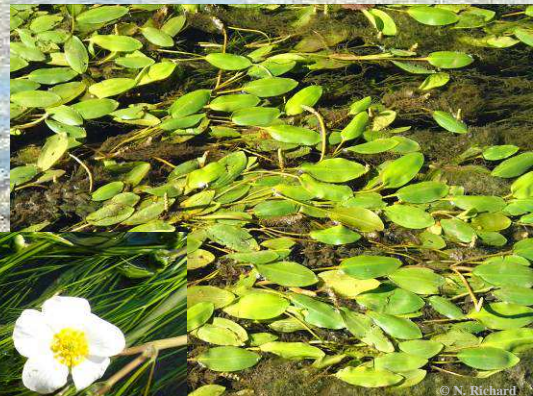


# « Observation des macrophytes aquatiques de la Loire en Région Centre – Phase 1 »



2013

## PREAMBULE

Le présent travail est porté par le service **CETU Elmis Ingénieries de l'Université François-Rabelais de Tours.**

*Université François-Rabelais*

*CETU Elmis Ingénieries*

*11 Quai Danton – 37500 CHINON – 02.47.36.78.20*

**Responsable du projet : M<sup>me</sup> Nina Richard, nina.richard@univ-tours.fr**

### Financement

Ce programme est financé par :

- L'Union Européenne (l'Europe s'engage dans le bassin de la Loire avec le fonds européen de développement régional),
- L'Etablissement Public Loire et la Région Centre dans le cadre du Programme Opérationnel Plurirégional Loire (Plan Loire Grandeur Nature 2007-2013),
- L'Agence de l'Eau Loire Bretagne.
- et EDF.

L'Université François-Rabelais remercie l'ensemble des financeurs.

### Réalisation des prestations

L'ensemble des prestations a été coordonné par le service CETU Elmis Ingénieries de l'Université François-Rabelais de Tours. L'association Loiret Nature Environnement - Réserve Naturelle de Saint-Mesmin en tant que sous-traitant a réalisé les mesures de terrain et la transcription sur SIG des données acquises pour le secteur de Saint-Laurent amont.

#### *Université de Tours – CETU Elmis Ingénieries*

- Nina Richard, ingénieur d'études - spécialité hydrobiologie, écologie aquatique ;
- Philippe Juge, ingénieur d'études - spécialité topographie, bathymétrie, écologie aquatique ;
- Yann Guerez, technicien.

#### *Loiret Nature Environnement - Réserve Naturelle de Saint-Mesmin*

- Michel Chantereau – conservateur ;
- Damien Hémeray – garde technicien ;
- Christophe Lartigau – agent technique ;
- Charlotte Idaszek - stagiaire.

## 1. SOMMAIRE

<b><u>1.</u></b>	<b><u>SOMMAIRE</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2.</u></b>	<b><u>INTRODUCTION</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>3.</u></b>	<b><u>CONTEXTE</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>4.</u></b>	<b><u>MISE EN PLACE DU PROGRAMME</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>5.</u></b>	<b><u>MATERIEL ET METHODES</u></b>	<b><u>6</u></b>
5.1.	SECTEURS D'ETUDES	6
5.2.	COMPARTIMENT BIOLOGIQUE ETUDIE	7
5.3.	PROTOCOLE	7
<b><u>6.</u></b>	<b><u>RESULTATS 2011- 2012</u></b>	<b><u>13</u></b>
6.1.	CAMPAGNES PRINTANIERES – SURFACES DE RECOUVREMENT DES HERBIERS DE MACROPHYTES	13
6.2.	CAMPAGNES ESTIVALES – TRANSECTS DE VEGETATION	45
<b><u>7.</u></b>	<b><u>DISCUSSION</u></b>	<b><u>51</u></b>
<b><u>8.</u></b>	<b><u>CONCLUSION</u></b>	<b><u>53</u></b>
<b><u>9.</u></b>	<b><u>ACTIONS DE COMMUNICATION</u></b>	<b><u>54</u></b>
<b><u>10.</u></b>	<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b>	<b><u>55</u></b>
<b><u>11.</u></b>	<b><u>TABLE DES MATIERES</u></b>	<b><u>56</u></b>
<b><u>12.</u></b>	<b><u>LISTE DES FIGURES</u></b>	<b><u>58</u></b>
<b><u>13.</u></b>	<b><u>LISTE DES TABLEAUX</u></b>	<b><u>60</u></b>
<b><u>14.</u></b>	<b><u>LISTE DES ANNEXES</u></b>	<b><u>61</u></b>

## 2. INTRODUCTION

Depuis quelques années, des changements considérables ont été constatés en Région Centre dans le lit de la Loire et de certains de ses affluents, comme la prolifération de certaines espèces aquatiques ou l'amélioration de la clarté de l'eau à la fin de la saison estivale. En effet, certaines espèces aquatiques exotiques ou indigènes deviennent envahissantes, il s'agit d'espèces floristiques telles que les jussies (*Ludwigia peploides* et *L. grandiflora*), la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*), ou faunistiques telle que la corbicule (mollusque *Corbicula*). Ces évolutions significatives, qui à ce jour, ne sont pas toutes clairement expliquées ont de multiples impacts sur la biodiversité, la qualité du milieu, la dynamique hydraulique et sur les usages économiques. Actuellement, dans le bassin de la Loire, seules certaines espèces exotiques envahissantes font l'objet d'une attention particulière de la part des gestionnaires, d'où la nécessité d'élargir la surveillance des milieux à l'ensemble des espèces. Afin de mieux comprendre ces changements et les évolutions à venir, il est nécessaire de constituer une banque de données indispensable à la mise en place de projets de recherche traitant par exemple des origines et des mécanismes de prolifération... L'Université de Tours a donc proposé une mise en commun des moyens et des connaissances dans un projet d'observation des espèces aquatiques de la Loire en Région Centre dont la première phase (2011–2012) ciblée sur les macrophytes aquatiques s'articule autour de la constitution d'une banque de données (protocole de recueil de données, investigations de terrain et analyse de ces données).

Ce projet a été élaboré en collaboration avec EDF pour comprendre et anticiper les changements considérables constatés au sein du milieu aquatique que constitue la Loire. Une longue démarche de mise en place de ce programme a été menée avec plusieurs réunions de concertation réunissant l'ensemble des partenaires apportant expertises, ressources ou financement. L'un des intérêts de ce programme réside dans l'étendue du tronçon de Loire étudié, de Saint Satur dans le Cher à Avoine (Chinon) en Indre-et-Loire et dans la mise en place d'un système d'observation à long terme.

Le présent rapport présente les sites d'études, le protocole d'observation et les résultats des deux années d'observation (2011 et 2012). L'objectif principal de la phase 1 du projet étant la constitution d'une banque de données, seule une première analyse succincte des résultats a été réalisée. L'ensemble des résultats sera plus précisément analysé lors de la seconde phase du projet afin d'évaluer d'éventuelles corrélations avec les conditions du milieu et en comparaison avec les données 2013 et 2014.

### 3. CONTEXTE

Depuis quelques années, des herbiers de macrophytes aquatiques sont apparus dans le lit mineur de la Loire avec parfois des phénomènes de proliférations. Robert Corillion indiquait en 1982 dans son ouvrage sur la flore et la végétation de la Vallée de la Loire que « **peu d'espèces vivent dans le courant principal de la Loire** » (Corillion, 1982). Boudin et al confirment en 2007 dans l'atlas de la flore remarquable du Val de Loire que les « **communautés aquatiques des eaux courantes sont peu présentes dans le lit mineur de la Loire**, elles se rencontrent, en revanche, sur certains affluents comme, le Loiret, La Vienne ou le Cher » (Boudin et al., 2007).

En Loire moyenne, seules certaines espèces exotiques envahissantes (invasives) ont fait l'objet d'une attention particulière de la part des gestionnaires et des chercheurs, en revanche **très peu de données** concernant les macrophytes aquatiques du lit principal de la Loire moyenne sont disponibles. Seul le site de la **Réserve Naturelle de St Mesmin** (près d'Orléans) fait l'objet depuis 1998 d'un suivi mené par l'association Loiret Nature Environnement. Ce travail comporte des relevés effectués en septembre, sur 24 transects de 60m de long et 5m de large. Sur ces transects, les macrophytes (hors algues) sont recensés, déterminés à l'espèce et leurs recouvrements sont estimés.

Les relevés réalisés montrent depuis 2009 un **accroissement du taux de recouvrement** par les macrophytes sur les transects (figure 1) ainsi qu'une **augmentation de la diversité spécifique** depuis 1998 (figure 2).

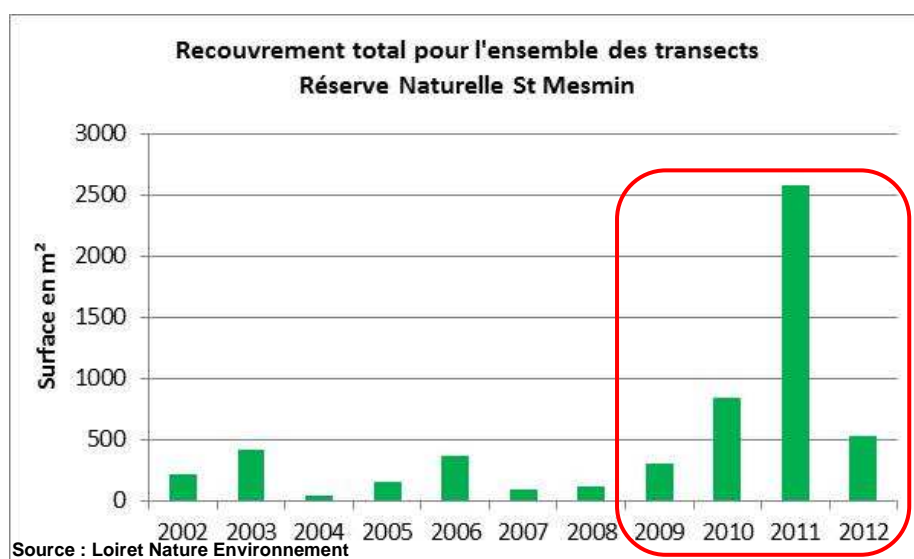


Figure 1 : Evolution du taux de recouvrement total sur l'ensemble des transects de végétation réalisés sur le secteur de la Réserve Naturelle de St Mesmin depuis 2002 (source : Loiret Nature Environnement).

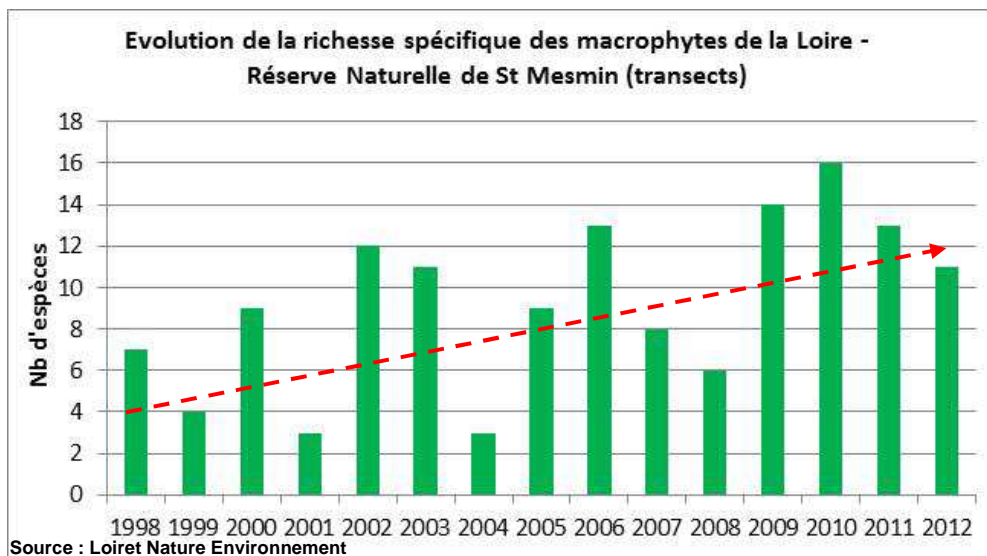


Figure 2 : Evolution de la richesse spécifique des macrophytes aquatiques sur les transects de végétation de la Réserve Naturelle de St Mesmin depuis 1998 (source : Loiret Nature Environnement).

Les hypothèses émises actuellement concernant les causes de ces phénomènes d'apparition « et parfois de proliférations » de macrophytes aquatiques dans le lit principal de la Loire moyenne sont la **chute de la concentration en Phosphore total et celle de la Chlorophylle a (liée à la chute de la biomasse de phytoplancton)**. En effet, depuis la fin des années 1990, les concentrations de ces paramètres chutent pour atteindre les valeurs les plus basses à partir de 2007. Les figures 3 à 5 montrent ces évolutions.

