 : désassemblage des mètres pliants



Etape 2 : perçement des tiges en acier



Etape 3 : rivetage des éléments de mètres aux tiges



La tige achevée

Figure 9 : les étapes de la fabrication des tiges de mesure



Photo 2 : Mise en place des piquets

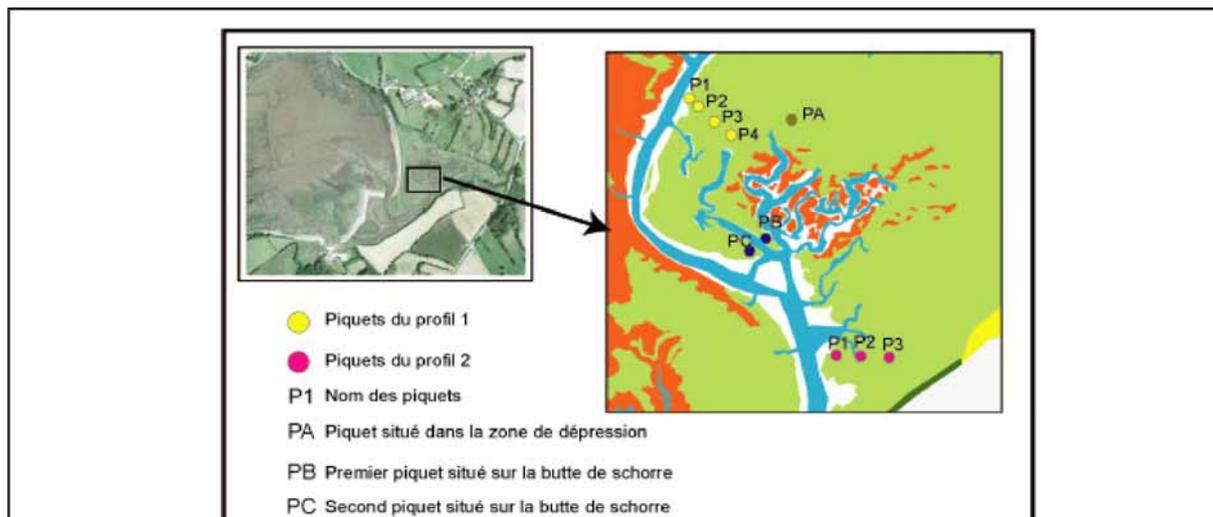


Figure 10 - Localisation des piquets de mesure de la sédimentation sur le site de Mengleuz

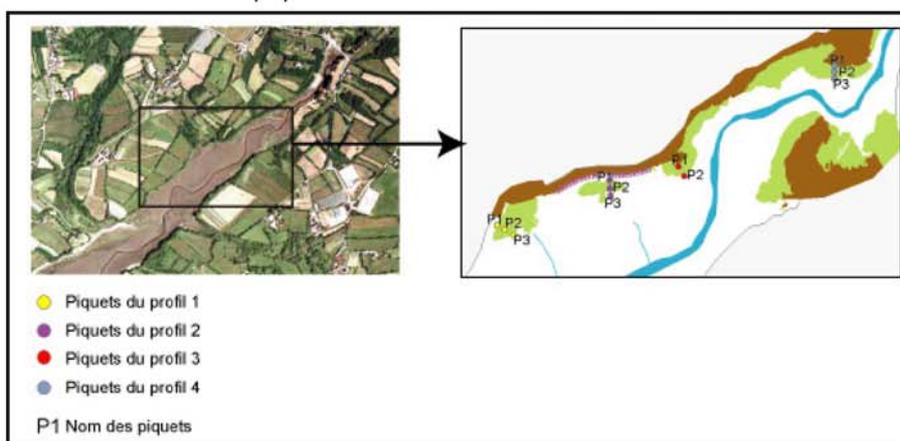


Figure 11 - Localisation des piquets de mesure de la sédimentation sur le site de Pont-Callec

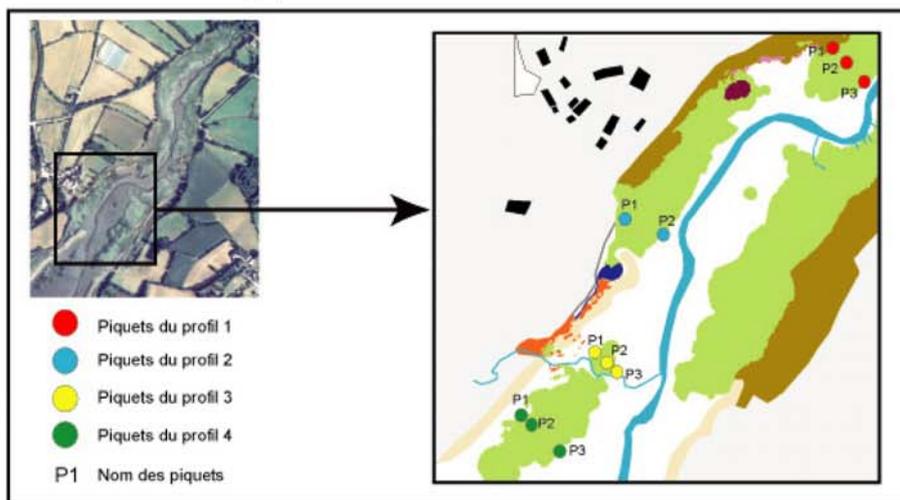
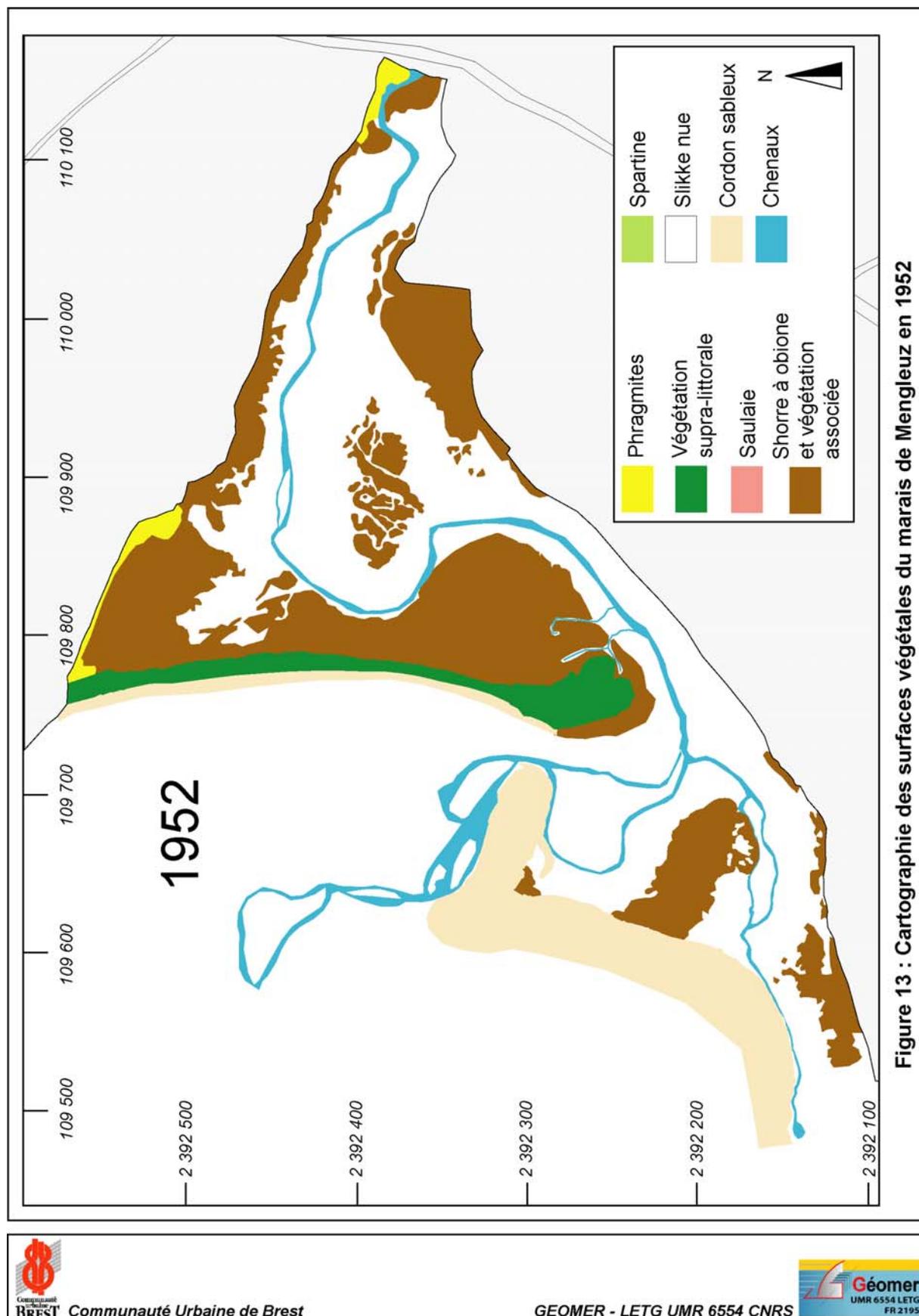


Figure 12 - Localisation des piquets de mesure de la sédimentation sur le site du Pédel



Communauté Urbaine de Brest

GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS



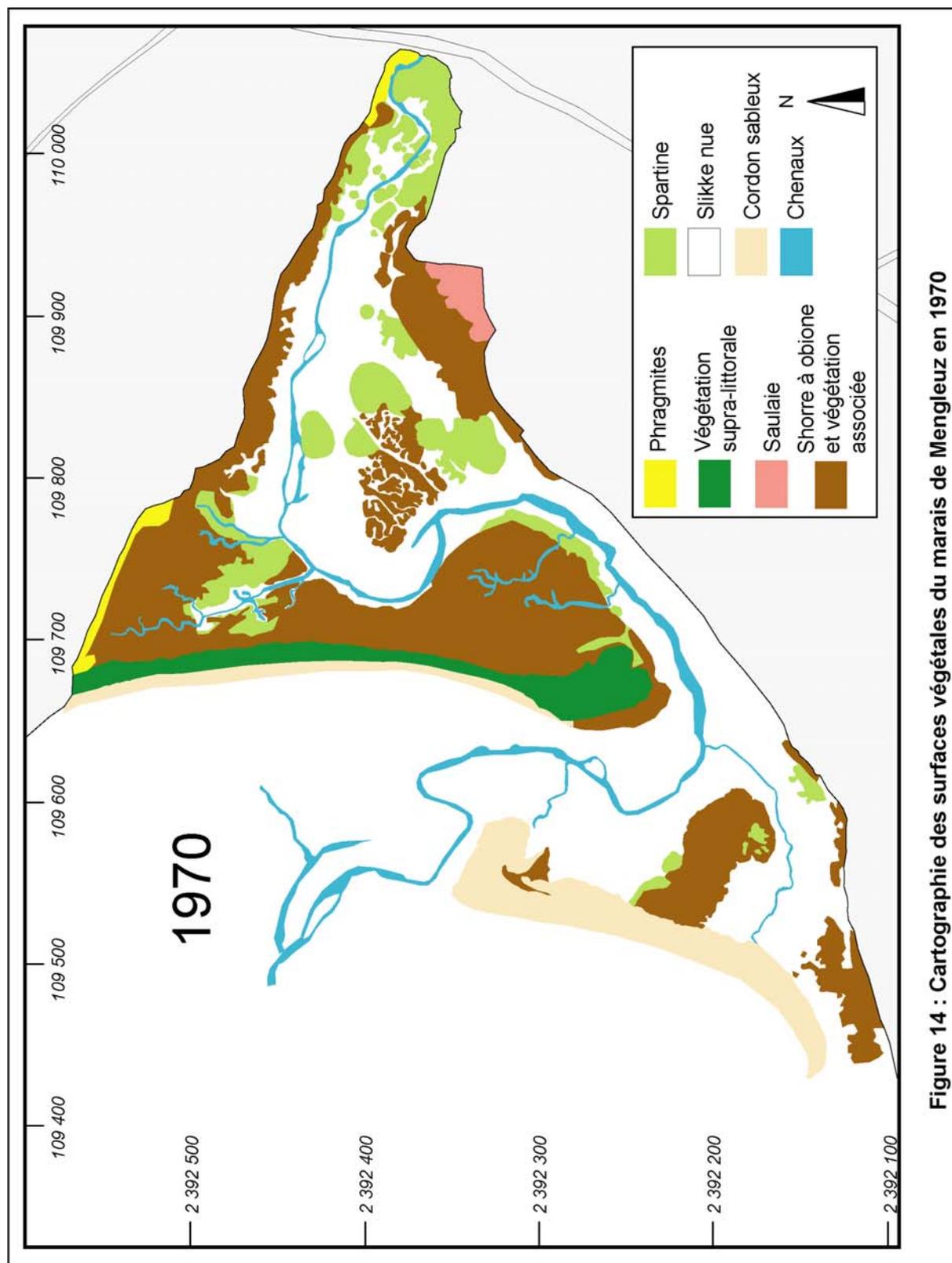
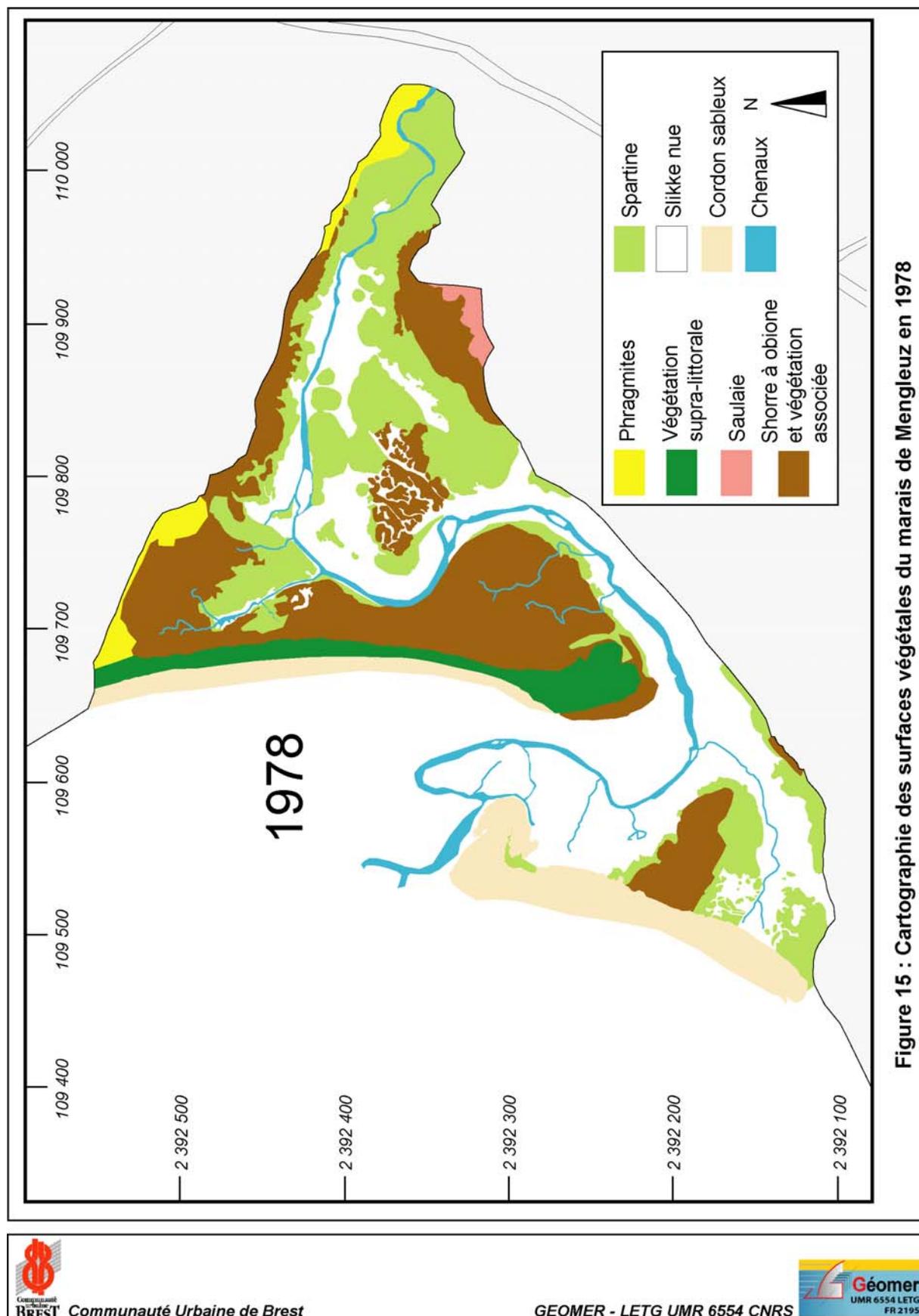