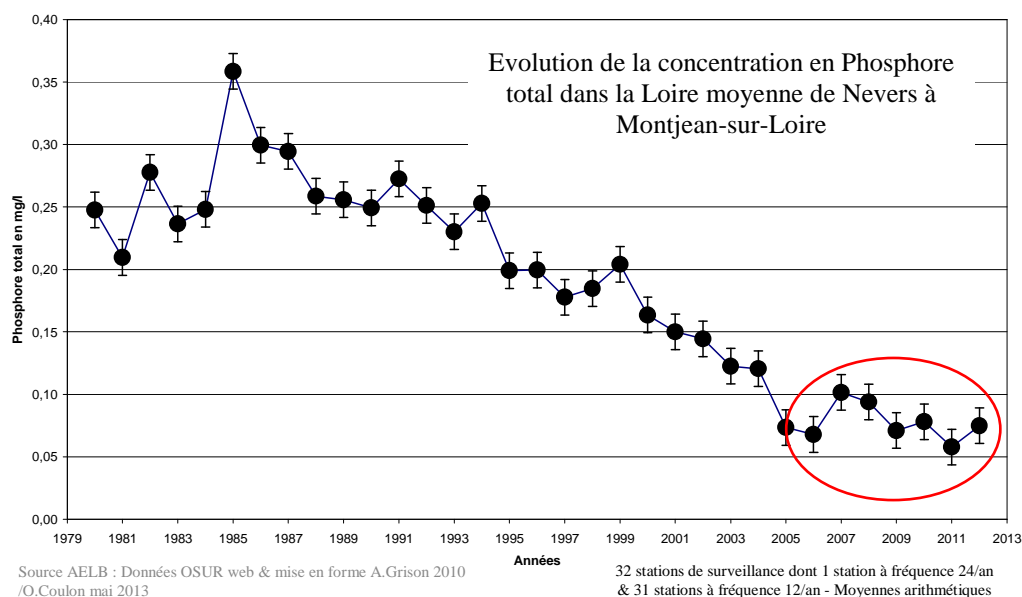
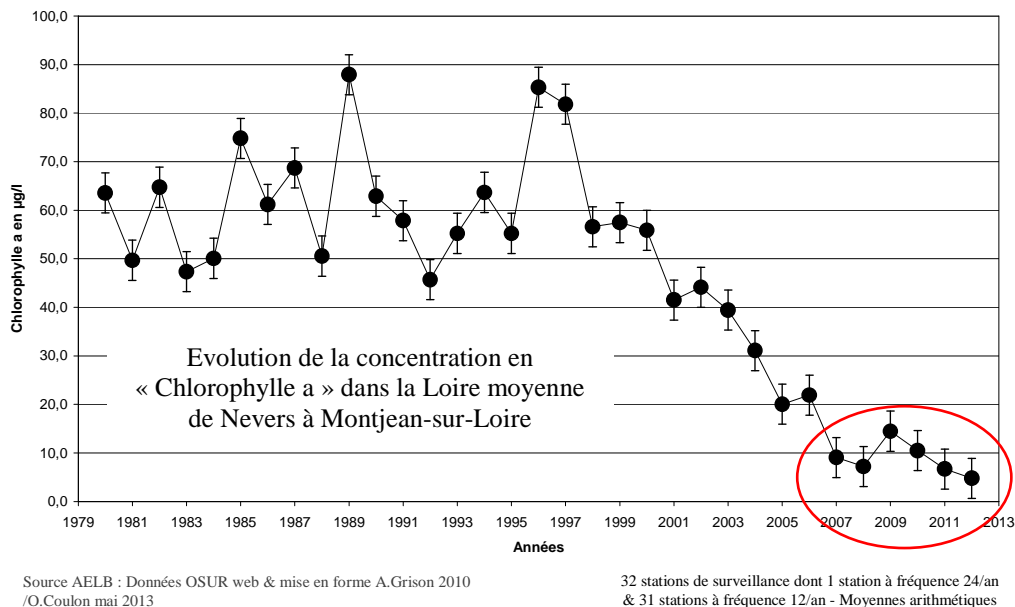
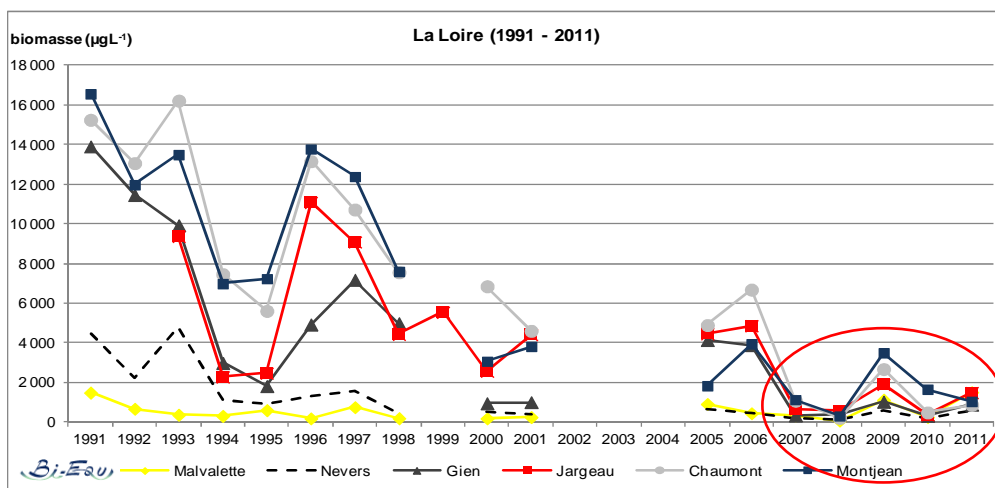


Figure 3 : Evolution de la concentration moyenne en Phosphore total dans la Loire moyenne, de Nevers à Montjean-sur-Loire depuis 1980 (source : AELB – données OSUR web & mise en forme A. Grison 2010 / O. Coulon mai 2013).



**Figure 4 : Evolution de la concentration moyenne en Chlorophylle a dans la Loire moyenne de Nevers à Montjean-sur-Loire depuis 1980 (source : AELB – données OSUR web & mise en forme A.Grison 2010 / O. Coulon mai 2013).**



**Figure 5 : Evolution de la biomasse de phytoplancton dans la Loire moyenne de 1991 à 2011 (source : Bi-eau).**

#### 4. MISE EN PLACE DU PROGRAMME

Afin de mieux comprendre ces changements survenus au sein du lit mineur de la Loire et d’en étudier les évolutions, ce programme a été mis en place afin de constituer une banque de données. Suite à une longue démarche de concertation entre les partenaires retenus (Université de Tours, Réserve Naturelle de Saint-Mesmin, Conservatoire Régional des Espaces Naturels de la Région Centre, Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien, Fédération des Conservatoires des Espaces Naturels, IRSTEA, EPL et Agence de l’Eau Loire Bretagne), un protocole de recueil de données a été élaboré. Des investigations de terrain ont ensuite été menées en 2011 et 2012.

## 5. MATERIEL ET METHODES

### 5.1. Secteurs d'études

Cinq secteurs d'étude ont été retenus en Région Centre au sein de la Loire moyenne (figure 6) ; quatre en amont des Centres Nucléaires de Production d'Electricité et le dernier en aval de l'un des CNPE. Ces secteurs ont été choisis aux abords des CNPE de la Loire en raison de la présence sur ces zones d'importantes banques de données physico-chimiques, issues du suivi environnementale des CNPE, qui pourront être croisées avec les observations de terrain.

Les linéaires des différents secteurs étudiés sont détaillés ci-après :

- Le secteur 1 « nommé secteur de Belleville » s'étend de St Satur jusqu'au CNPE de Belleville-sur-Loire dans les départements du Cher et de la Nièvre (23 km) ;
- Le secteur 2 « nommé secteur de Dampierre » s'étend de Briare jusqu'au CNPE de Dampierre-en-Burly (Loiret) (20 km) ;
- Le secteur 3 « nommé secteur de St Laurent amont » s'étend du pont Joffre à Orléans au CNPE de St Laurent-des-Eaux (Loiret et Loir-et-Cher) (30 km) ;
- Le secteur 4 « nommé secteur de St Laurent aval » s'étend du CNPE de St Laurent-des-Eaux à St Dyé-sur-Loire (Loir-et-Cher) (11 km) étudié seulement en 2012 ;
- Le secteur 5 « nommé secteur de Chinon » s'étend de Langeais au CNPE de Chinon (Indre-et-Loire) (21 km).

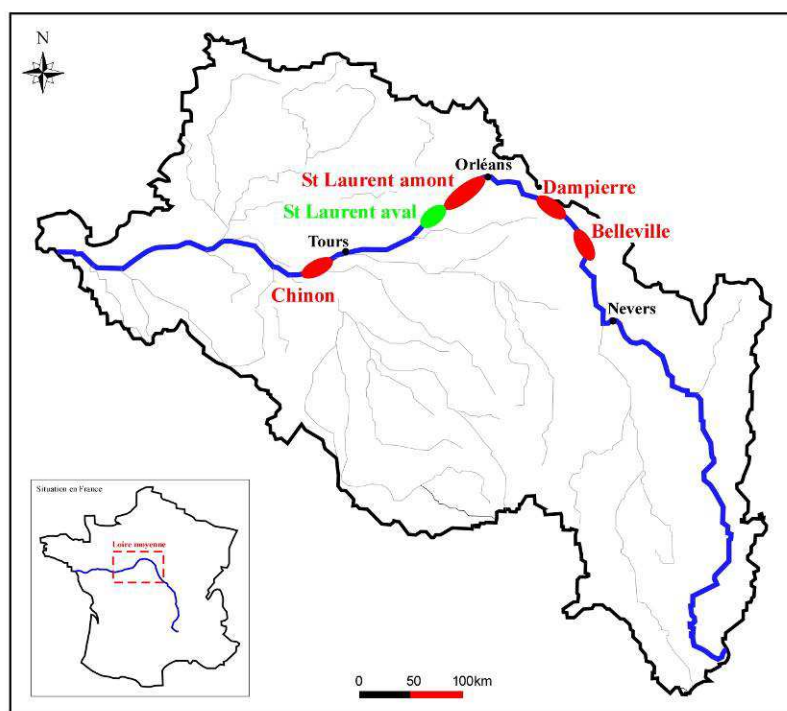


Figure 6 : Localisation des cinq secteurs d'étude dans le bassin de la Loire.



## 5.2. Compartiment biologique étudié

Le présent projet étudie les macrophytes aquatiques du lit de la Loire. Il s'agit des plantes aquatiques visibles à l'œil nu submergées ou flottantes, enracinées ou non. Les macrophytes sont déterminés à l'espèce à l'exception des algues.

## 5.3. Protocole

Le protocole a été défini suite à une longue démarche de concertation entre les partenaires Il a été élaboré à partir des retours d'expérience de la Réserve Naturelle de Saint -Mesmin et d'IRSTEA. Deux campagnes d'observations ont été retenues afin d'étudier les macrophytes aquatiques de la Loire durant deux phases de leur croissance végétale : une première au printemps au début de la saison végétative et une seconde en fin d'été.

### 5.3.1. Campagne printanière

#### *5.3.1.1. Observations*

Entre mai et mi-juin, une observation globale longitudinale des macrophytes est réalisée sur chacun des secteurs. Lors d'une descente en bateau, la Loire est parcourue sur l'ensemble de son lit principal (les annexes hydrauliques ne sont pas concernées) et chaque herbier significatif de macrophytes est géolocalisé, ce qui permettra d'évaluer sa surface.

#### *5.3.1.1. Report des observations sur SIG et estimation des surfaces*

Les relevés d'observation sont reportés sous Mapinfo sur une couche cartographique basée sur les couches SIG du système SIEL de la DREAL Centre (Système d'Information et d'Evolution du Lit de la Loire et de ses principaux affluents) . Les coordonnées planes X et Y mentionnées dans le chapitre résultats sont exprimées en mètres suivant la projection Lambert 93.

Deux types de surfaces sont estimés sur les secteurs. Il s'agit de :

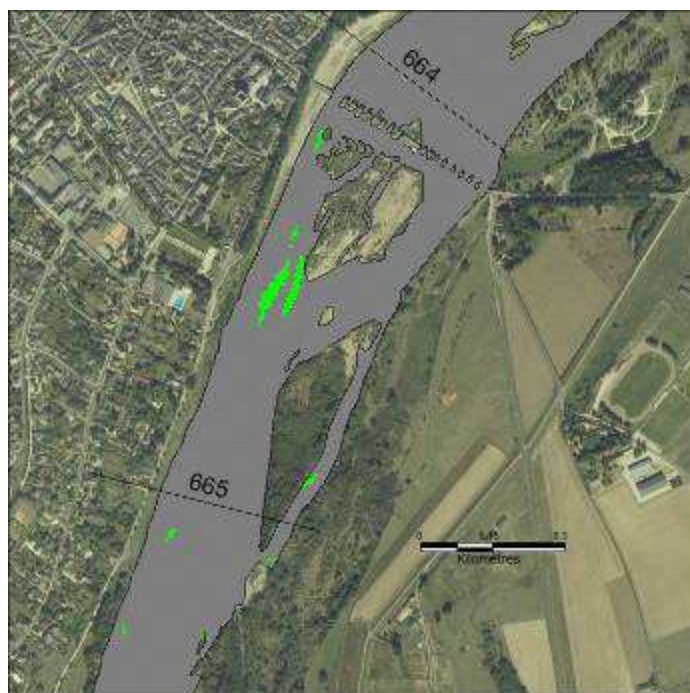
- ✓ la Surface en eau du lit mineur de la Loire Potentiellement Colonisable par les Macrophytes (SPCM),
- ✓ et des Surfaces de Recouvrement des Herbiers des macrophytes aquatiques (SRH).

Surface en eau du lit mineur de la Loire potentiellement colonisable par les macrophytes (SPCM)

Afin d'évaluer les surfaces en eau potentiellement colonisables par les macrophytes (SPCM), nous avons utilisé comme références linéaires, la couche des profils PK du système SIEL implantés sur l'ensemble du cours de la Loire (couche lo\_pk\_1km). Concernant les références surfaciques, les éléments suivants de la couche SIG morpho des cartes de morphologie du SIEL ont été utilisés :

- Pour Belleville : couche n°200209lo0459morpho0537\_193
- Pour Dampierre : couche n°200209lo0540morpho0675\_193
- Pour Saint Laurent des eaux : couche n°200209lo0540morpho0675\_193
- Pour Chinon : couche n°200509lo0670morpho0812.

La figure 7 présente un exemple de surface SPCM sur le secteur de Saint-Laurent amont (site de Meung-sur-Loire).



**Figure 7 : Exemple de surface SPCM secteur de Saint Laurent amont - site de Meung-sur-Loire**  
(source : photographie aérienne SIEL DREAL Centre 2005)

La couche SPCM a été construite à partir des éléments ; grèves ou bancs de sable, chenal d'étiage du bras principal, chenal d'étiage du bras secondaire, chenaux déconnectés et boires auxquels ont été soustraites les surfaces correspondantes aux îles anciennes ou en formation. La couche morphologie SIEL a été dessinée à partir de la photo aérienne SIEL 2002.

Pour représenter notre estimation de SPCM, nous avons utilisé la photographie aérienne SIEL de septembre 2005 (dernière version disponible). Lorsque la photographie aérienne SIEL de référence datait de 2002, les contours de certains atterrissements ont été redessinés (mis à jour) sur ceux présents sur la photographie aérienne de 2005.

### Surface de recouvrement des herbiers de macrophytes (SRH)

Les contours de la surface de recouvrement des herbiers de macrophytes aquatiques (SRH) ont été dessinés à partir des relevés de terrain réalisés en bateau et localisés à l'aide d'un GPS et de photographies.

Sur les cartographies, les herbiers significatifs sont représentés en vert. Les herbiers dont la surface est inférieure à 2m<sup>2</sup> sont identifiés par des points roses et n'entrent pas dans le calcul de la SRH.

#### *5.3.1.2. Choix de 10 transects*

Afin de préparer la campagne estivale, 10 transects d'intérêt (profils transversaux) sur chaque secteur ont été sélectionnés à partir des observations de la campagne printanière de 2011. Ces transects ont été le plus souvent placés au sein des principaux herbiers de macrophytes. Lorsque certaines portions de Loire ne présentaient pas d'herbiers, la localisation des transects s'est faite sur des sites présentant des habitats favorables au développement des macrophytes.

#### 5.3.2. Campagne estivale

Fin août, début septembre, les observations sont effectuées sur les 10 transects (profils transversaux) identifiés lors de la première campagne printanière. Les macrophytes présents sont étudiés selon deux méthodes, la méthode des points contact et celle de l'estimation des recouvrements.

##### *5.3.2.1. Méthode des points-contact.*

La méthode retenue a été adaptée à partir de celle des points contact dite « du râteau » d'IRSTEA afin d'identifier les espèces présentes et leur représentativité sur la colonne d'eau. Elle consiste à réaliser des prélèvements réguliers de macrophytes le long de profils transversaux. Le premier point contact de chaque profil est placé de manière aléatoire puis l'écartement entre deux points contacts est de 5m dans les zones peu profondes et de 10m dans les zones plus profondes où les macrophytes sont généralement absents dans la Loire (figure 8). Les différents points sont géolocalisés et pour chaque point contact sont notés ; la profondeur, le substrat, la vitesse du courant en surface et la turbidité (mesurée à l'aide d'un disque de Secchi). Les classes de vitesse retenues sont les suivantes :

- \* classe 1 : vitesse inférieure à 25 cm/s,
- \* classe 2 : vitesse comprise entre 25-75 cm/s
- \* classe 3 : vitesse comprise entre 75-150 cm/s
- \* classe 4 pour les vitesses supérieures à 150 cm/s.

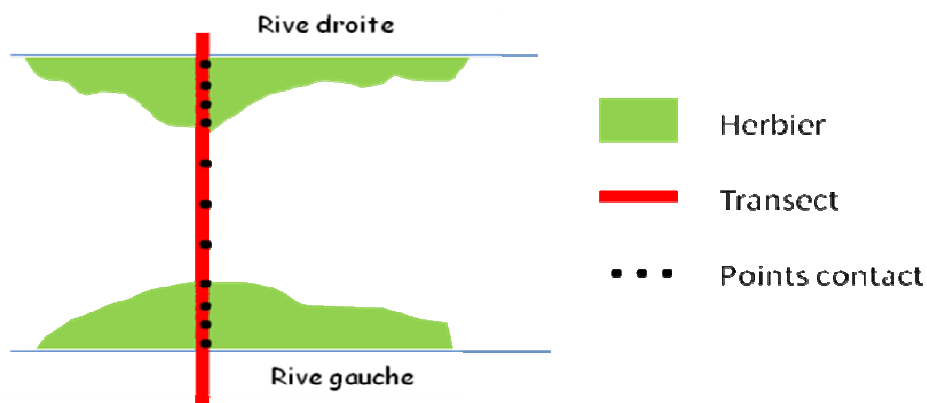


Figure 8 : Transect de végétation et points contact.

Les prélèvements de macrophytes sont réalisés à l'aide d'un râteau double à manche télescopique permettant d'atteindre les végétaux jusqu'à environ 4 m de profondeur (figure 9). Le râteau est immergé jusqu'au fond, puis on effectue une rotation de 360° afin de prélever l'ensemble des macrophytes présents sur le point. Le tout est ensuite remonté et les macrophytes sont déterminés à l'espèce, à l'exception des algues.

Un indice d'abondance de 1 à 5 est attribué à chaque taxon présent dans l'échantillon prélevé (figure 10) :

- 1 : espèce très peu présente sur le râteau,
- 2 : espèce présente en petite quantité sur le râteau,
- 3 : espèce moyennement abondante sur le râteau,
- 4 : espèce très abondante sur le râteau,
- 5 : espèce présente sur l'ensemble du râteau en grande quantité.

L'annexe 1 présente la fiche de terrain utilisée pour cette méthode.



Figure 9 : Râteau double utilisé dans le protocole - prélèvement de macrophytes à l'aide de ce râteau.



**Figure 10 : Différents exemples d'abondances des macrophytes sur le râteau.**

Remarque : certains macrophytes sont difficiles à remonter dans le râteau en raison de leur phénologie, c'est le cas par exemple de la Vallisnérie en spirale qui en raison de ses longues feuilles lisses n'est pas accrochée par le râteau ou des lentilles d'eau avec leur très petite taille. Ces taxons peuvent être remontés dans le râteau lorsque d'autres taxons facilement accrochés sont présents plus ou moins abondamment.

### 5.3.2.2. Estimation du recouvrement de chaque espèce de macrophytes

Le long des transects et sur les zones accessibles à pied, une évaluation des surfaces de recouvrement de chaque espèce est réalisée. Depuis la berge, sur une bande de largeur 5m, le recouvrement de chaque taxon est noté entre deux points contact soit tous les 5 ou 10m.

L'annexe 2 présente la fiche de terrain pour l'estimation des recouvrements.

### 5.3.2.3. Présentation des résultats pour chaque secteur

Les résultats des observations estivales sur les transects sont présentés de la façon suivante sous forme de graphes (figure 11).

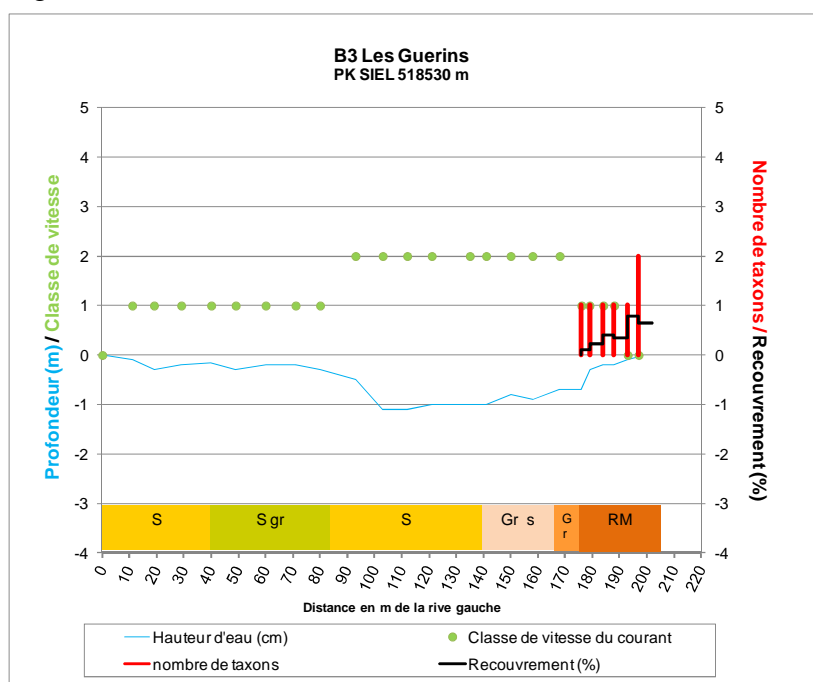


Figure 11 : Graphique de représentation des résultats des observations sur les transects de végétation.

Sont présentés en abscisse ; les distances de chaque point en mètre depuis une rive et les types de substrats (B blocs, G galets, Gr graviers, S sables, RM roche mère, V vase). Le nombre de taxons de macrophytes recensés sur chaque point contact est noté en ordonnée à droite (barre rouge) ainsi que le taux de recouvrement total par les macrophytes sur la bande de végétation d'une largeur de 5m située entre chaque point contact (en pourcentage, échelle de 0 à 1 où 1 = 100 %, courbe noire).

Pour chaque point contact, la profondeur (en mètre, courbe bleu clair) et la classe de vitesse (point vert) sont représentés en ordonnée à gauche. Les classes de courant retenues ont été présentées dans le chapitre 3.3.

Lors des mesures de terrain, certains prélèvements sur les points contact à l'aide du râteau sont nuls alors que le taux de recouvrement sur la bande de végétation étudié ne l'est pas. En effet, le premier point contact étant pris de façon aléatoire et les suivants tous les 5m ou 10m en suivant un cap, le point de prélèvement est parfois exempt de végétation alors que des macrophytes sont présents aux abords de ce point.

## 6. RESULTATS 2011- 2012

Nous présentons dans un premier temps les résultats des campagnes printanières puis ceux des campagnes estivales. La campagne printanière de 2011 a été réalisée en mai-juin tandis que celle de 2012 a été décalée à fin juin - début juillet en raison de la montée des eaux au printemps. Les campagnes estivales ont été menées lors des deux années fin août – début septembre.

### 6.1. Campagnes printanières – surfaces de recouvrement des herbiers de macrophytes

#### 6.1.1. Espèces observées durant les campagnes printanières

Essentiellement deux espèces ont été observées lors des campagnes printanières de 2011 et 2012, la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans* Lam.) et le myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum* L.) (figures 12 et 13). Ces espèces forment le plus souvent des herbiers monospécifiques plus ou moins denses selon les secteurs.

##### 6.1.1.1. La renoncule flottante - *Ranunculus fluitans* Lam.

La renoncule flottante est une espèce fixée, caractéristique des eaux courantes à très courantes (jusqu'à une vitesse de 2m/s), totalement submergée excepté les inflorescences. Ses fleurs blanches de 2cm de diamètre rendent cette espèce très visible de mai à août. La floraison correspond à la période végétative de biomasse végétale maximum.



Figure 12 : la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans* Lam.).

La renoncule dont les tiges peuvent atteindre jusqu'à 6 m de long, bénéficie d'une grande plasticité morphologique vis-à-vis de la profondeur et du courant. Elle s'implante dans des substrats grossiers stables (graviers) où elle s'ancre à l'aide d'un système racinaire abondant. Cette espèce héliophile affectionne les eaux claires (elle disparaît lorsque l'eau est trop turbide), de forte conductivité, dans des zones de 0,2 à 3m de profondeur. Sa multiplication s'effectue essentiellement par reproduction végétative (fragmentation et bouturage). Pérenne, elle passe l'hiver sous une forme plus compacte bien ancrée dans le substrat.

#### 6.1.1.2. Le myriophylle en épis – *Myriophyllum spicatum* L.

Le myriophylle en épis est un hydrophyte fixé totalement submergé dont la longueur des tiges peut atteindre 3m, ses fleurs rougeâtres sont très discrètes (de juin à août). Elle colonise des milieux stagnants à courants dont le substrat est grossier (graveleux), son enracinement est superficiel mais robuste. Cette espèce très commune en France se développe dans des profondeurs allant de 0,5 à 3m, elle bénéficie d'une large amplitude thermique de développement et tolère bien les perturbations. Elle est en revanche fortement dépendante de l'éclaircement et ne supporte pas les eaux très turbides. La multiplication végétative par fragmentation des tiges de cette espèce est très efficace. Elle se reproduit aussi par production de bourgeons axillaires. Durant l'hiver, elle persiste dans le milieu réduite à son système racinaire et à son rhizome.