Figure 14 : Cartographie des surfaces végétales du marais de Mengleuz en 1970



Communauté Urbaine de Brest

GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS



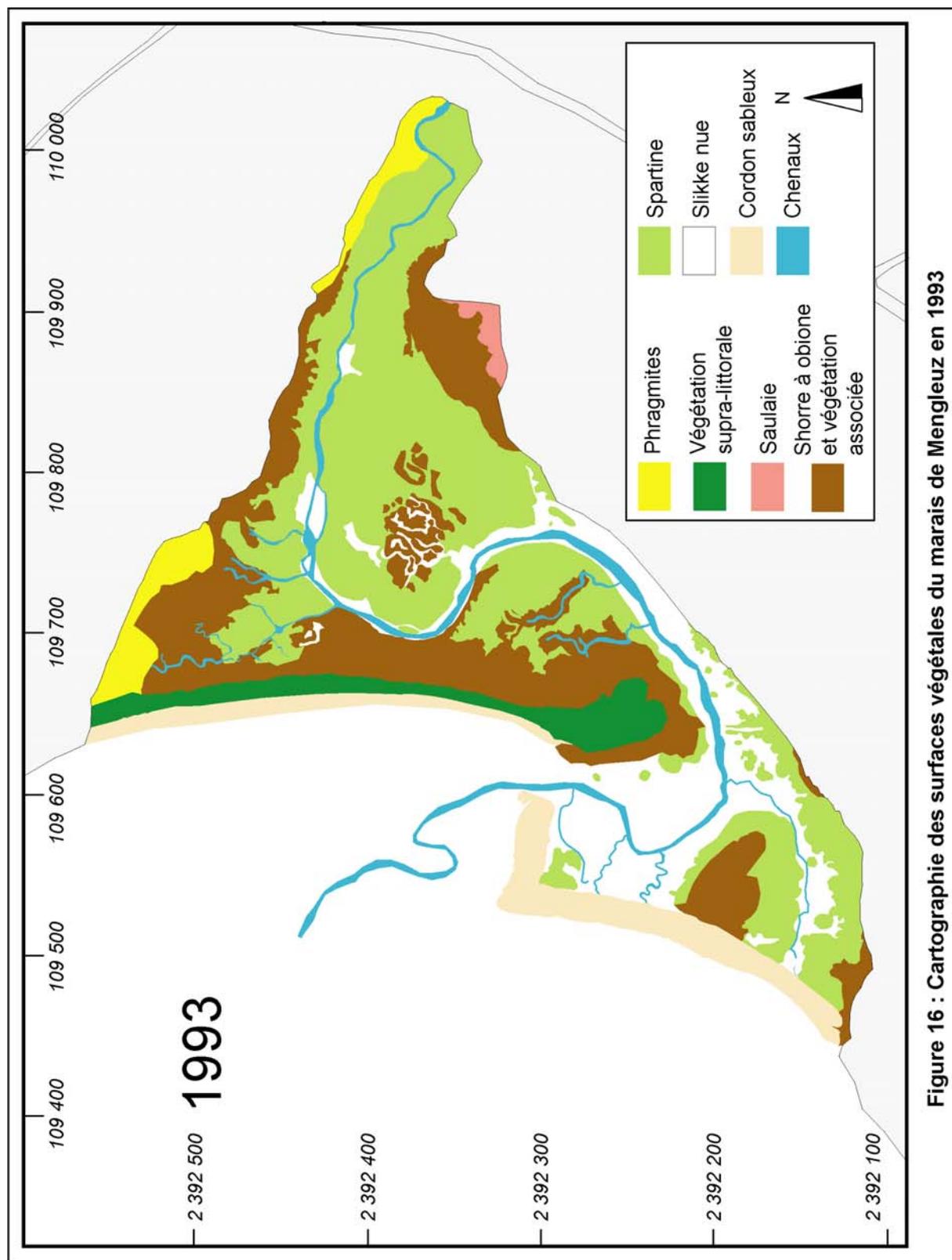


Figure 16 : Cartographie des surfaces végétales du marais de Mengleuz en 1993

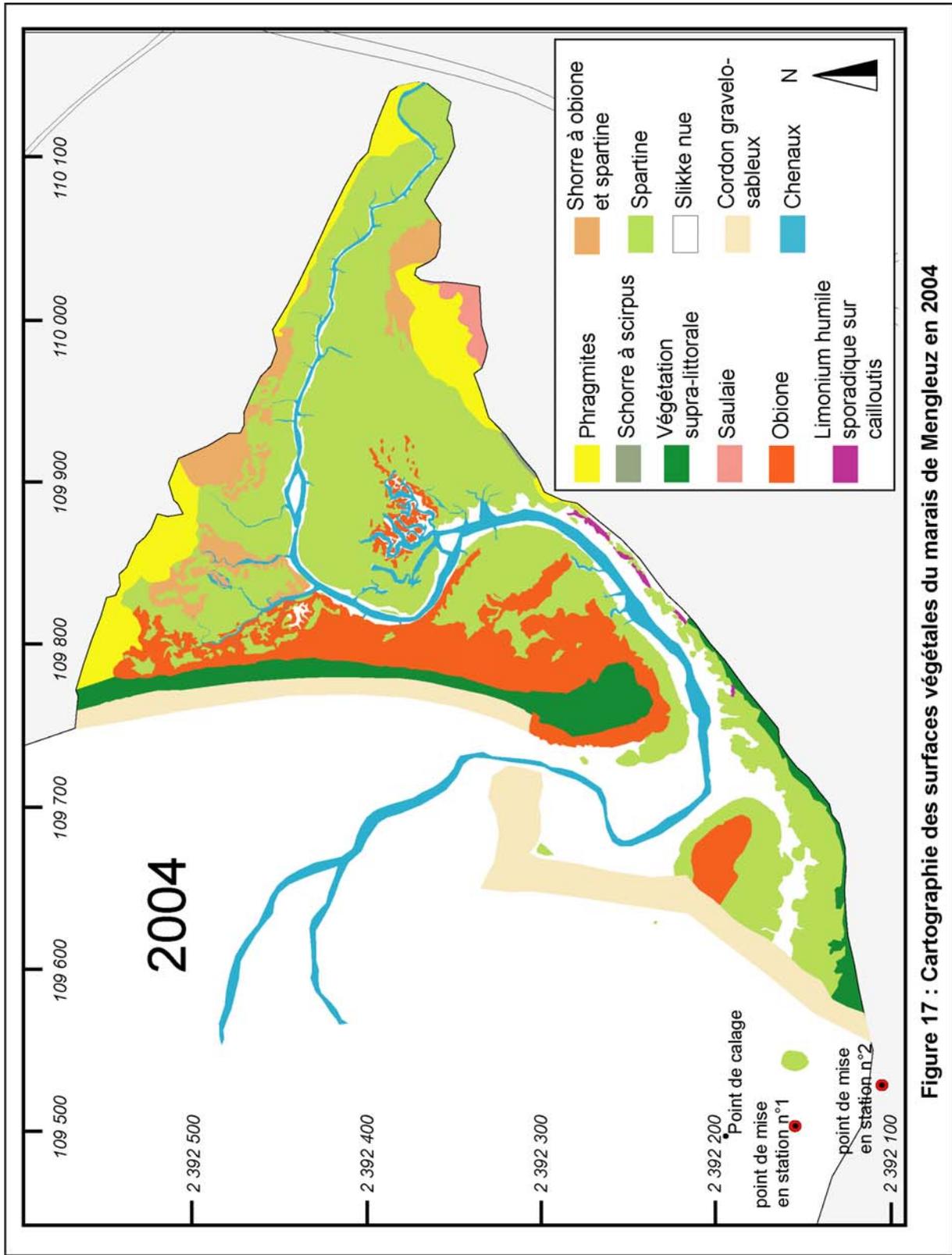


Figure 17 : Cartographie des surfaces végétales du marais de Mengleuz en 2004



Communauté Urbaine de Brest

GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS



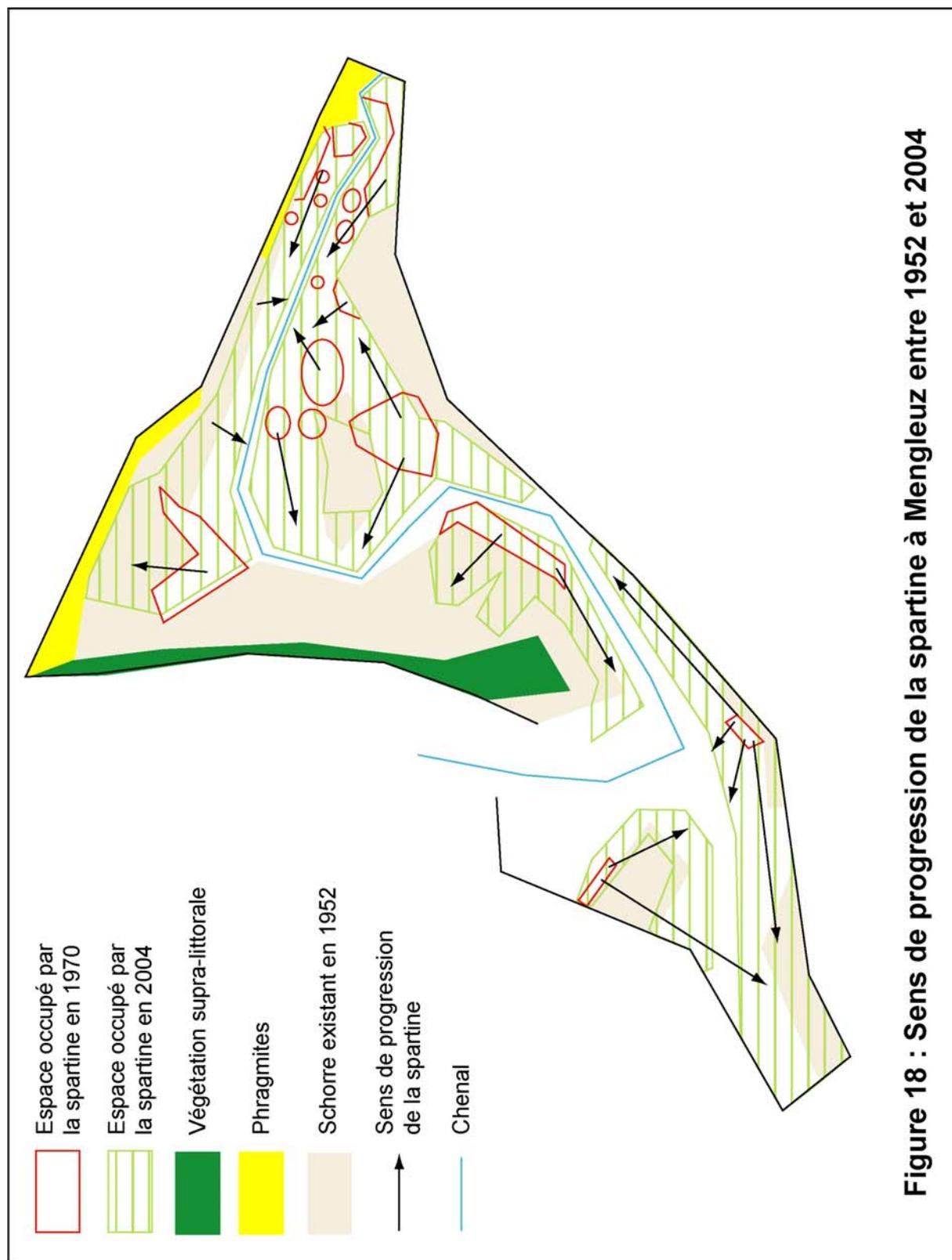
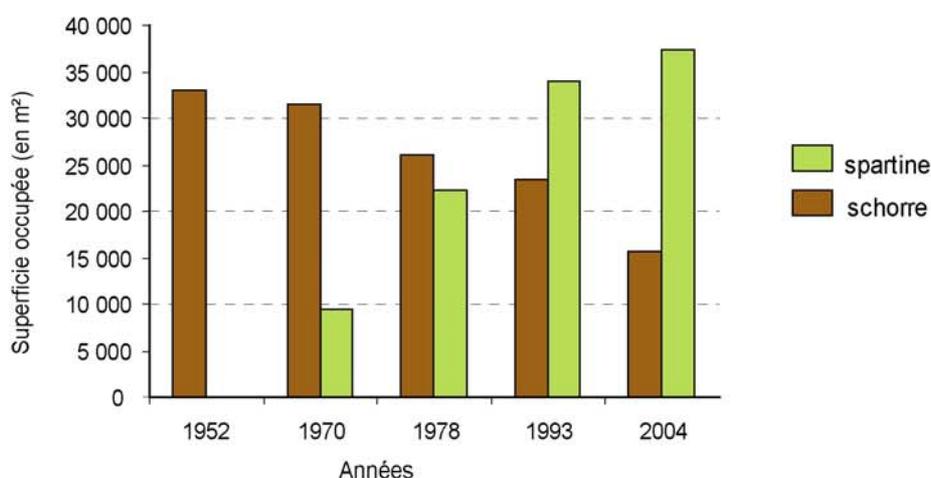


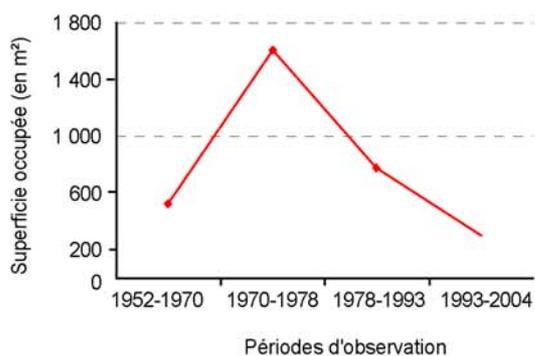
Figure 18 : Sens de progression de la spartine à Mengleuz entre 1952 et 2004

Superficies couvertes par les différentes unités de végétation aux dates d'observation

	1952	1970	1978	1993	2004
schorre	32926,68	31446,73	26094,39	23424,28	15707,49
spartine	0	9383,96	22283,46	33961,25	37294,93



Vitesses moyennes de la progression de la spartine rapportées sur un an (les moyennes sont calculées par période)



Evolution des surfaces gagnées par la spartine par périodes

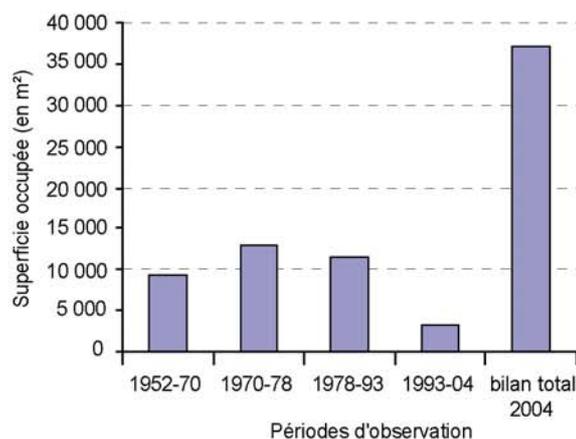


Figure 19 : Récapitulatif de l'évolution de la spartine sur le site de Mengleuz de 1952 à 2004.

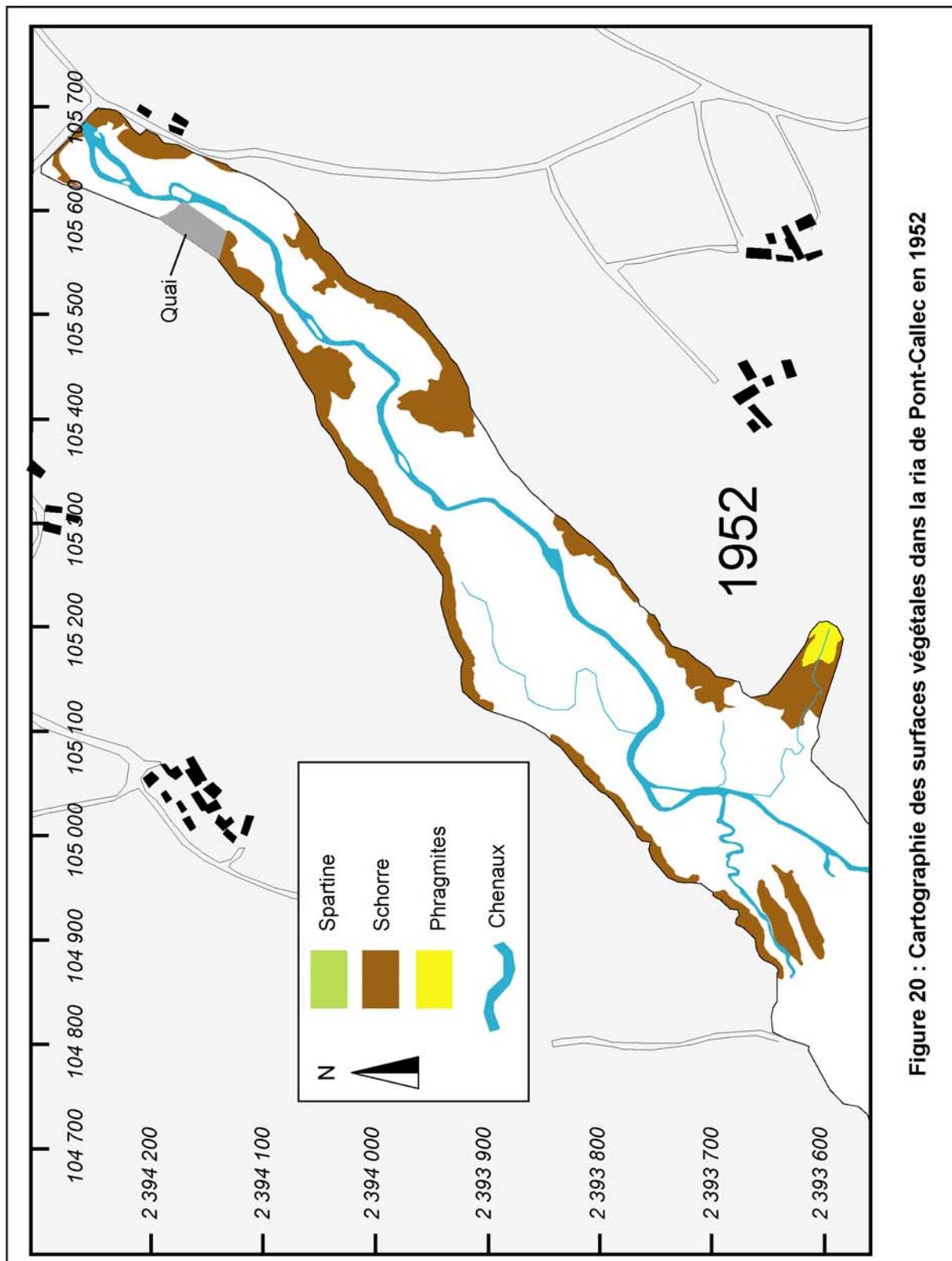


Figure 20 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria de Pont-Callec en 1952

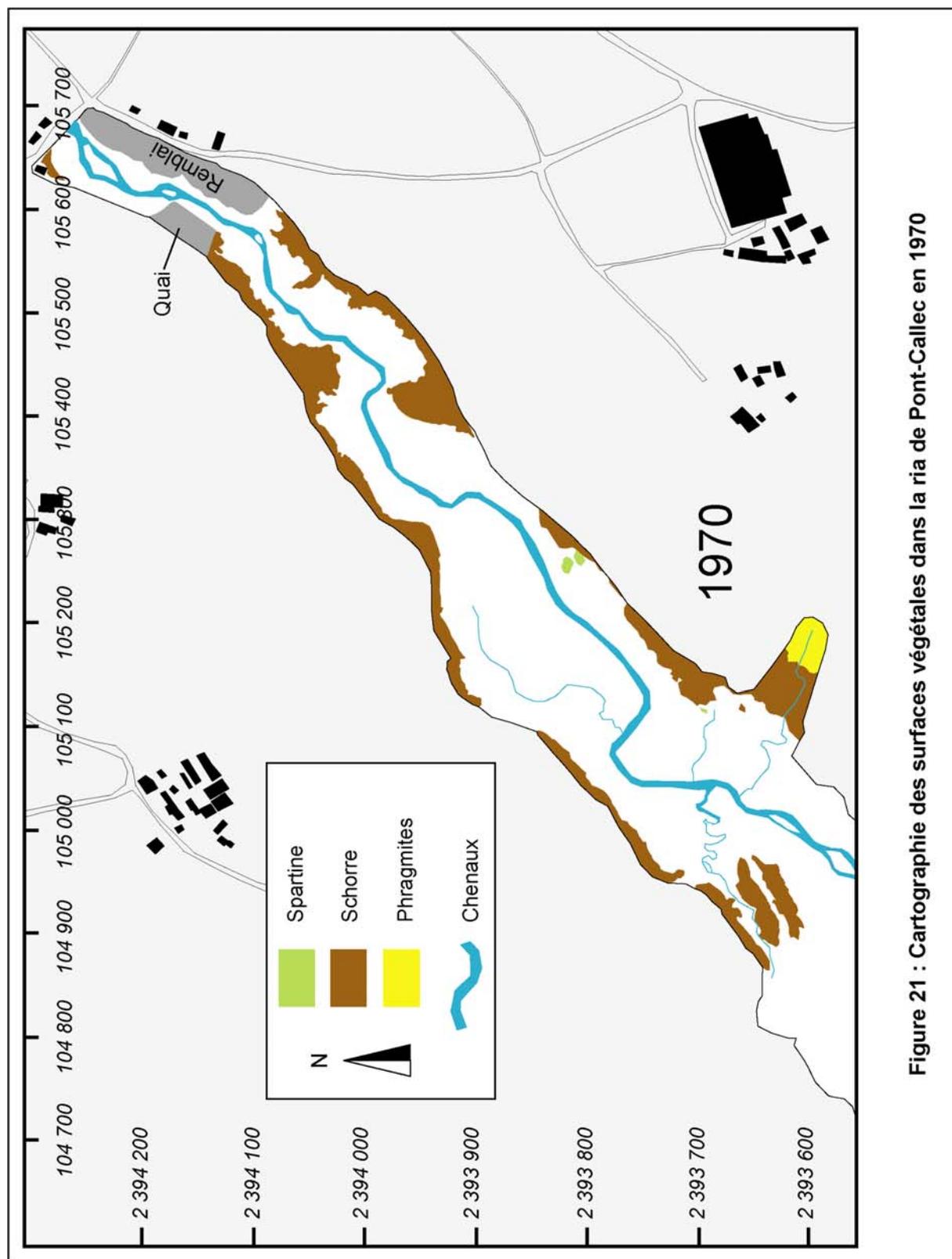


Figure 21 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria de Pont-Callec en 1970

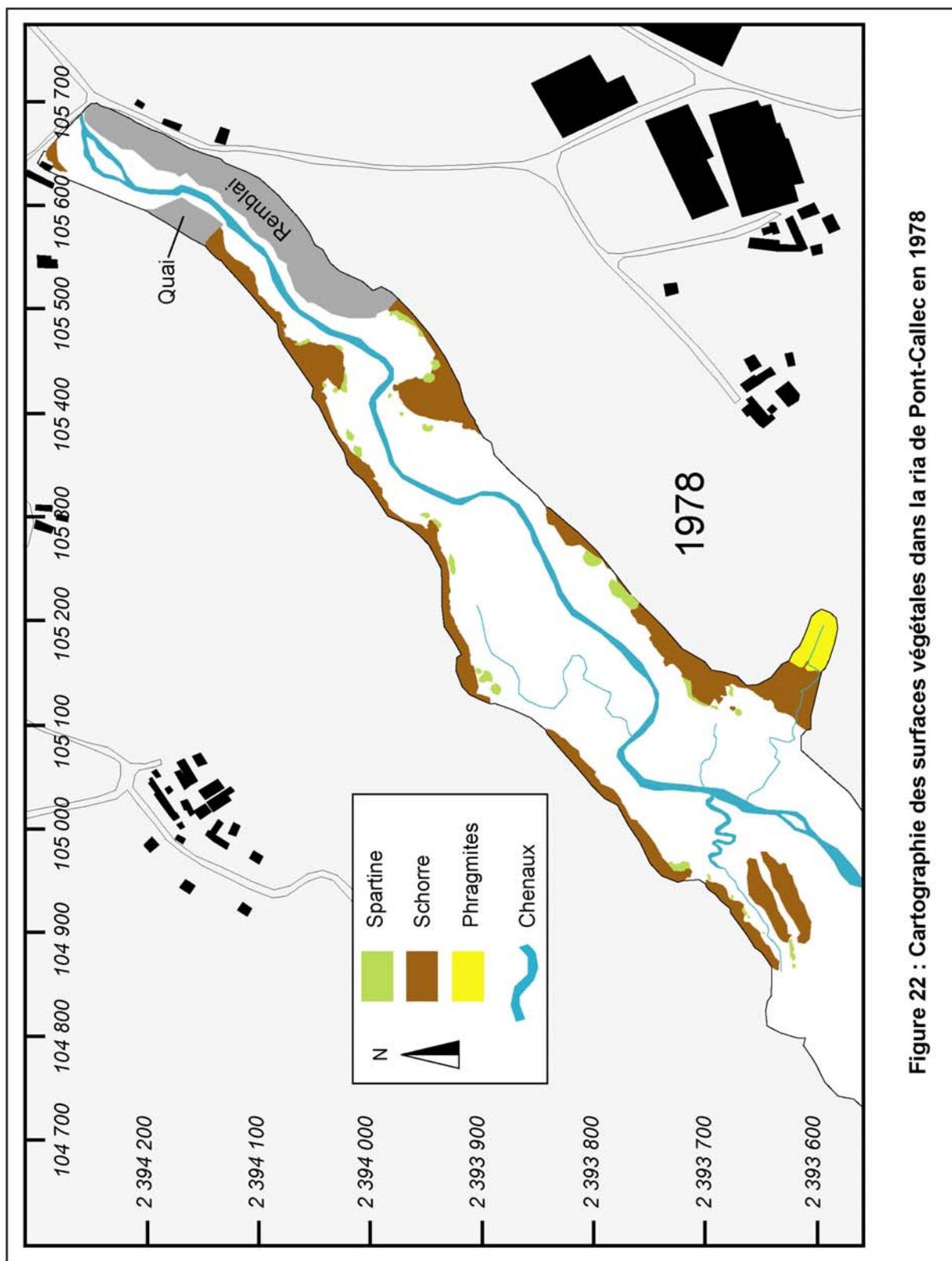


Figure 22 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria de Pont-Callec en 1978