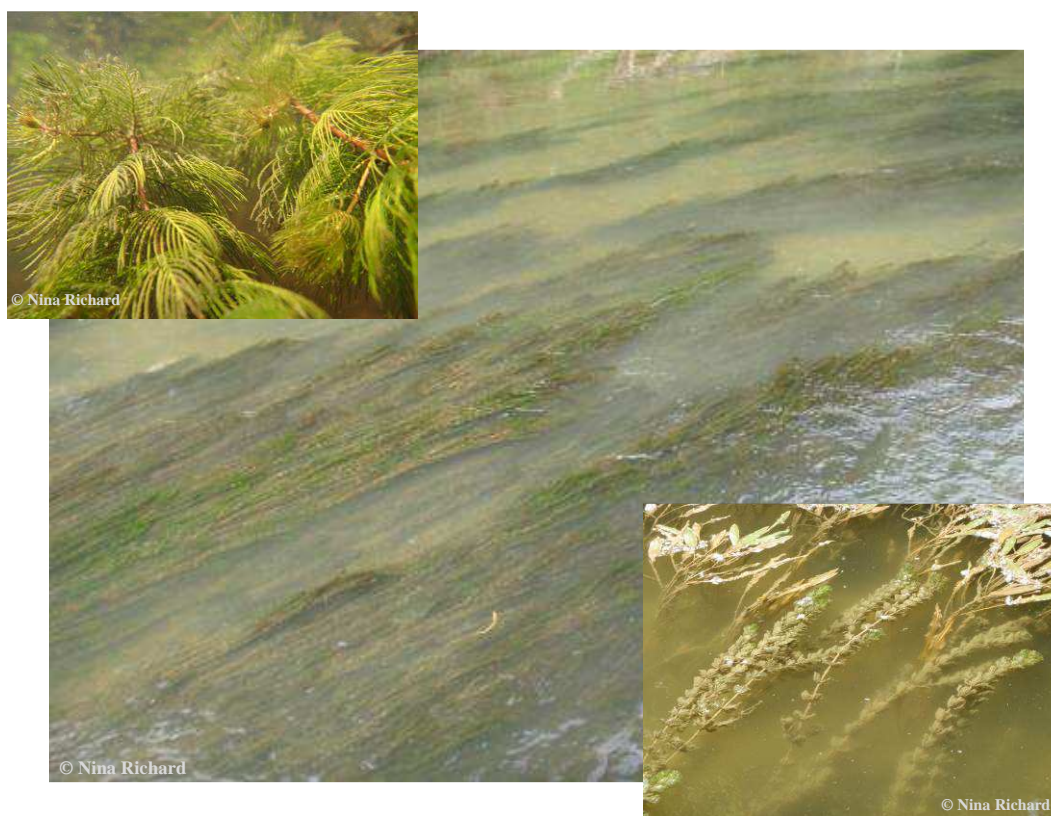


Figure 13 : le myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum* L.)



### 6.1.2. Evolution longitudinale et temporelle des surfaces de recouvrement des herbiers

Les surfaces d’herbiers de macrophytes observés sont très variables d’un secteur à l’autre et entre les deux années d’observations (figure 14). En effet, on constate en 2011, une augmentation des surfaces d’herbiers le long du gradient longitudinal depuis le secteur de Belleville jusqu’à celui de St Laurent amont puis une chute importante sur le secteur de Chinon. Les herbiers les plus abondants sont observés en 2011 sur le secteur de St Laurent amont. En 2012, on constate une plus faible abondance des herbiers. Le secteur de St Laurent amont montre la variation la plus importante entre les deux années d’observation.

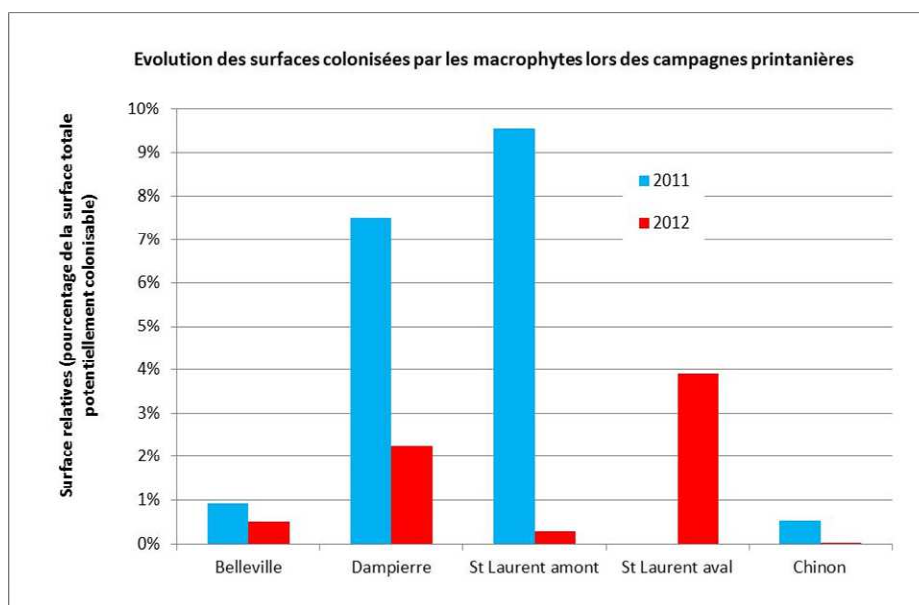


Figure 14 : Evolution longitudinale et temporelle des surfaces de recouvrement par les herbiers de macrophytes de la Loire.

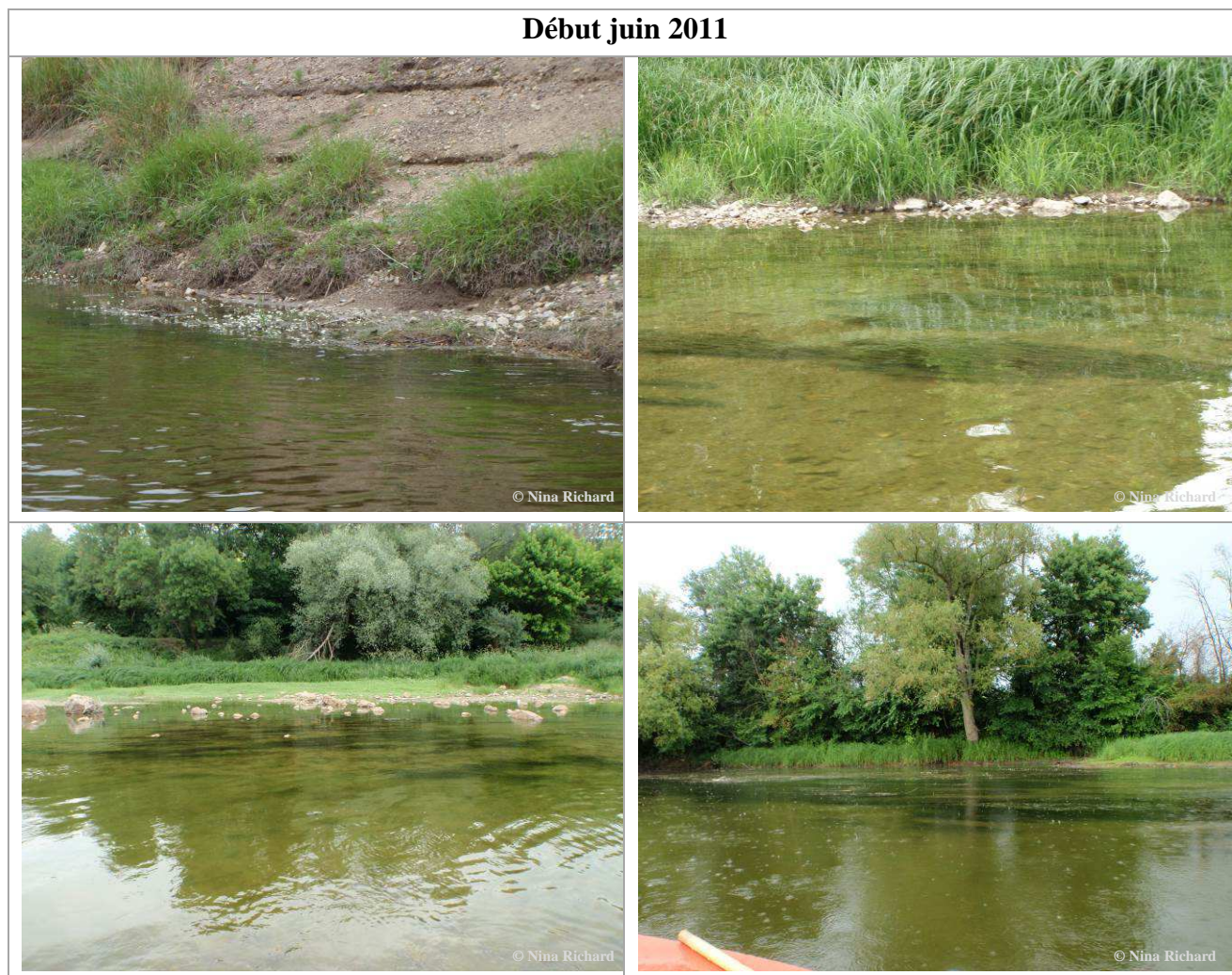
### 6.1.3. Secteur de Belleville

Sur les 23 km du secteur, la surface totale d’herbiers (SRH) est estimée en juin 2011 à environ 55ha soit 0,9% de la surface du lit mineur potentiellement colonisable par les macrophytes (SPCM) (tableau 1).

Tableau 1 : Surfaces estimées sur le secteur de Belleville en 2011 et 2012.

Secteur de Belleville	
PK SIEL amont	513 271 m
PK SIEL aval	536 250 m
Linéaire prospecté	23 km
Surface SPCM	5 903 443 m <sup>2</sup>
Surface SRH début juin 2011	55 431 m <sup>2</sup>
Surface SRH fin juillet 2012	29 219 m <sup>2</sup>

En 2011, sur le secteur de Belleville, les herbiers sont principalement localisés le long des berges. D'une largeur moyenne d'environ 20 m, ils peuvent atteindre 40 m depuis la berge. Il s'agit globalement d'herbiers peu denses (moins de 50% de recouvrement) dont l'espèce dominante est le myriophylle en épis (figure 15). Des herbiers de renoncules flottantes très peu denses sont aussi recensés à proximité des berges.



**Figure 15 : Herbiers de myriophylles en épis et de renoncules sur le secteur de Belleville en juin 2011.**

**Observation des macrophytes aquatiques de la Loire en Région Centre – Phase 1**

En 2012, les herbiers sont localisés sur les mêmes zones qu'en 2011 mais sur une largeur moyenne beaucoup plus faible. Les herbiers sont de moindres tailles, moins denses et plus discontinus qu'en 2011 (figure 16). Beaucoup de petits herbiers d'une taille inférieure à 2m<sup>2</sup> ont été observés. La surface de recouvrement des herbiers est estimée à 29ha soit 0,5% de la surface du lit mineur potentiellement colonisable.



**Figure 16 : Herbiers de myriophylles en épis et de renoncules sur le secteur de Belleville fin-juin 2012.**

Les figures suivantes localisent sur le secteur de Belleville, les herbiers de macrophytes observés en début-juin 2011 et fin-juin 2012.

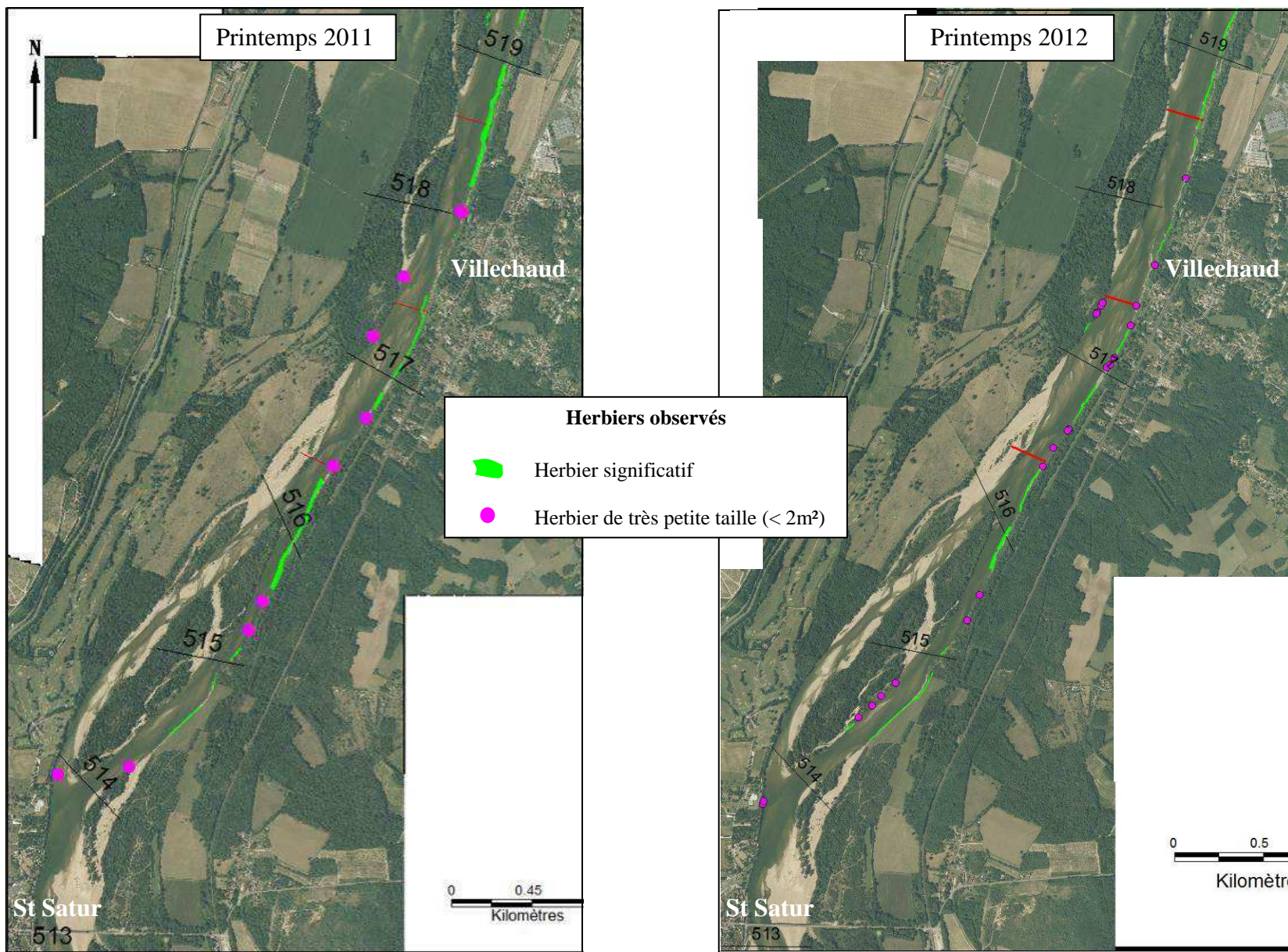


Figure 17 : Localisation des herbiers de macrophytes, « secteur de Belleville - de Saint Satur à l'amont de Cosne-Cours-sur-Loire » printemps 2011 et 2012.