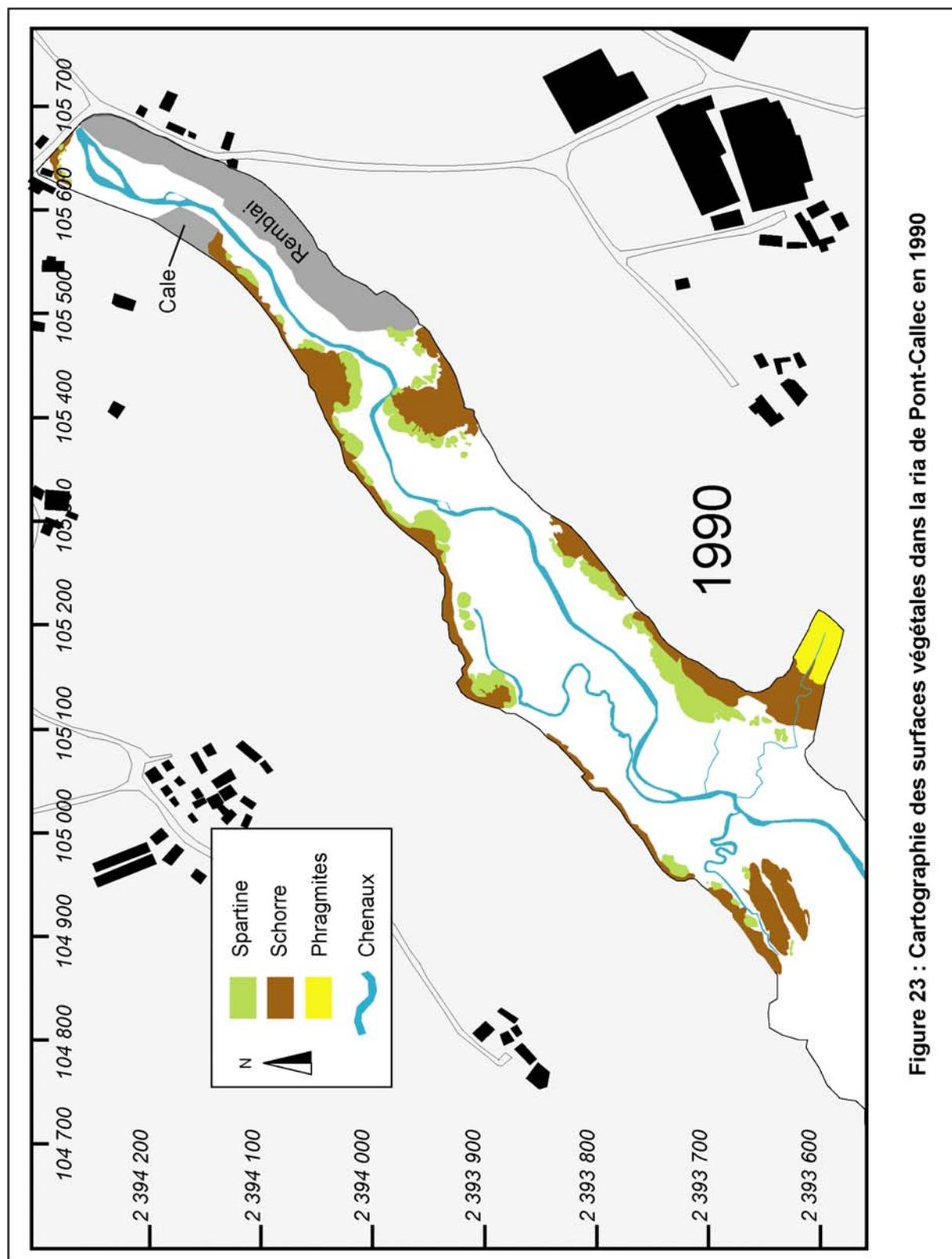


Figure 23 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria de Pont-Callec en 1990

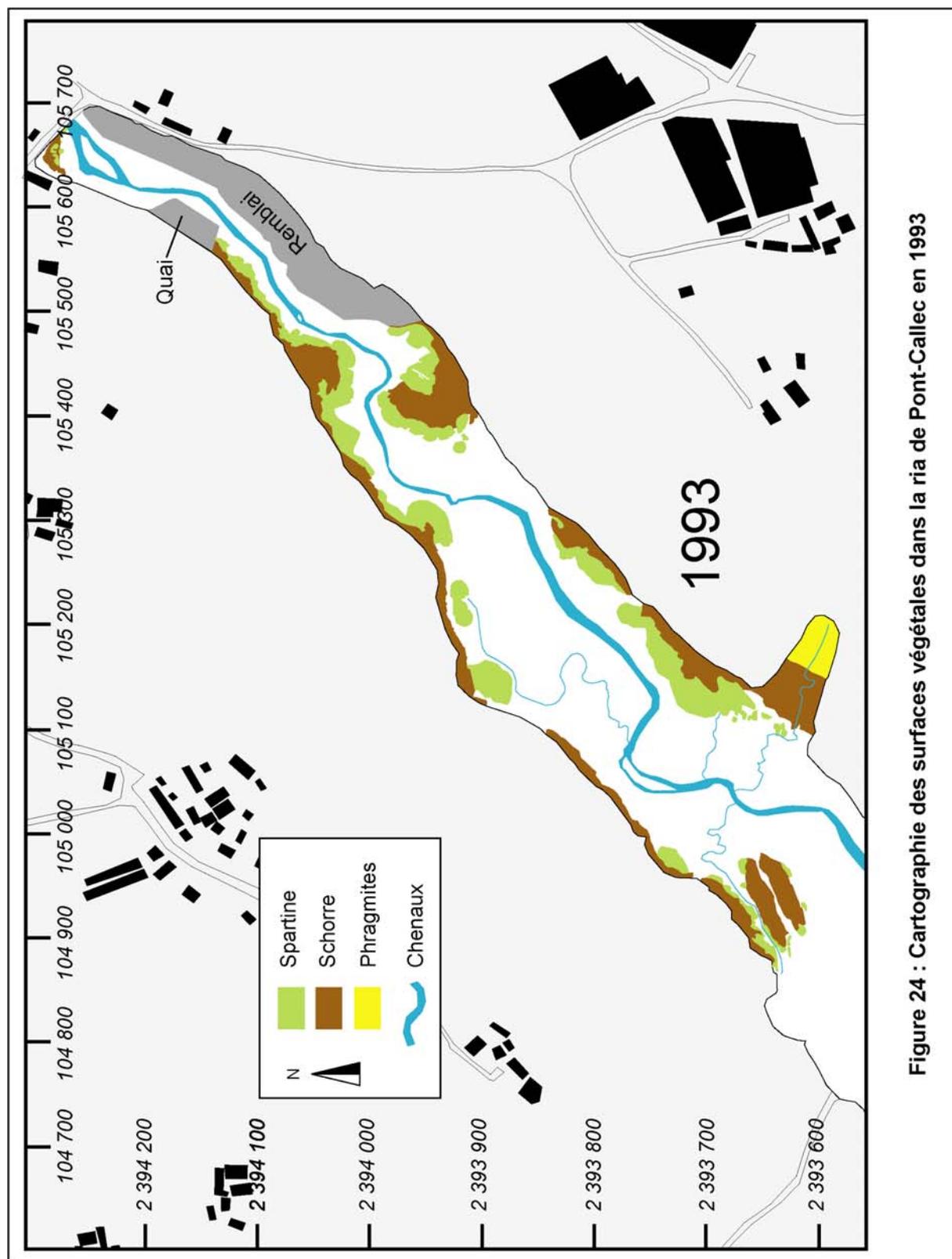


Figure 24 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria de Pont-Callec en 1993

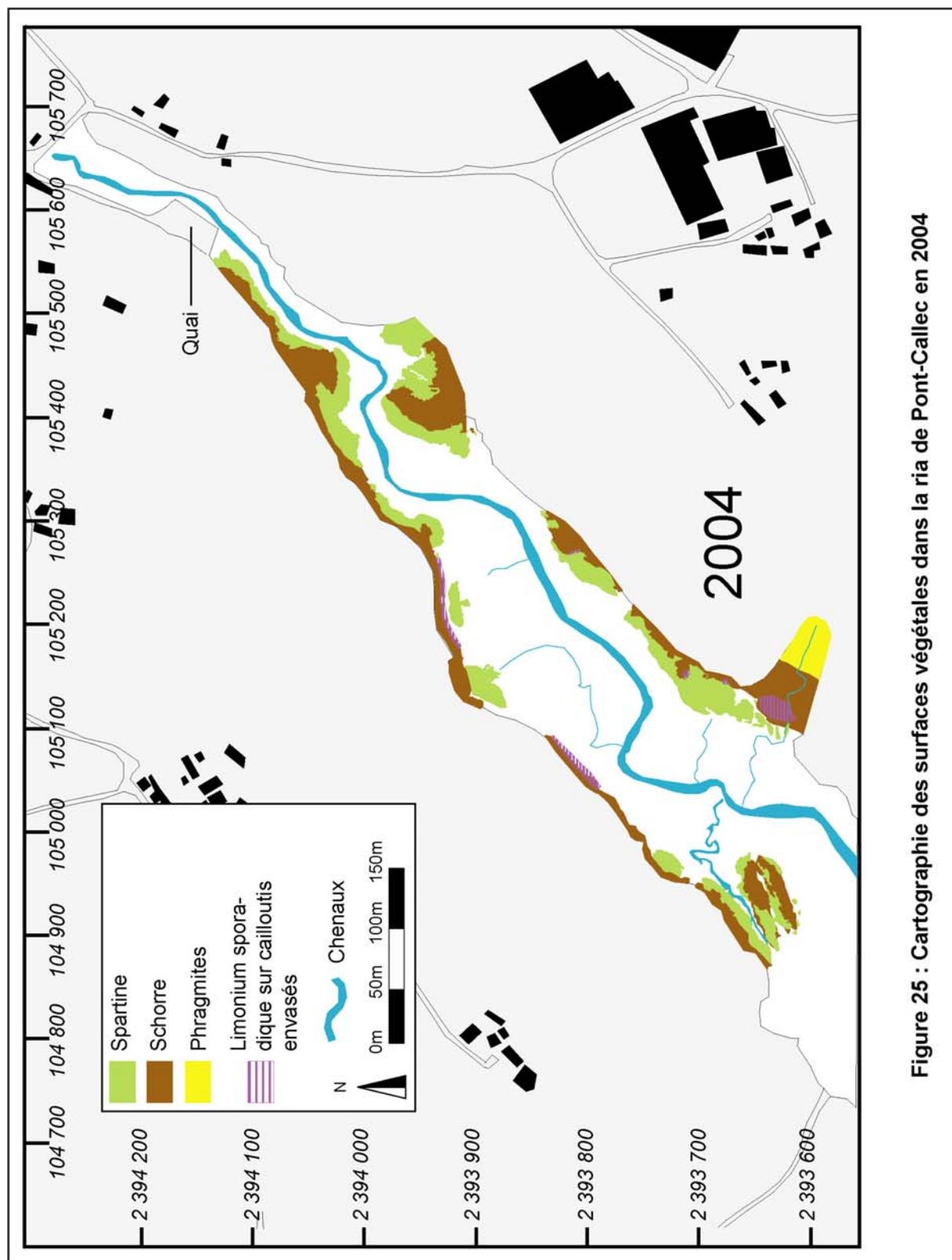
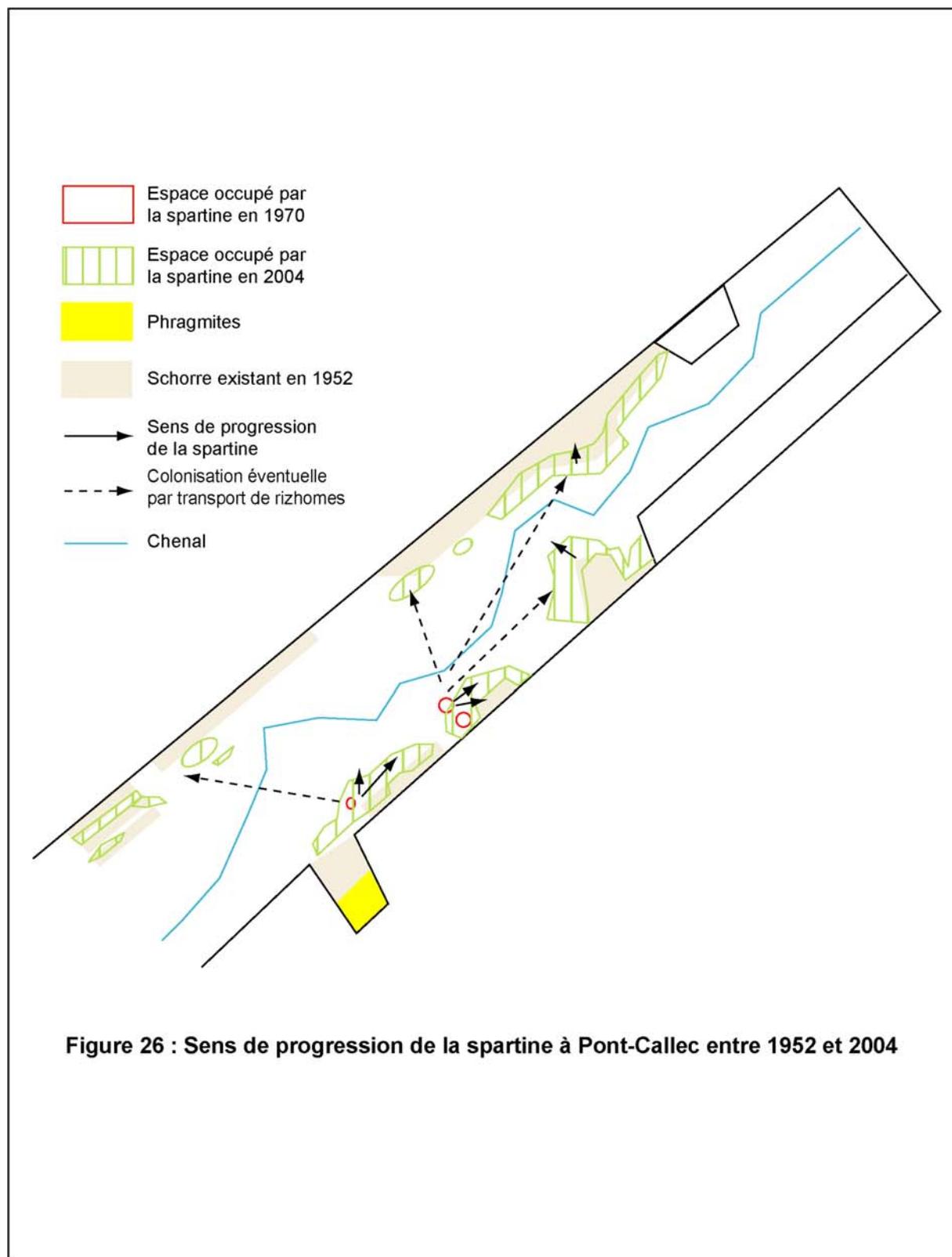
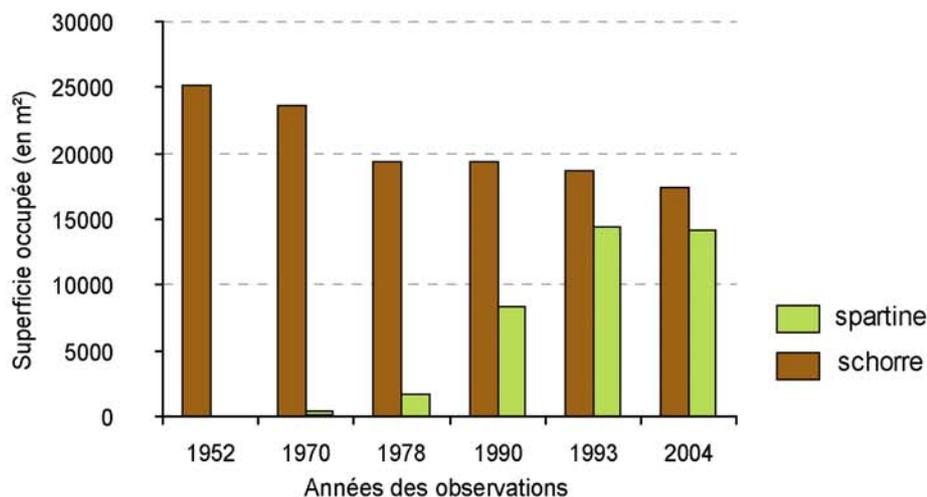