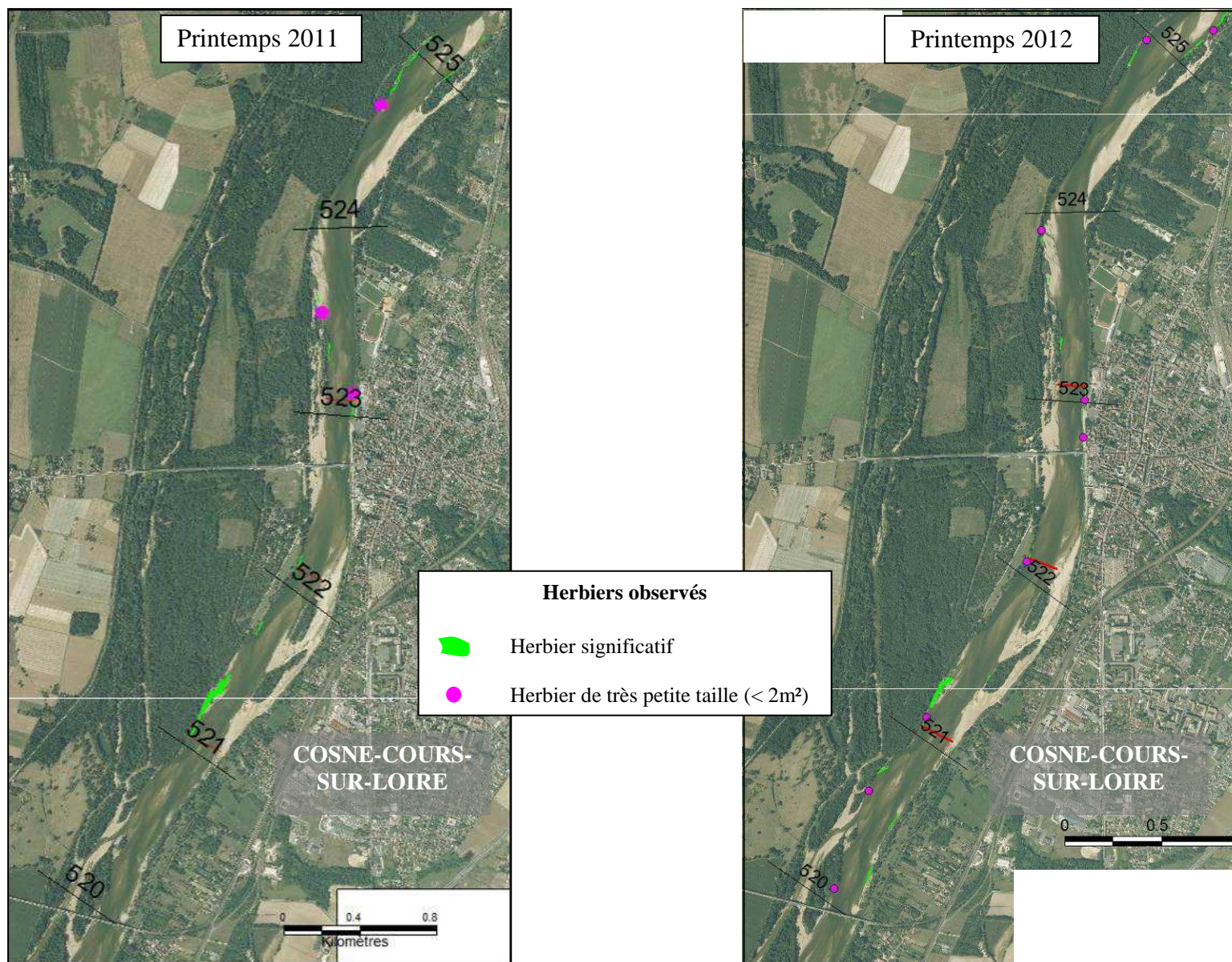


Figure 18 : Localisation des herbiers de macrophytes, « secteur de Belleville - aux abords de la commune de Cosne-Cours-sur-Loire » printemps 2011 et 2012.

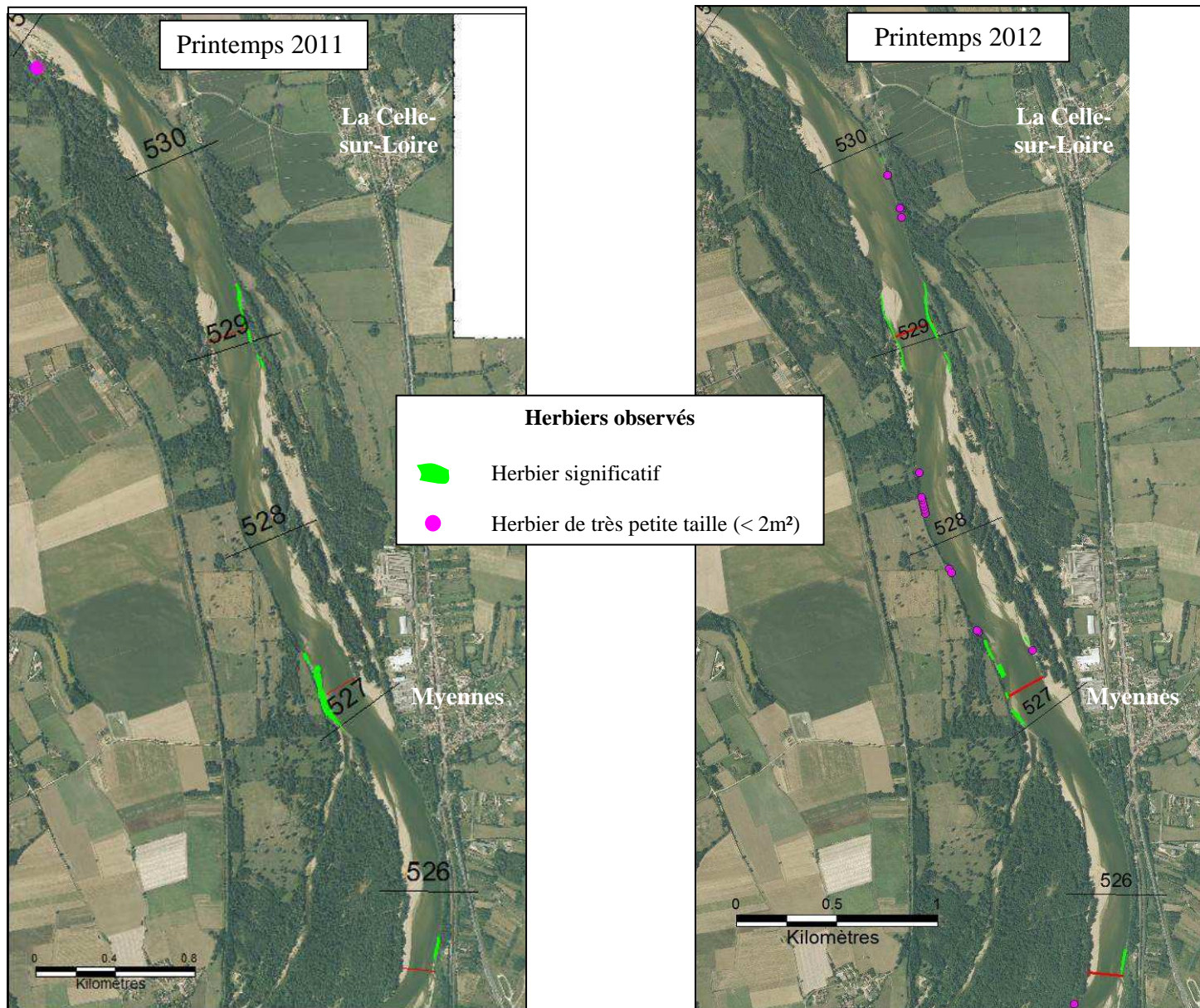


Figure 19 : Localisation des herbiers de macrophytes, «secteur de Belleville - de Myennes à La Celle-sur-Loire» printemps 2011 et 2012.

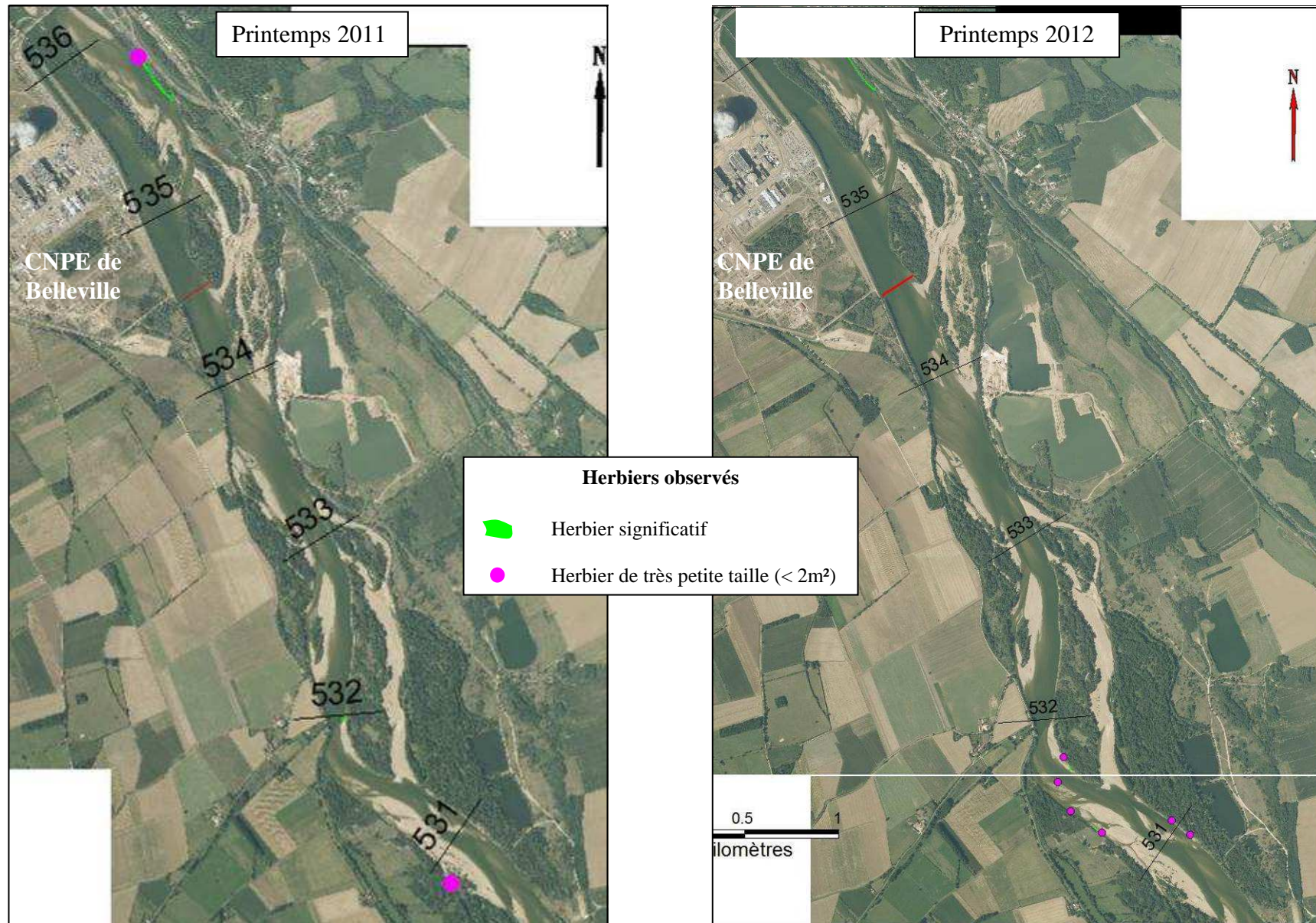


Figure 20 : Localisation des herbiers de macrophytes, «Secteur de Belleville – en aval de La Celle-sur-Loire» printemps 2011 et 2012.

#### 6.1.4. Secteur de Dampierre

Sur ce secteur de 19 km de longueur de Loire, la surface potentiellement colonisable par les macrophytes (SPCM) est d'environ 419ha. En 2011, La surface occupée par les herbiers les plus significatifs (SRH) est évaluée à 35ha soit 7 % de la SPCM (tableau 2).

Mi-mai 2011, les herbiers en majorité de renoncules flottantes, sont observés le long des deux berges, où ils sont les plus nombreux et selon une relative continuité. Les herbiers de myriophylles sont présents en abondance plus faible. D'autres herbiers de renoncules sont aussi présents dans les radiers et parfois en milieu de chenal. L'ensemble de ces herbiers est moyennement dense (figure 21).

**Tableau 2 : Surfaces estimées sur le secteur de Dampierre en 2011 et 2012.**

Secteur de Dampierre	
PK SIEL amont	554 000 m
PK SIEL aval	573 200 m
Linéaire prospecté	19.2 km
Surface SPCM	4 192 673 m <sup>2</sup>
Surface SRH mi-mai 2011	314 135 m <sup>2</sup>
Surface SRH fin-juin 2012	93 942 m <sup>2</sup>

Lors de la campagne fin-juin 2012, la surface de recouvrement par les herbiers chute à 94ha soit 2% de la surface du lit mineur potentiellement colonisable. Les herbiers persistent à proximité des berges mais leur largeur diminue fortement et ils sont beaucoup plus discontinus (figure 22). De plus, de nombreux petits herbiers (<2m<sup>2</sup>) sont observés.