Figure 25 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria de Pont-Callec en 2004



Superficies couvertes par les différentes unités de végétation aux différentes dates d'observation

	1952	1970	1978	1990	1993	2004
schorre	25143,32	23651,70	19444,89	19402,44	18653,72	17346,12
spartine	0	97,94	1743,03	8337,95	14434,10	14109,38



Vitesses moyennes de la progression de la spartine rapportées sur un an (les moyennes sont calculées par période)

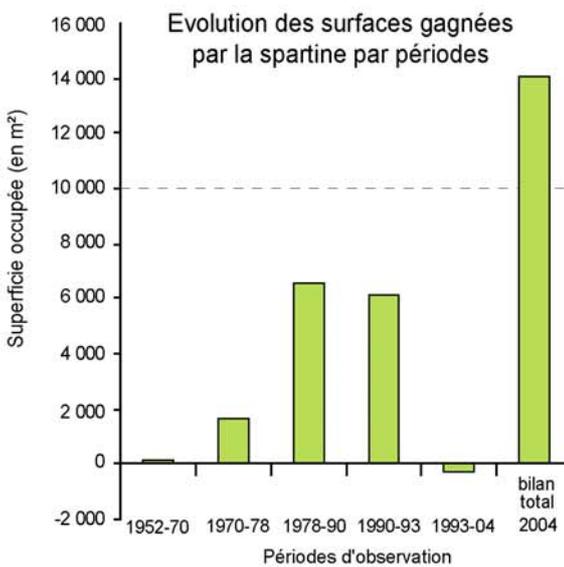
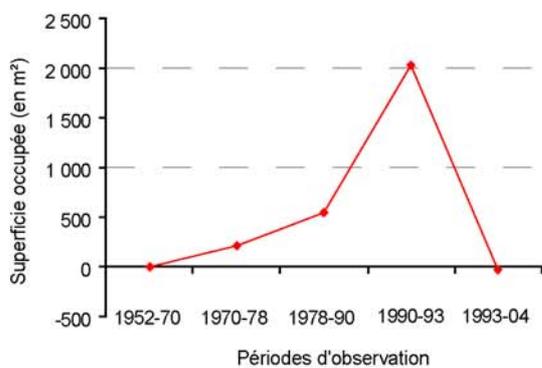


Figure 27 : Récapitulatif de l'évolution de la spartine sur le site de Pont-Callec de 1952 à 2004

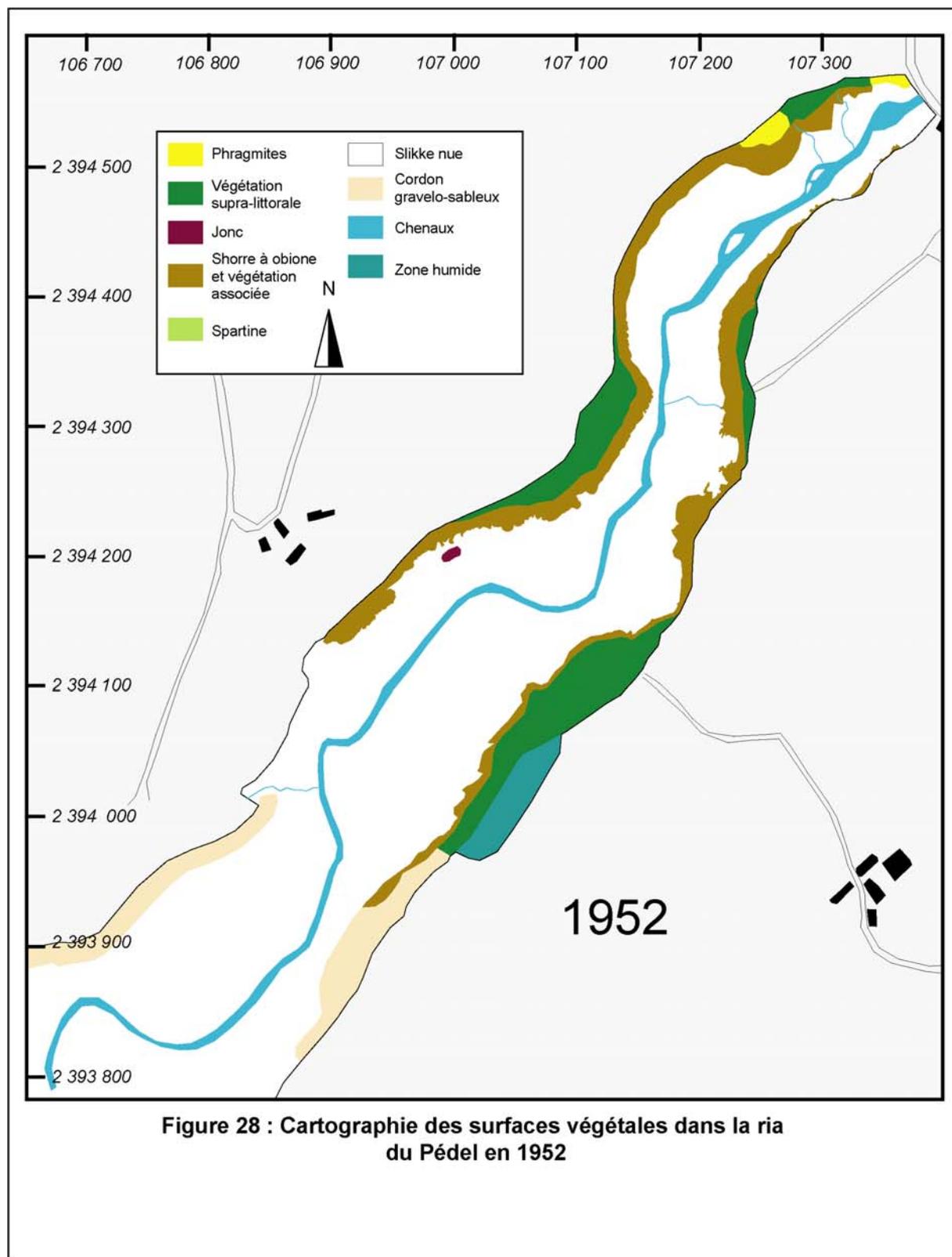
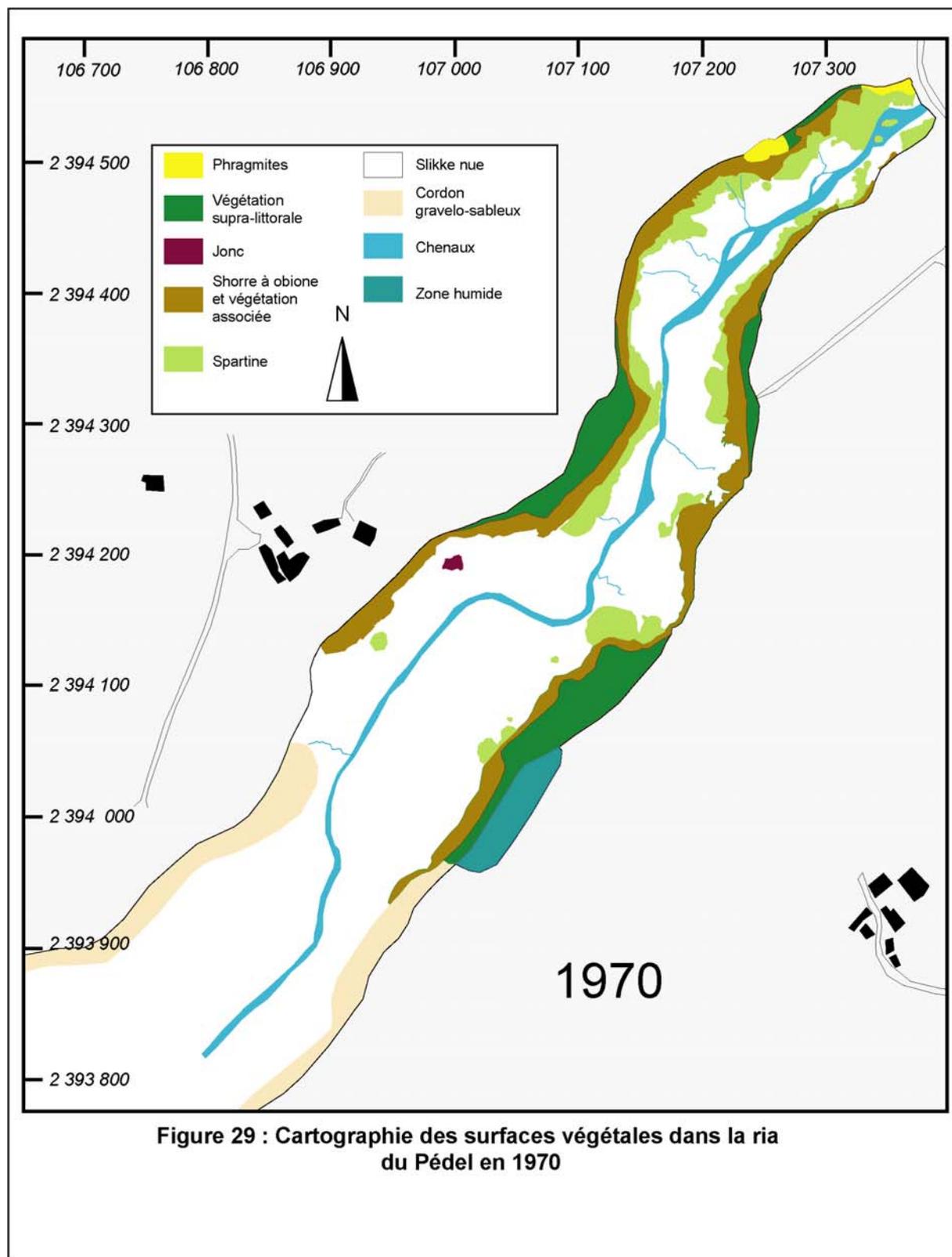


Figure 28 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria du Pédél en 1952



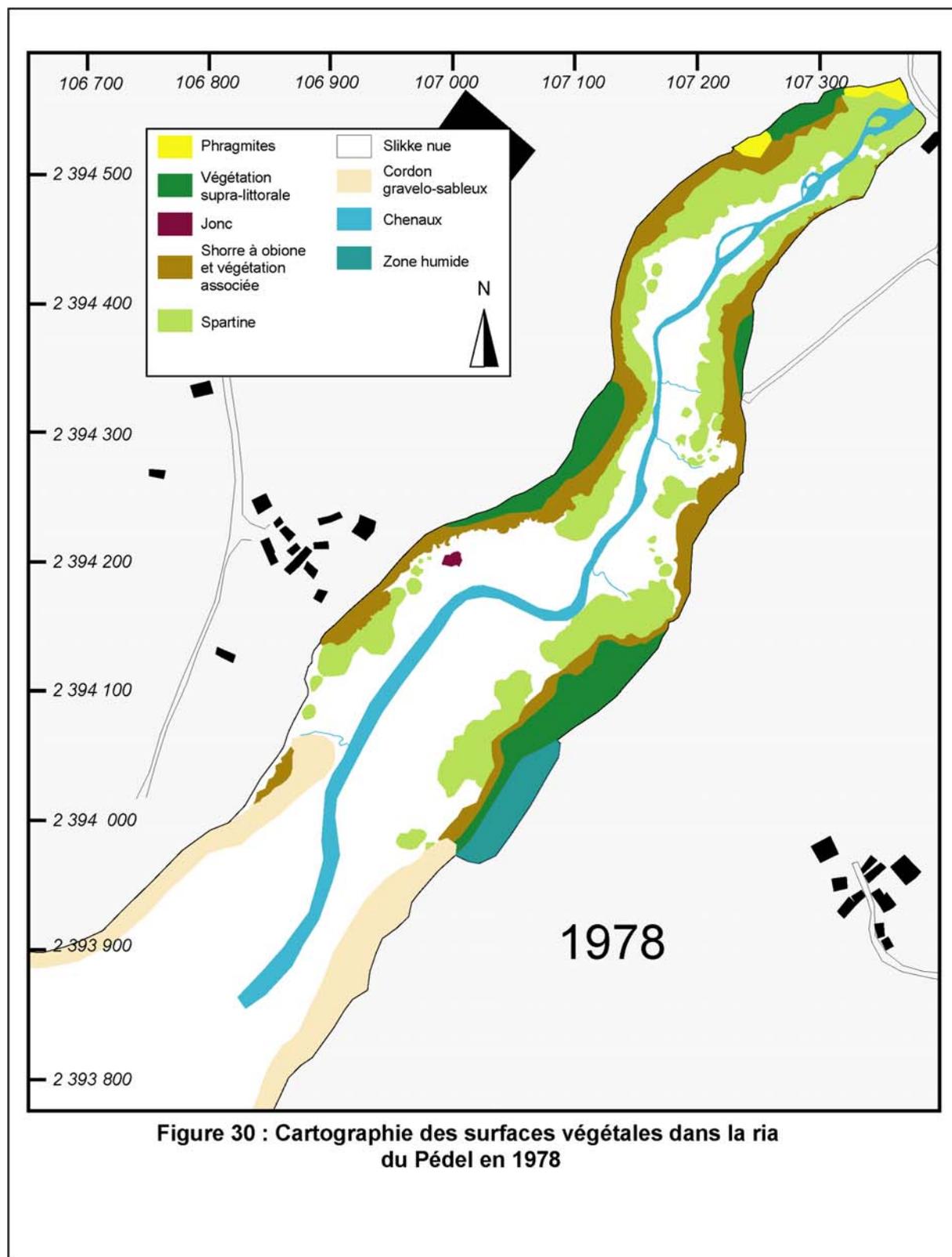


Figure 30 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria du Pédel en 1978

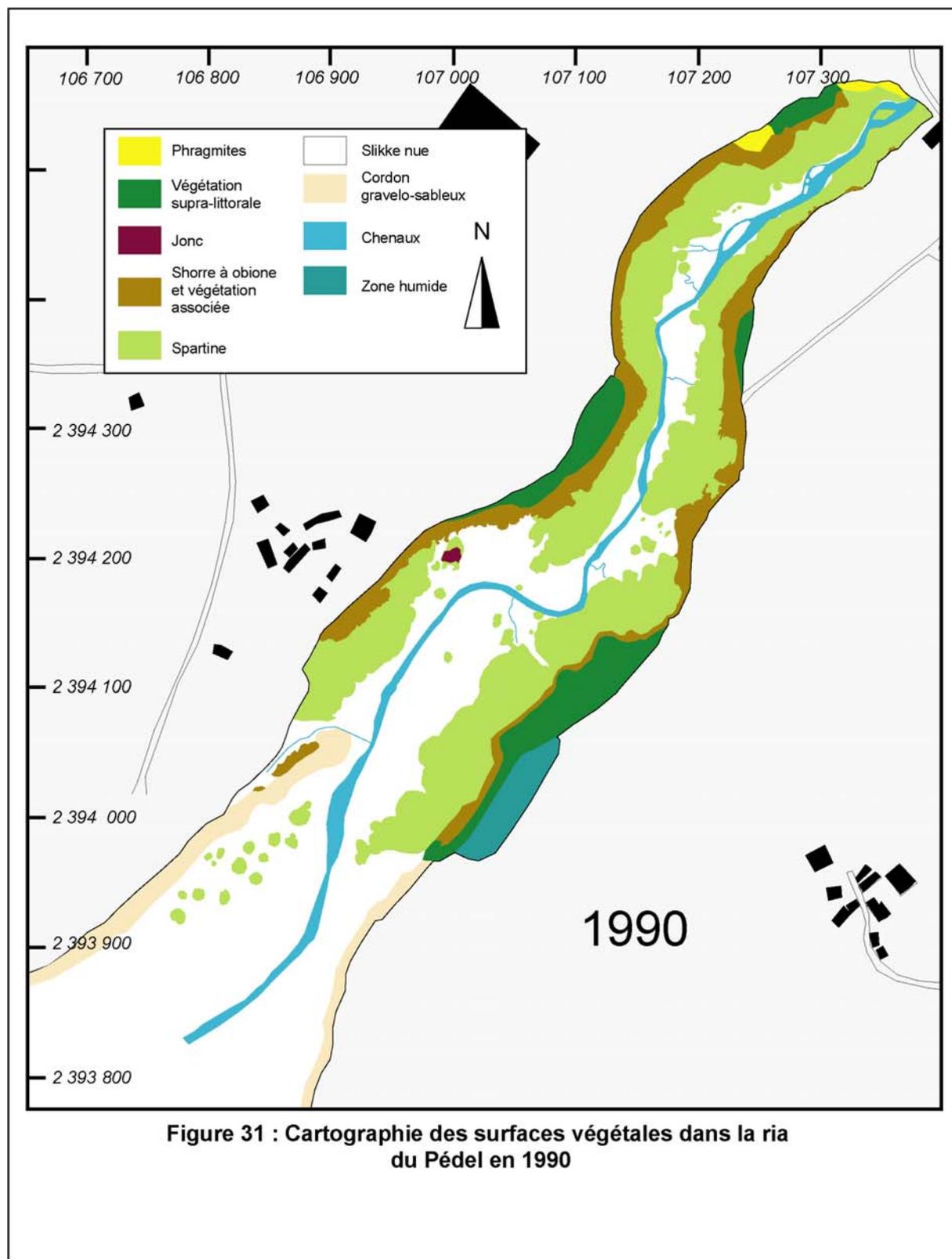
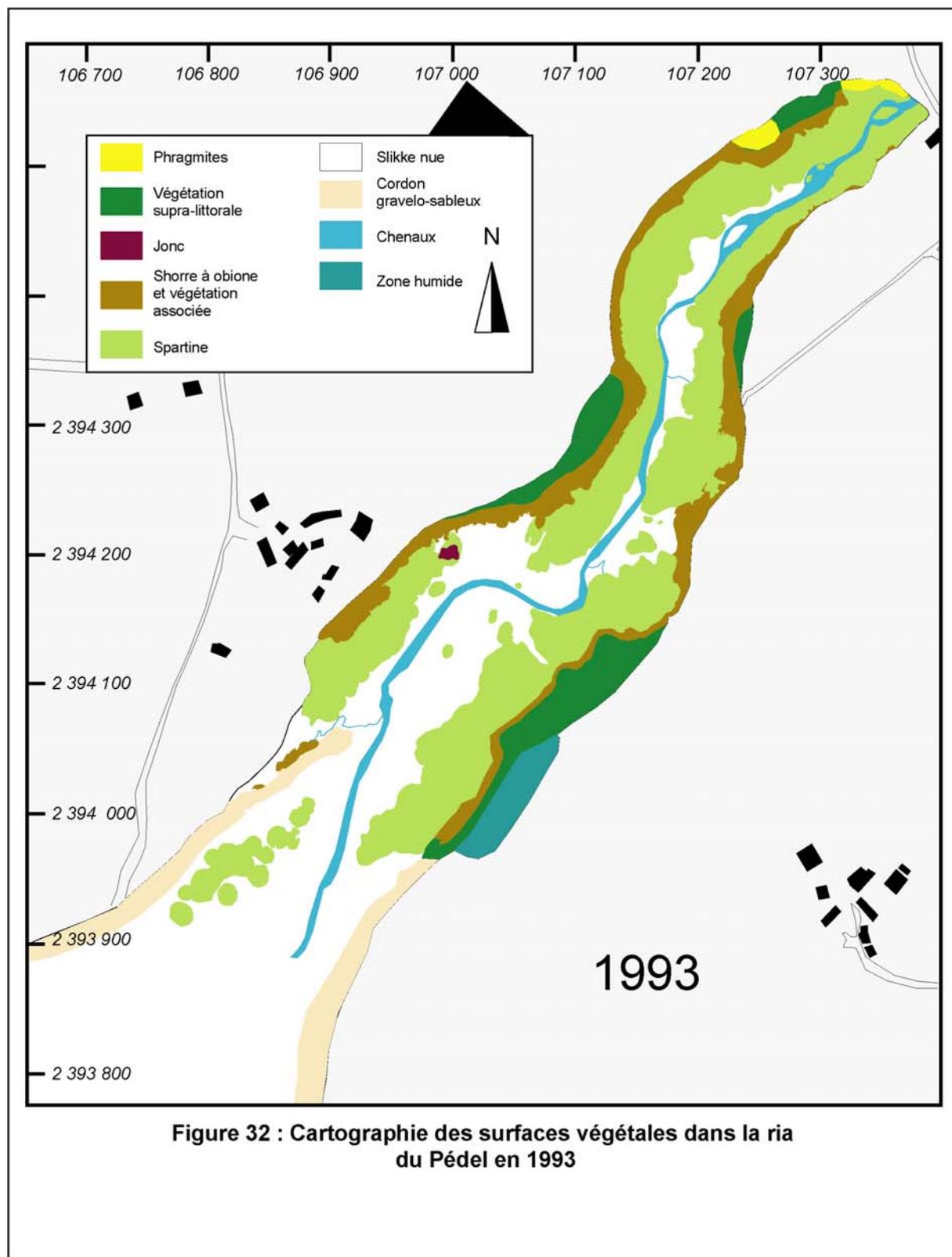
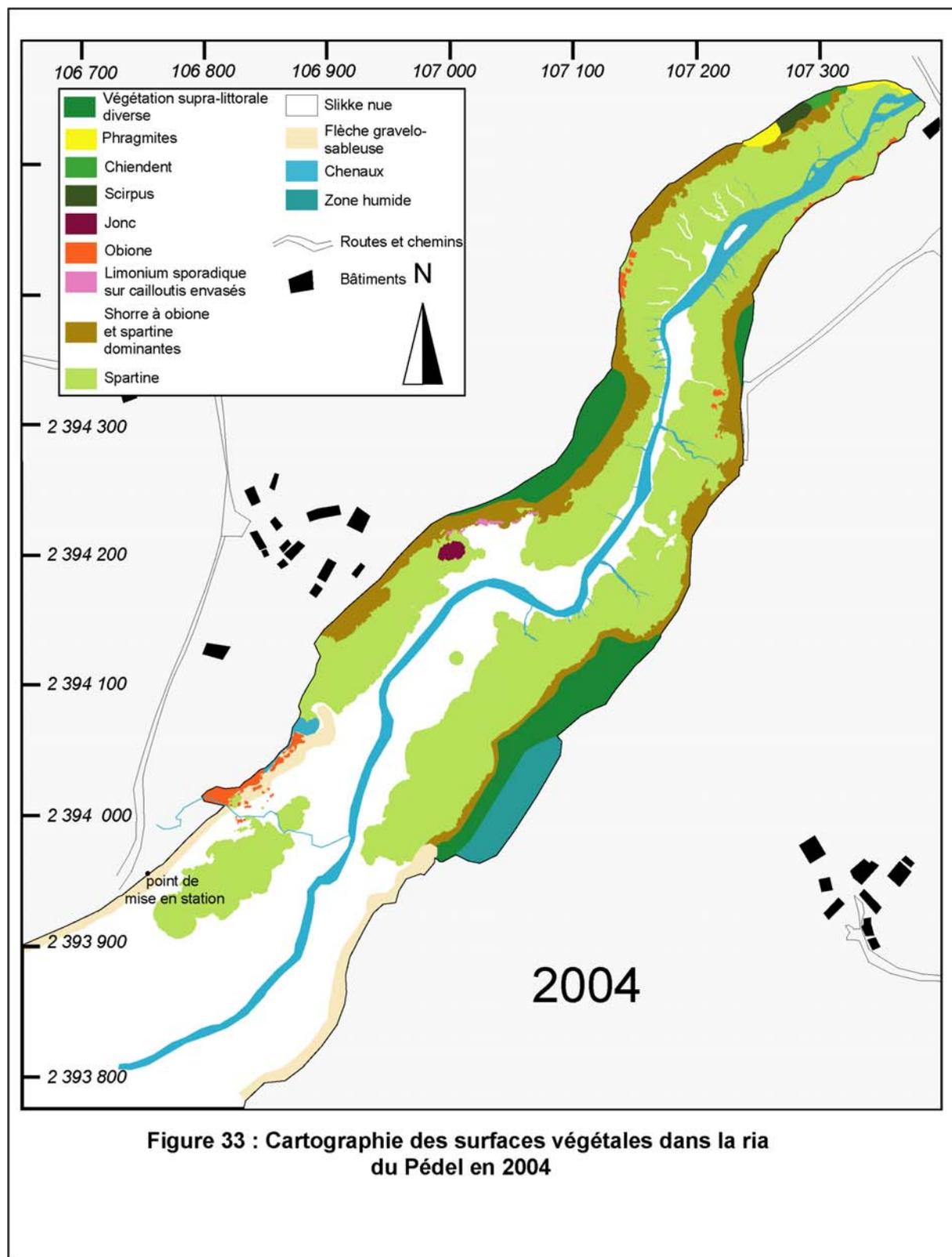
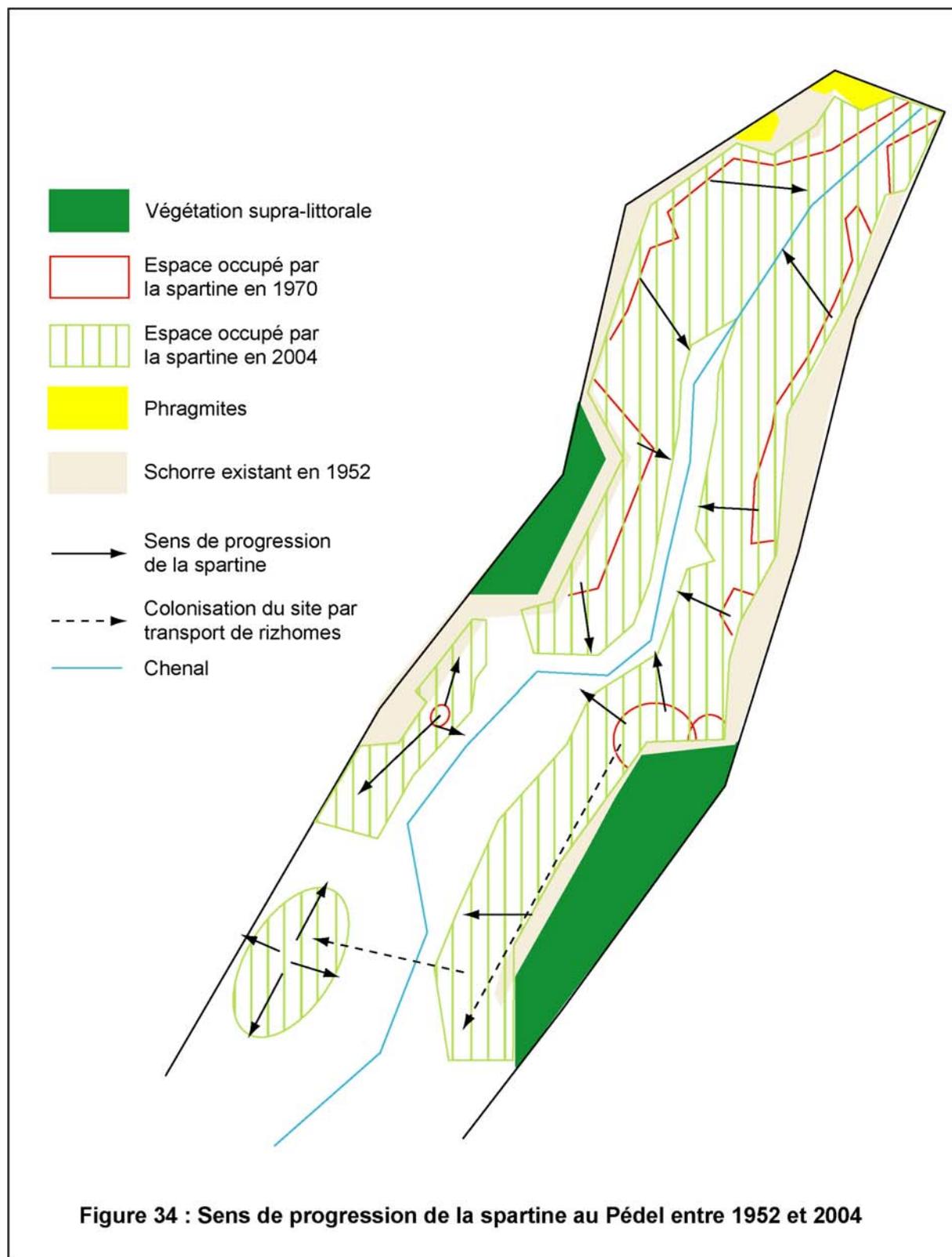
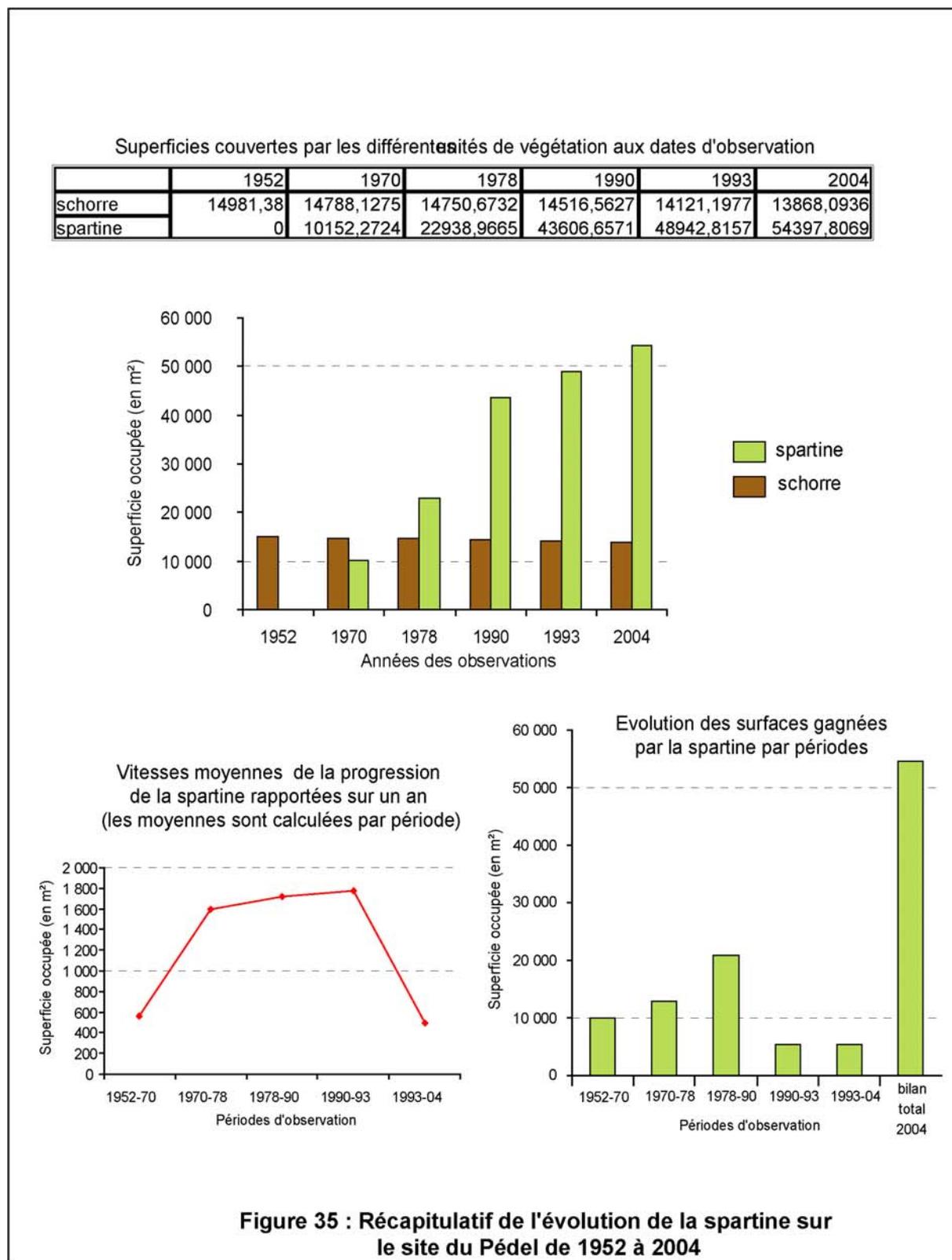