Les figures 23 à 26 localisent sur le secteur de Belleville, les herbiers de macrophytes observés en mi-mai 2011 et fin-juin 2012.





Figure 21 : Herbiers présents mi-mai 2011 sur le secteur de Dampierre.



Figure 22 : Herbiers présents fin-juin 2012 sur le secteur de Dampierre.

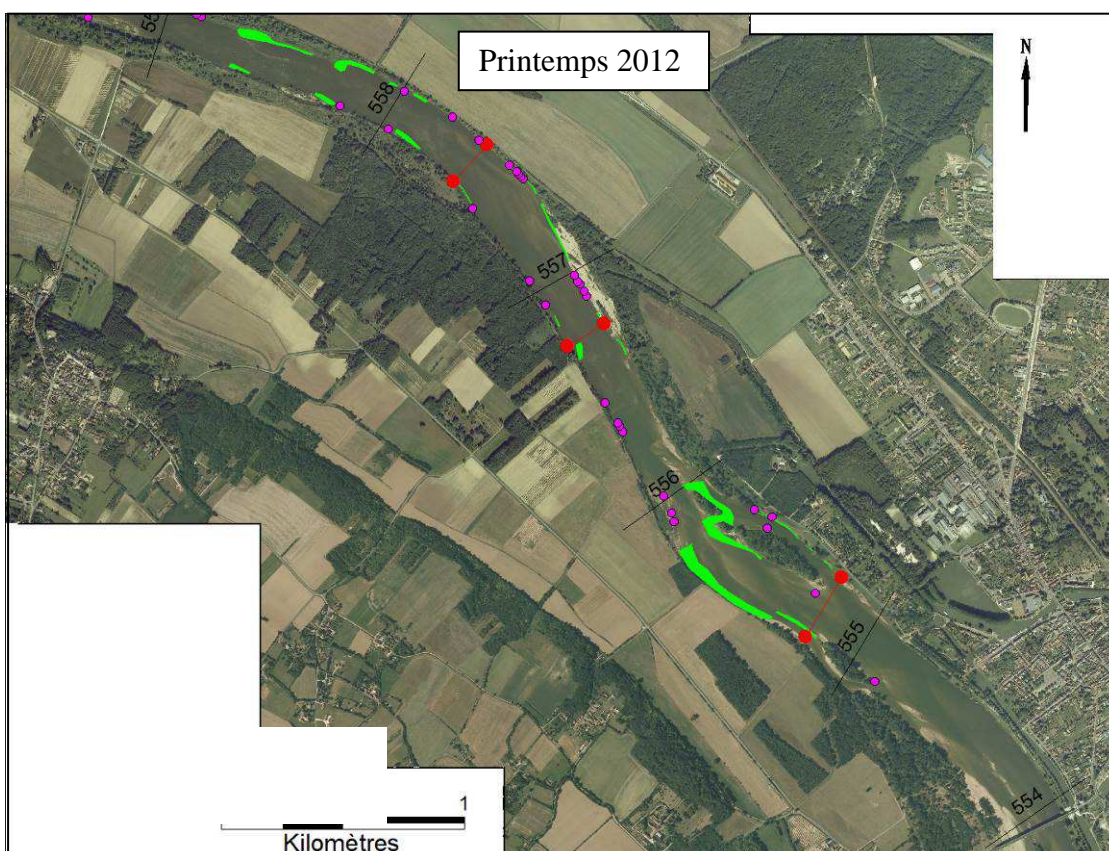
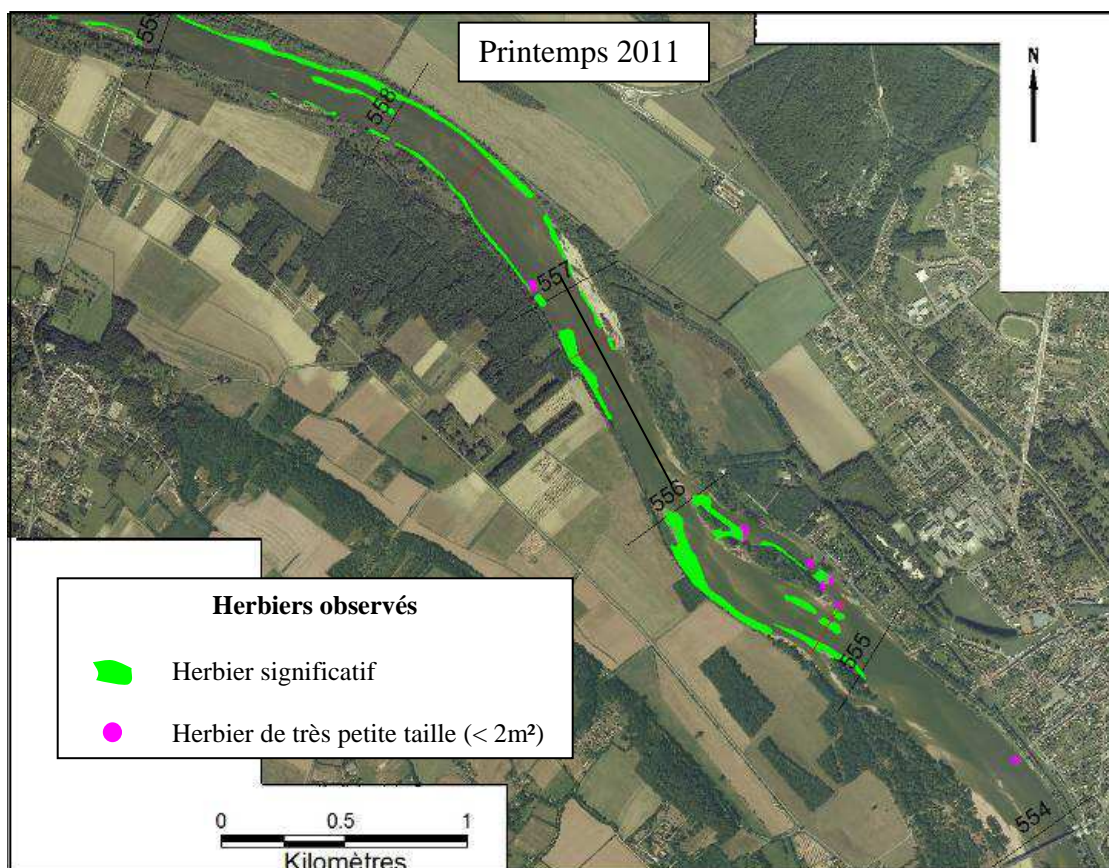


Figure 23 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Dampierre – section entre les communes de Briare et la Petite Thiau » printemps 2011 et 2012.

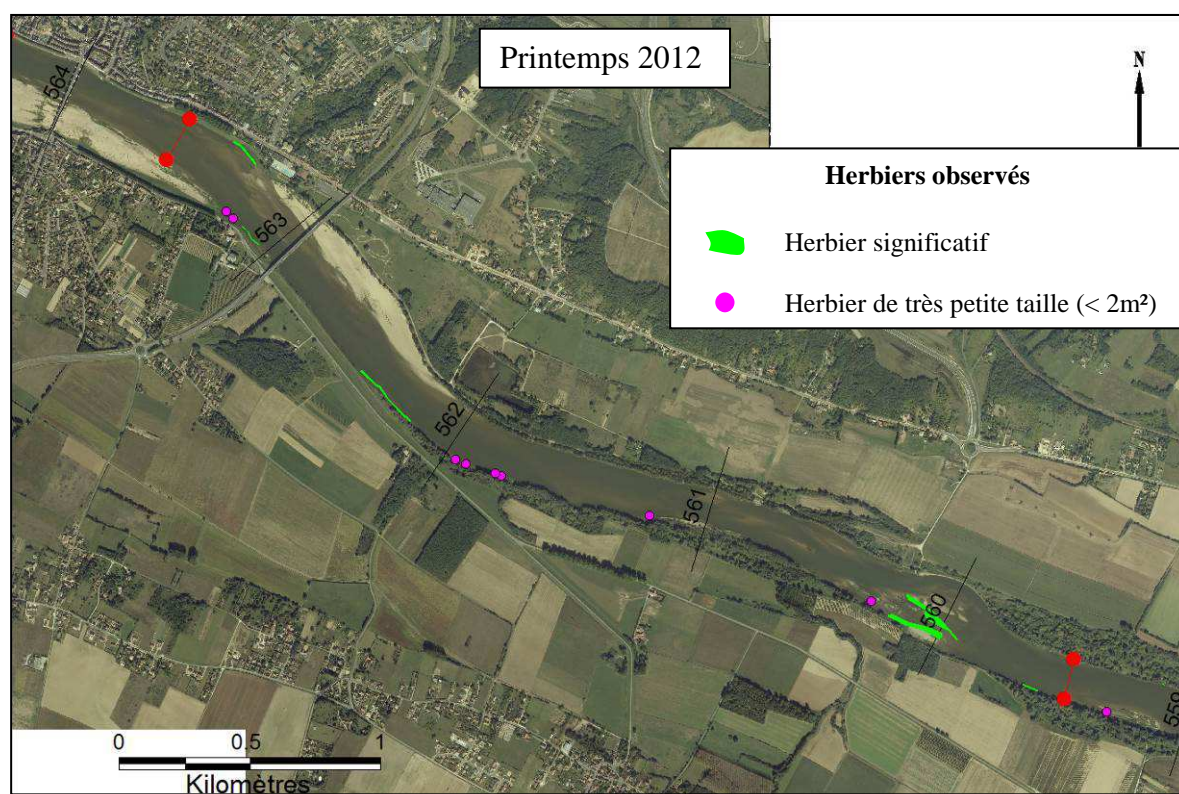
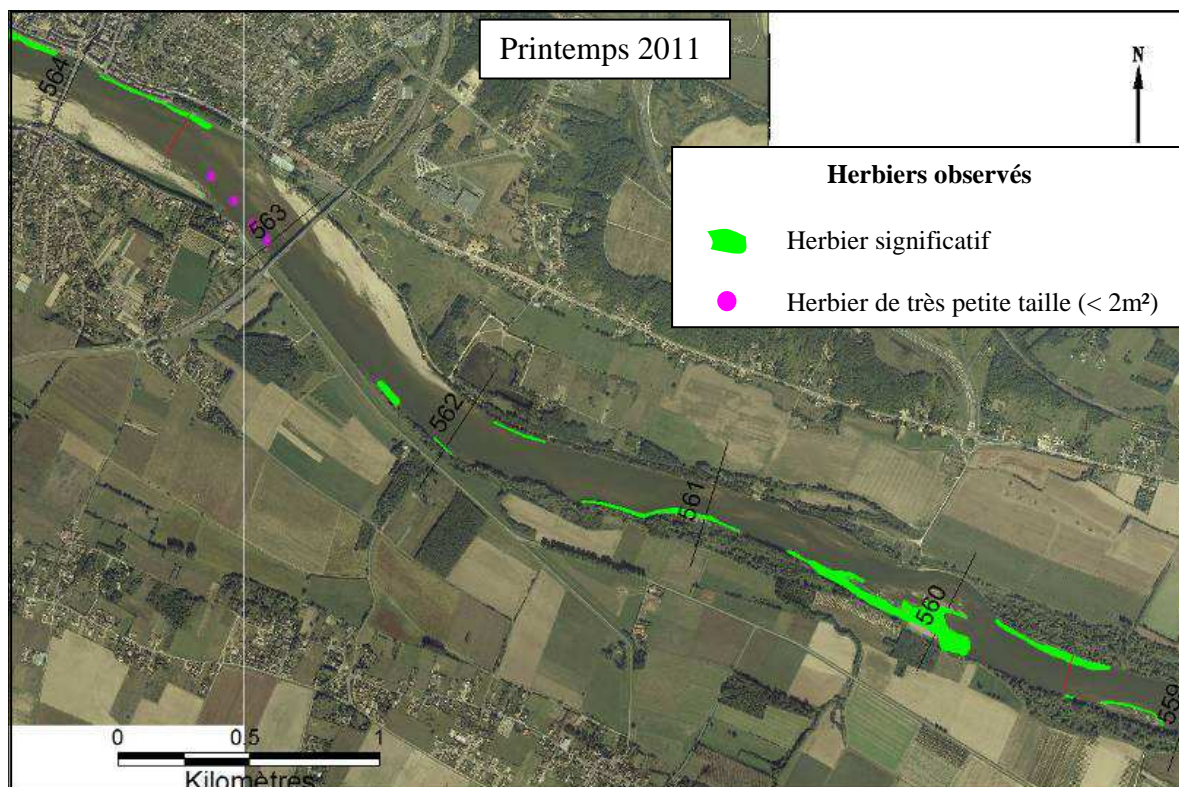


Figure 24 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Dampierre – section en amont du pont de Gien » printemps 2011 et 2012.

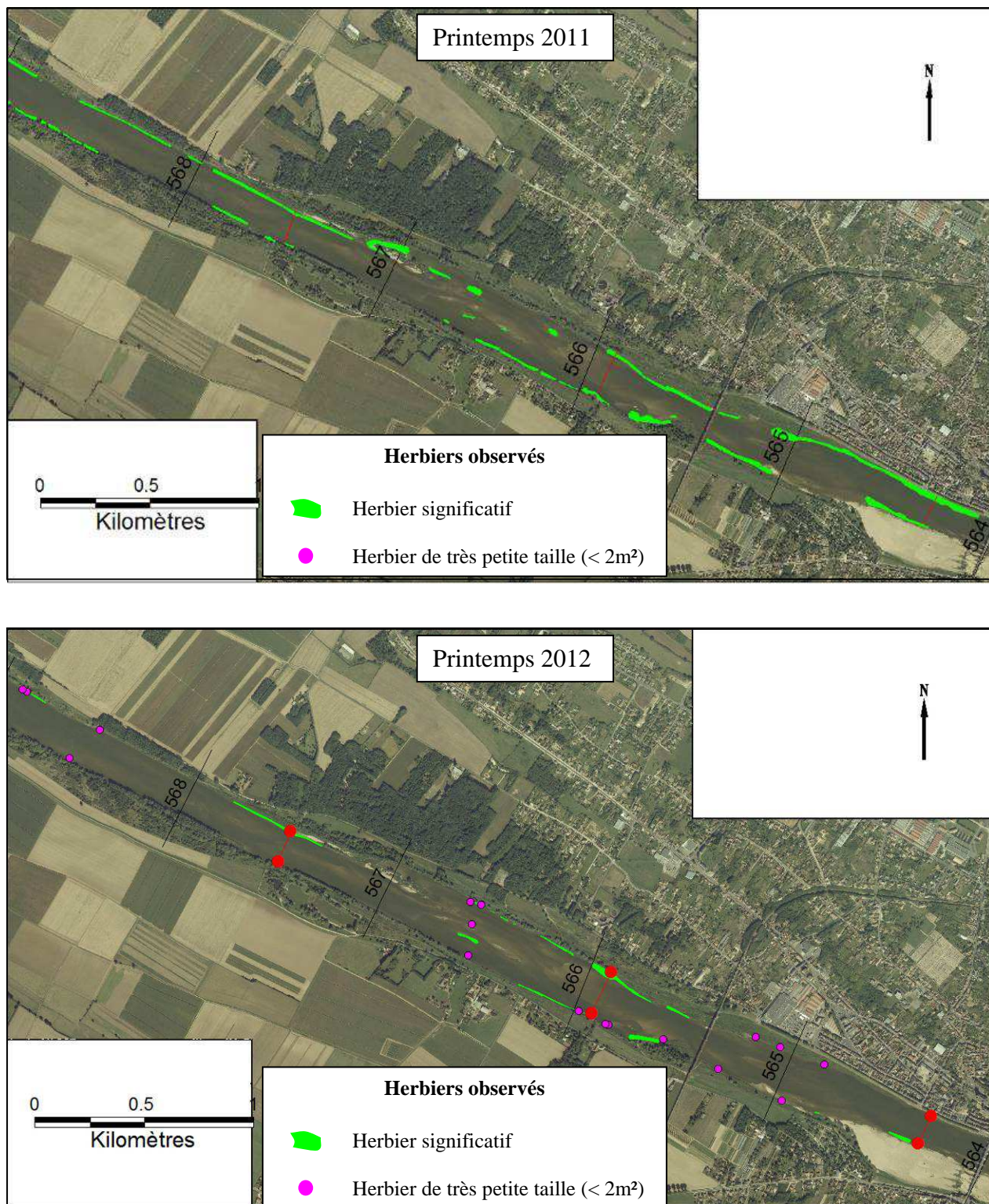


Figure 25 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Dampierre – section en aval du pont de Gien » printemps 2011 et 2012.

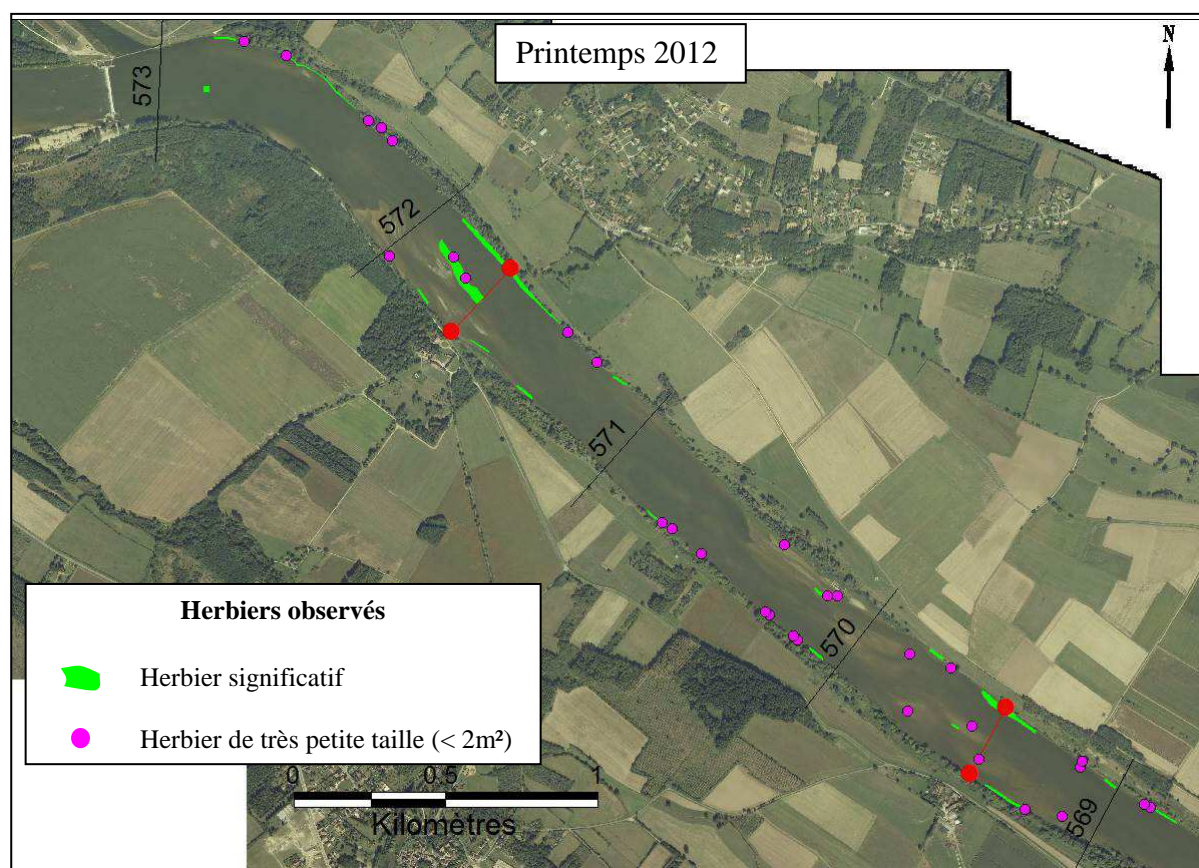
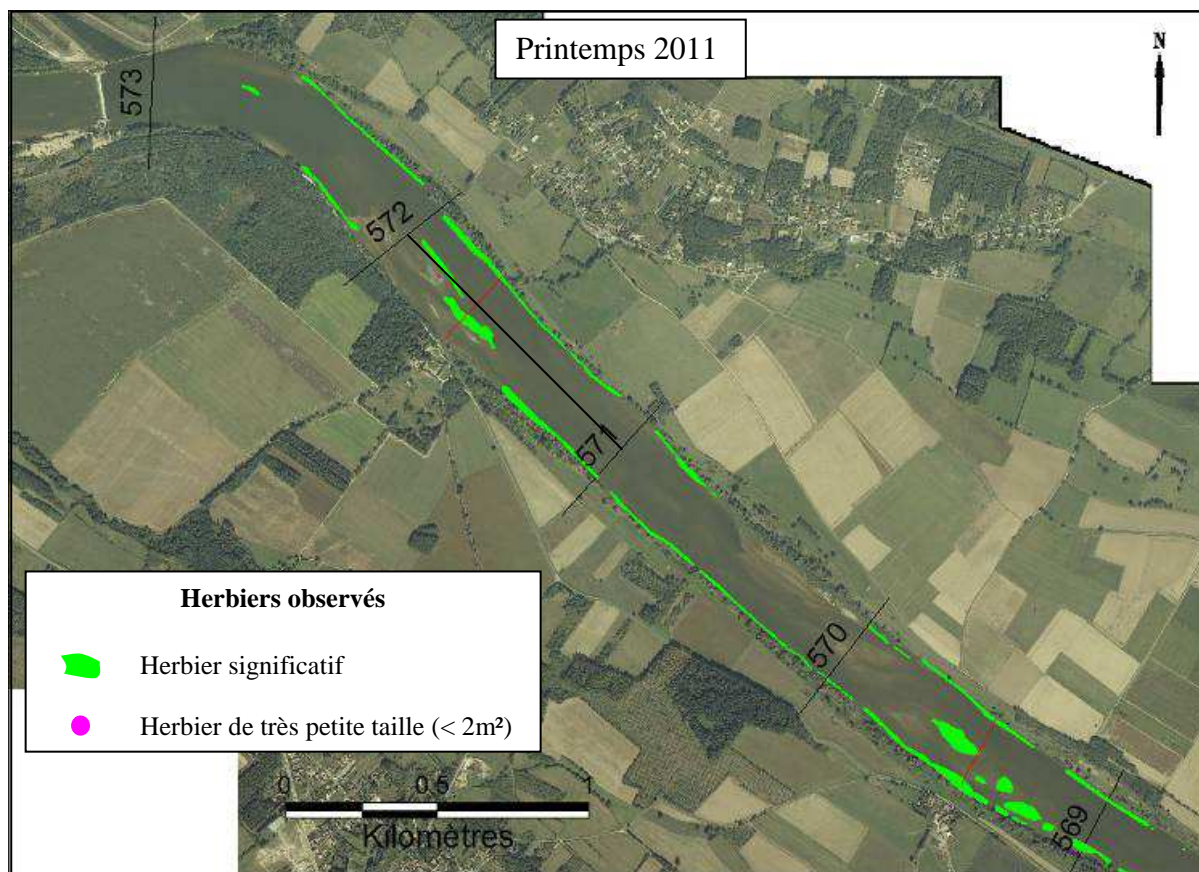


Figure 26 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Dampierre – section en amont du CNPE de Dampierre » printemps 2011 et 2012.

### 6.1.5. Secteur de St Laurent amont

Sur ce secteur de 31 km de longueur de Loire, la surface occupée par les herbiers les plus significatifs, essentiellement de renoncules flottantes fleuries est évaluée à 748ha soit 9,6 % de la SPCM (tableau 3). Les herbiers de renoncules sont très abondants et très denses sur ce secteur et principalement entre Orléans et Meung-sur-Loire. Ils sont localisés sur l’ensemble du lit mineur à la différence des autres secteurs (figures 27 et 28). En 2012, l’abondance d’herbiers chute brutalement, les herbiers sont quasiment absents sur le secteur, 23ha, soit 0,3% de la surface du lit mineur potentiellement colonisable. La figure 29 présente deux sites photographiés en 2011 et 2012. Les figures 30 à 35 localisent sur le secteur de St Laurent amont, les herbiers de macrophytes observés en juin 2011 et début-juillet 2012.

**Tableau 3 : Surfaces estimées sur le secteur de Saint-Laurent amont en 2011 et 2012.**

Site de Saint Laurent	
PK SIEL amont	640 500 m
PK SIEL aval	671 500 m
Linéaire prospecté	31 km
Surface SPCM	7 817 793 m <sup>2</sup>
Surface SRH début juin 2011	748 168 m <sup>2</sup>
Surface SRH début-juillet 2012	22 653 m <sup>2</sup>



**Figure 27 : Herbier de renoncules fleuries sur le secteur de St Laurent amont aux abords de Meung-sur-Loire en juin 2011.**



Figure 28 : Autres herbiers de renoules fleuries sur le secteur de St Laurent amont en juin 2011.



Figure 29 : Comparaison des herbiers sur deux sites en 2011 et 2012 du secteur de St Laurent amont.