Figure 31 : Cartographie des surfaces végétales dans la ria du Pédel en 1990









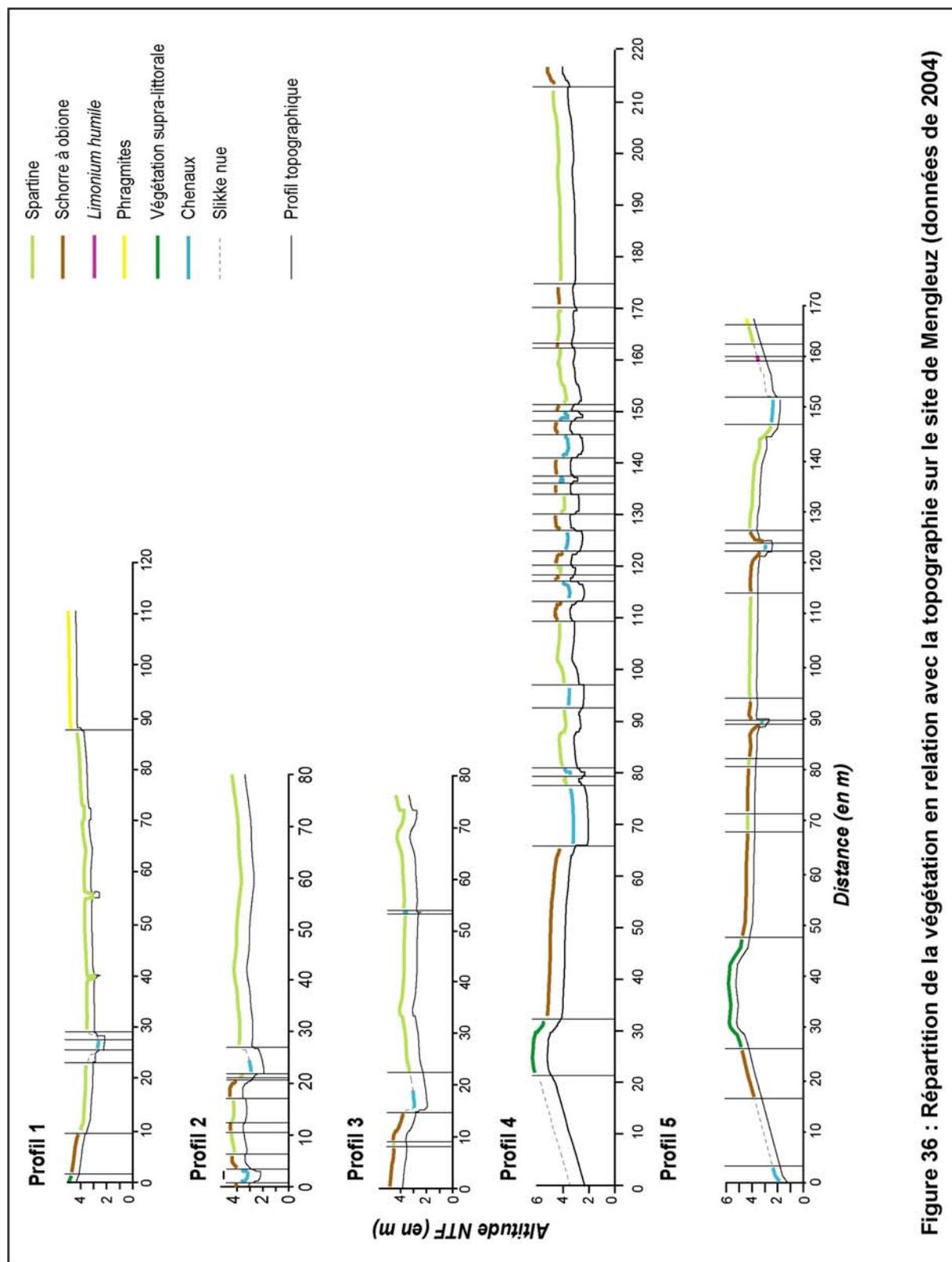
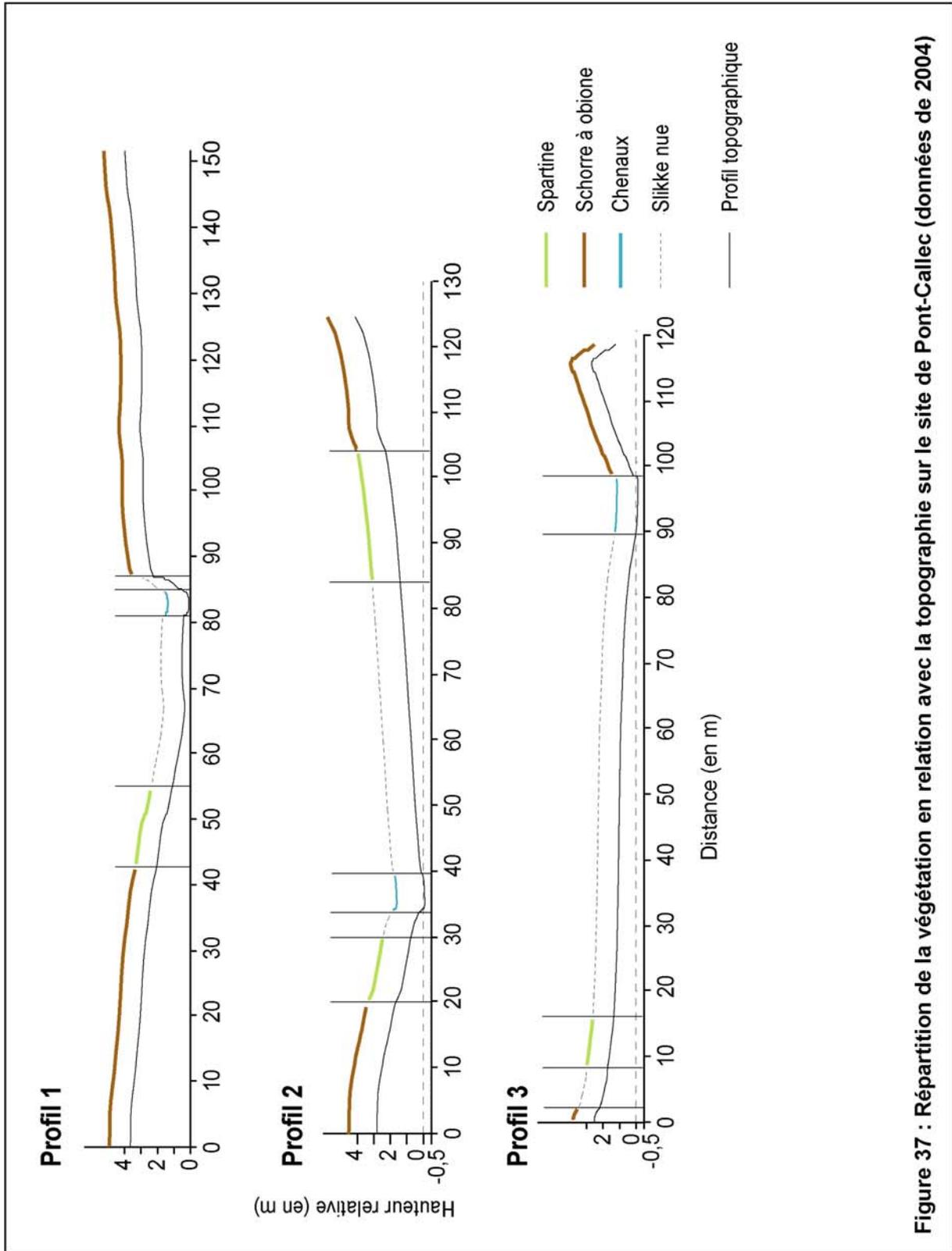


Figure 36 : Répartition de la végétation en relation avec la topographie sur le site de Mengleuz (données de 2004)



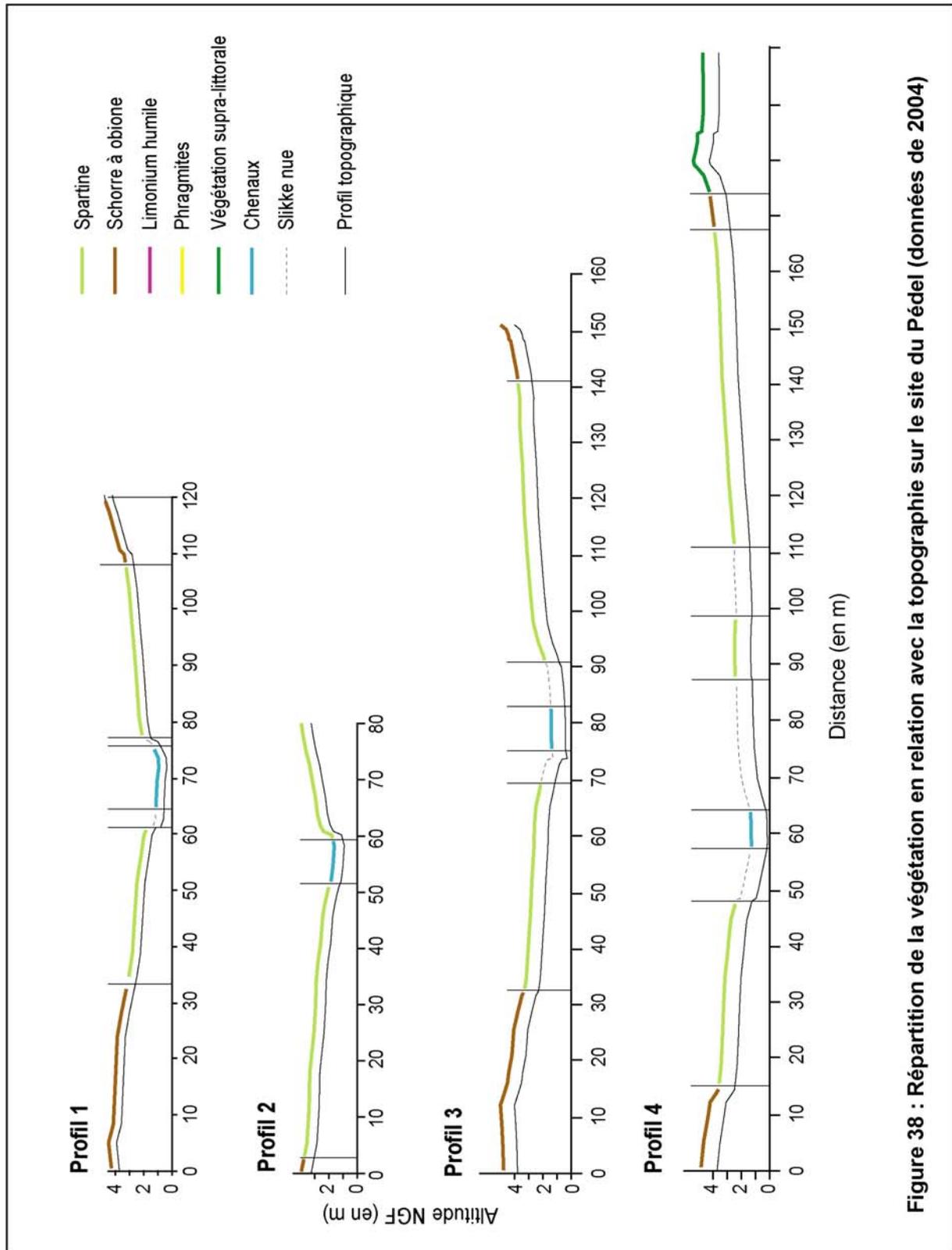


Figure 38 : Répartition de la végétation en relation avec la topographie sur le site du Pédel (données de 2004)

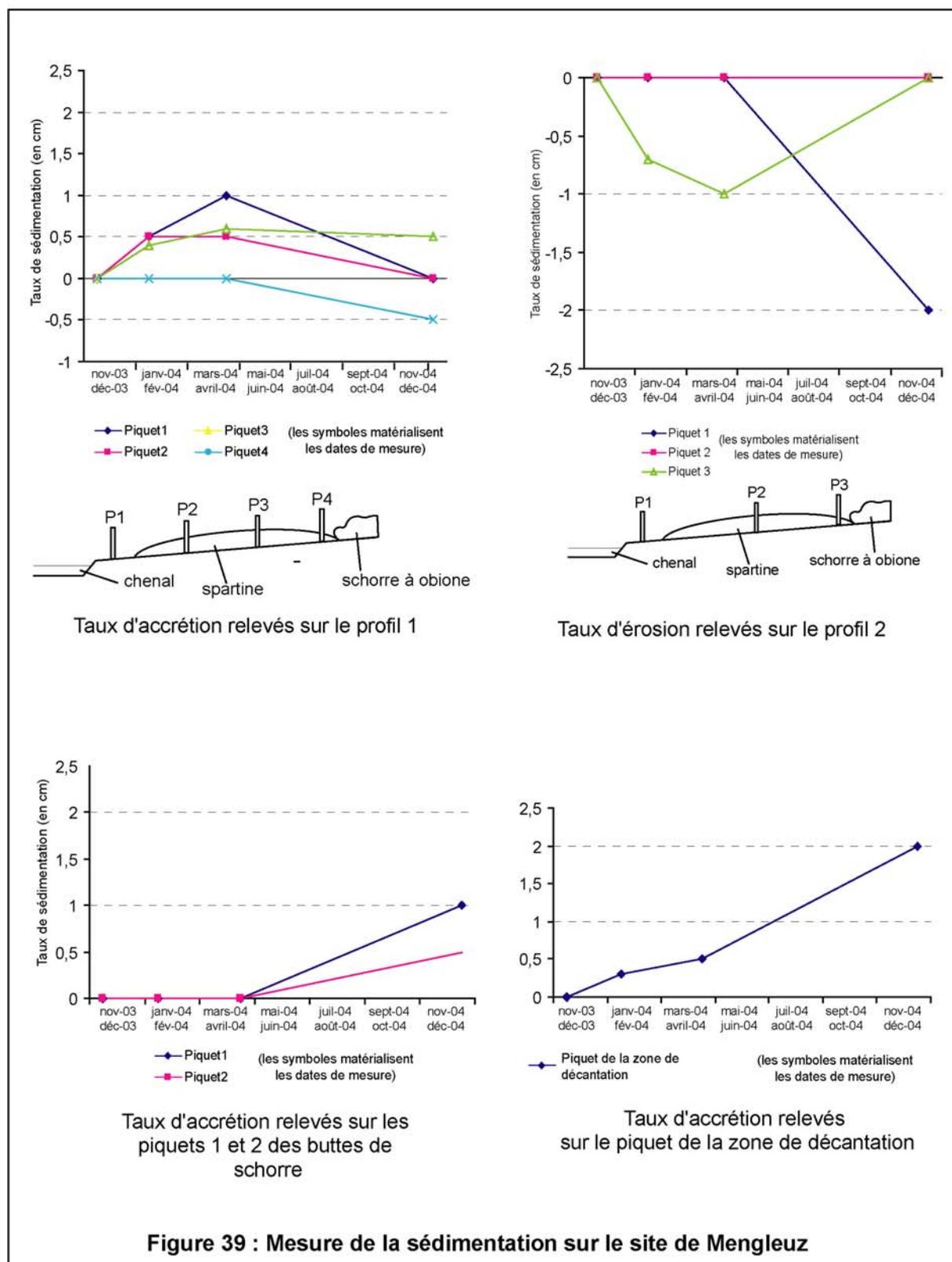


Figure 39 : Mesure de la sédimentation sur le site de Mengleuz

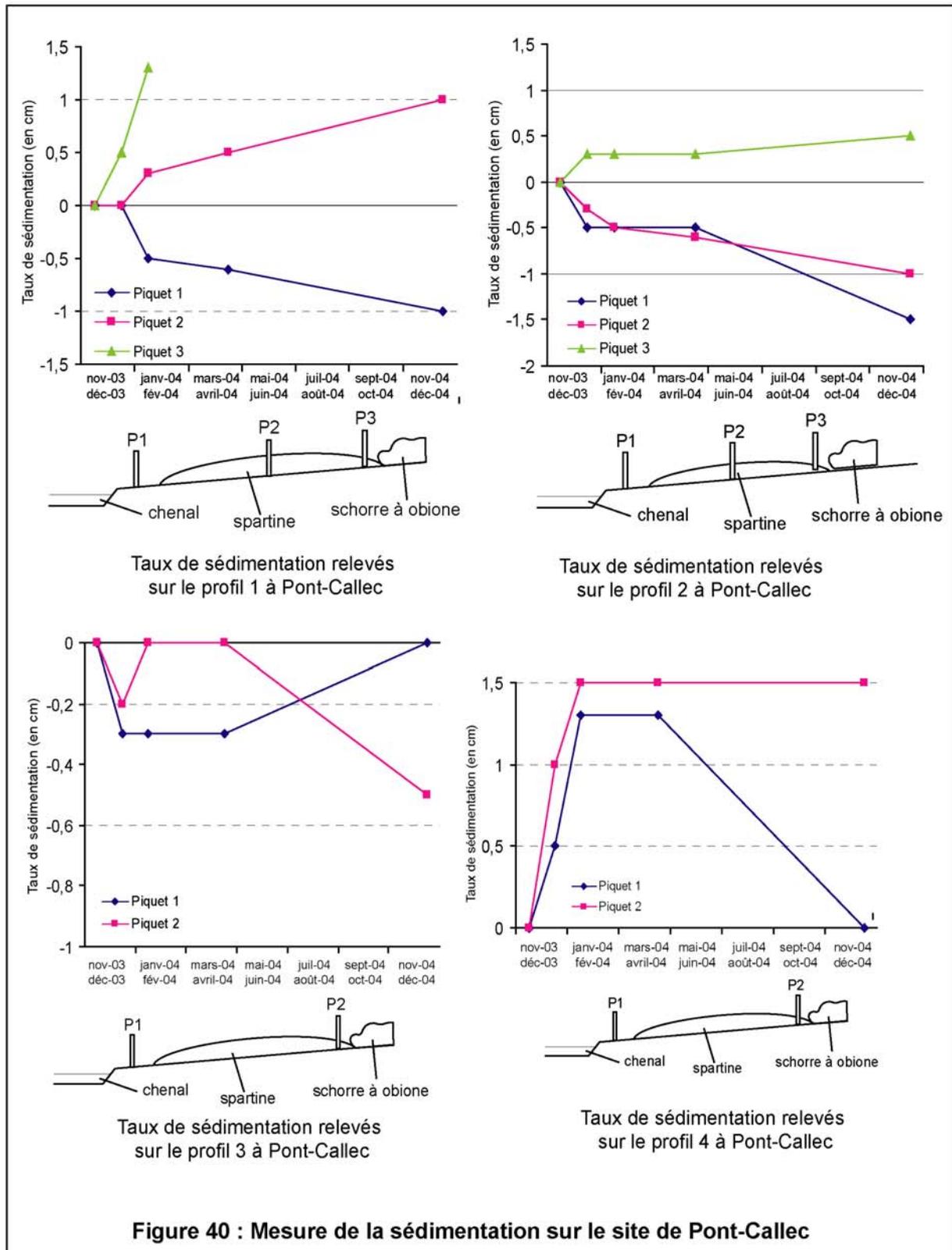


Figure 40 : Mesure de la sédimentation sur le site de Pont-Callec

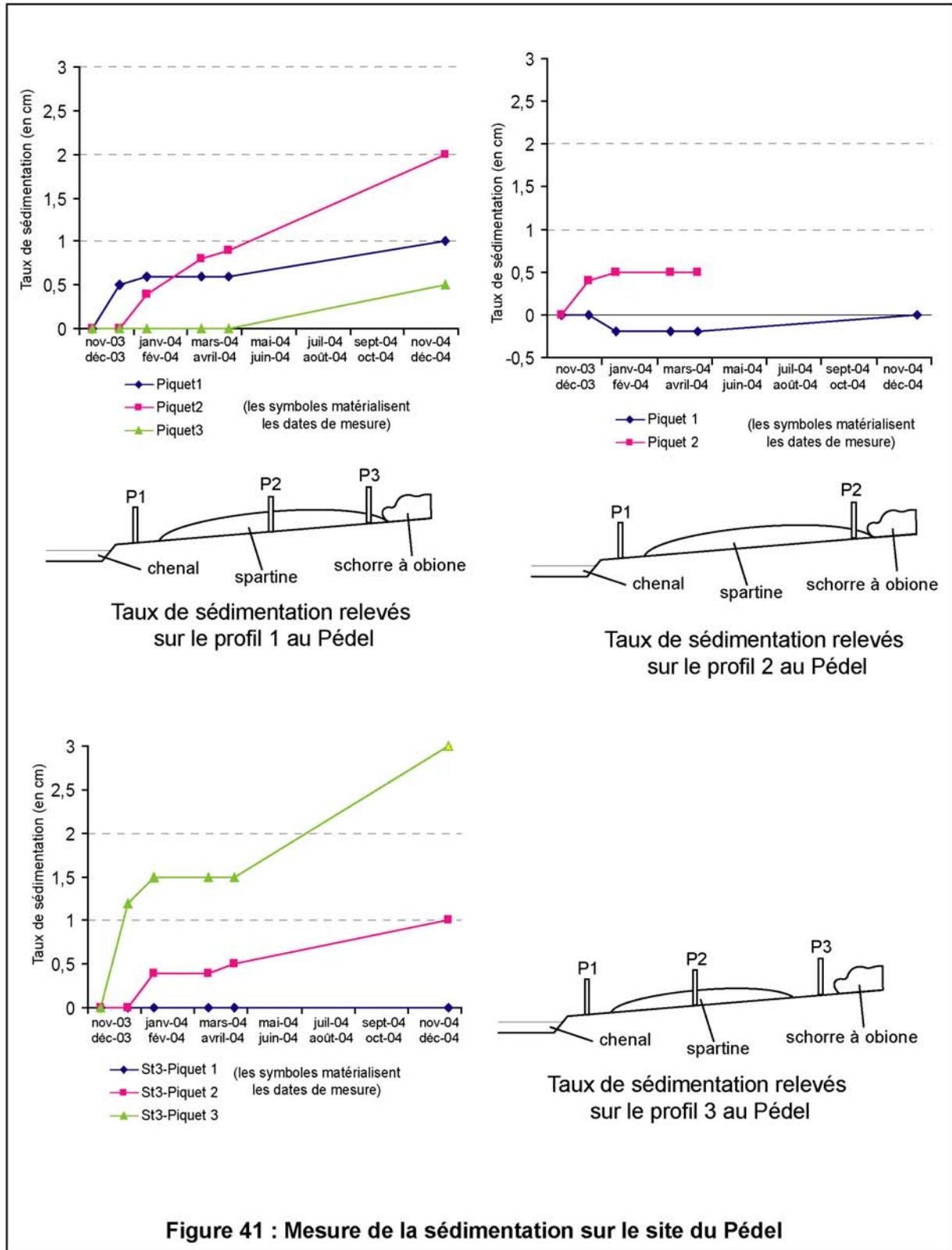


Figure 41 : Mesure de la sédimentation sur le site du Pédel