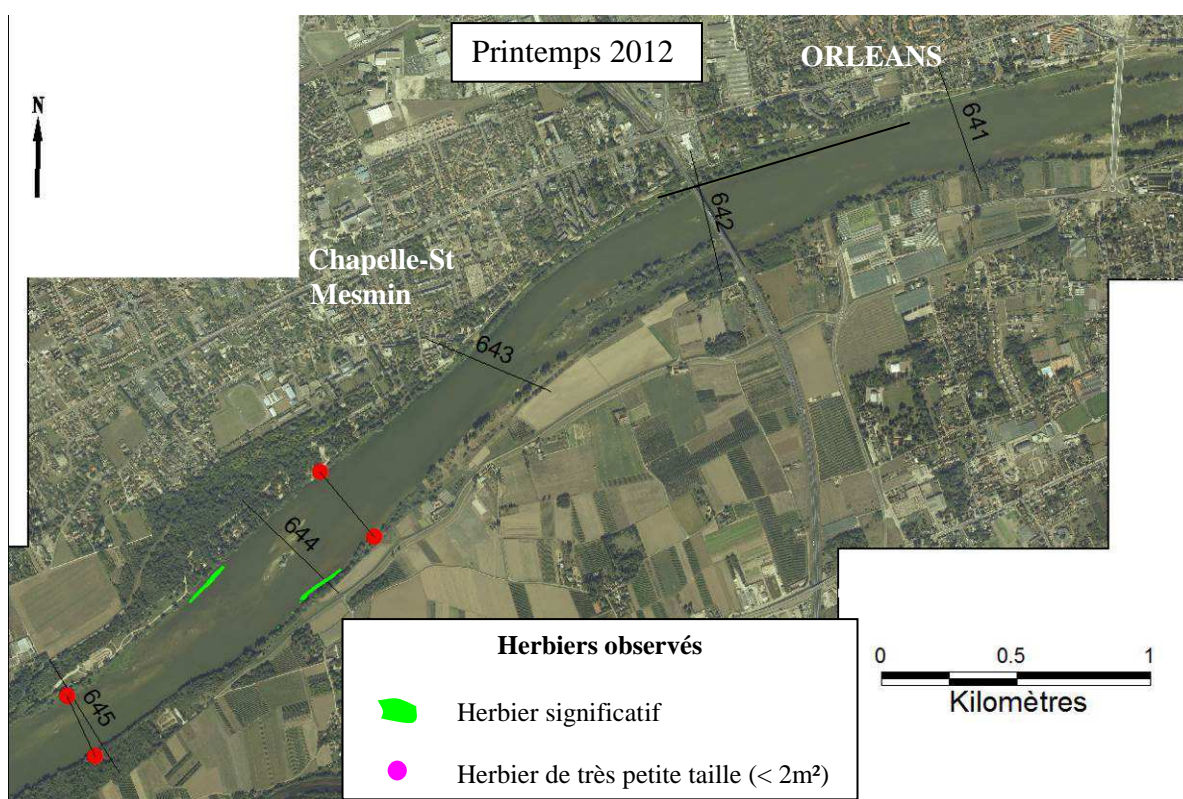
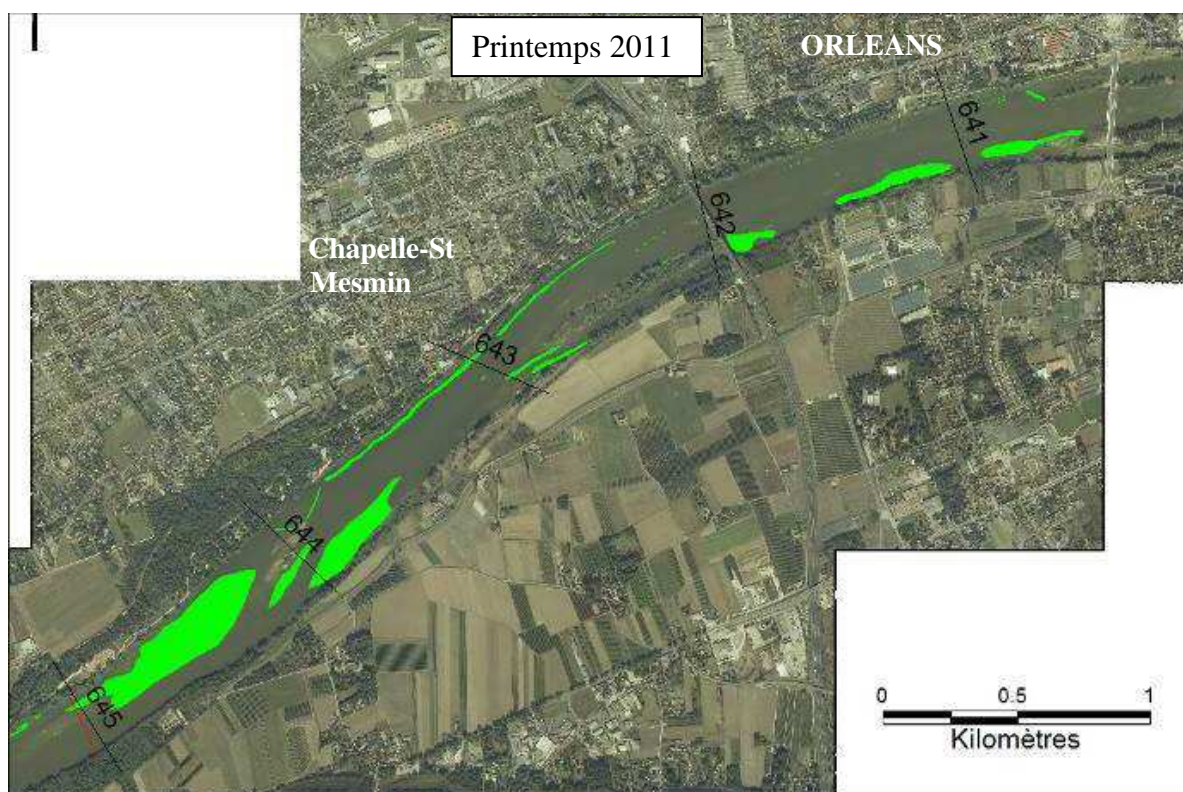


Figure 30 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section entre les communes d’Orléans et de La Chapelle-St-Mesmin » printemps 2011 et 2012.

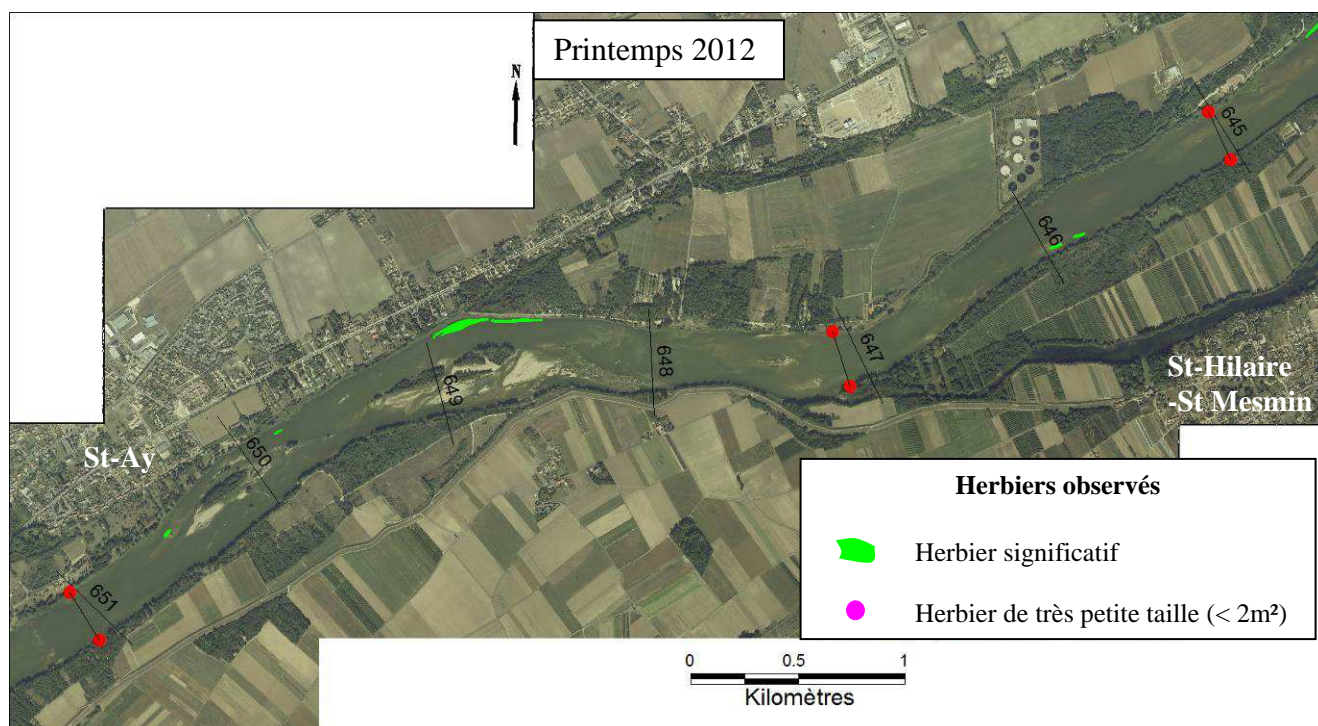
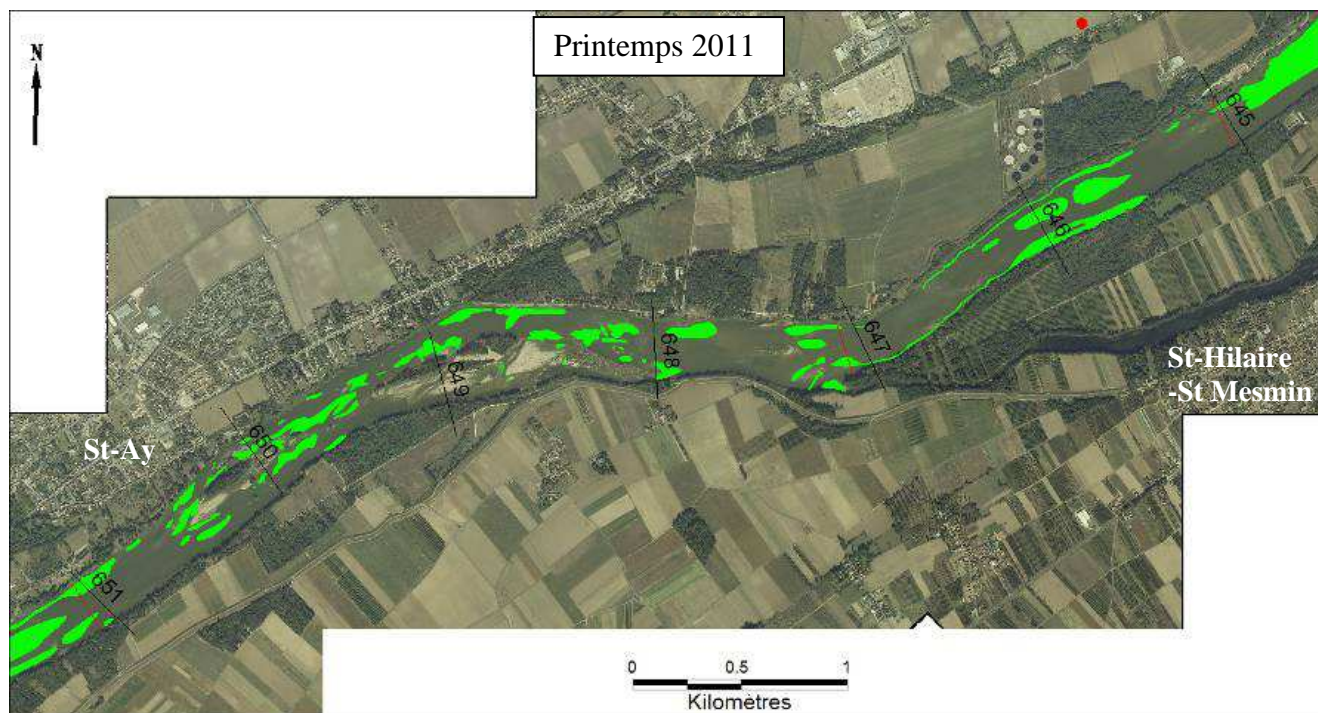


Figure 31 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section entre les communes de La-Chapelle-St-Mesmin et St-Ay » printemps 2011 et 2012.

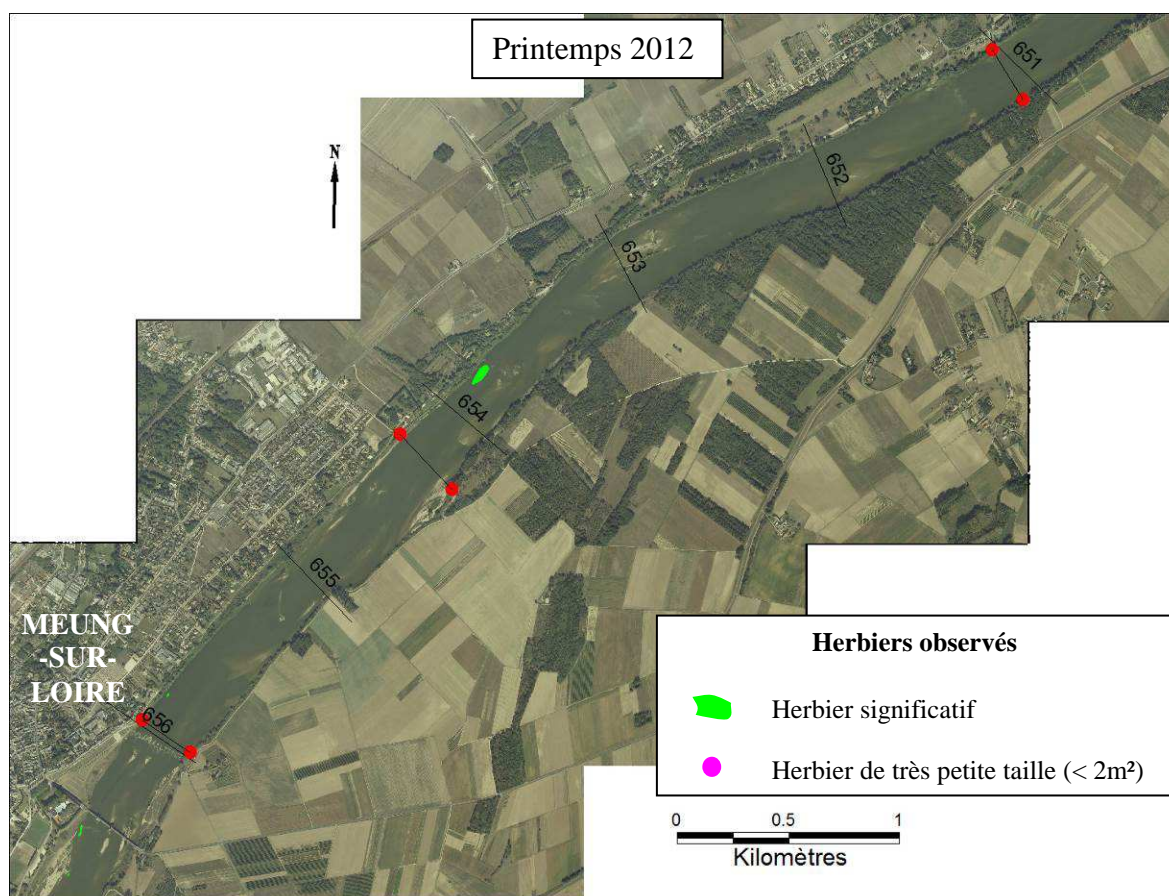
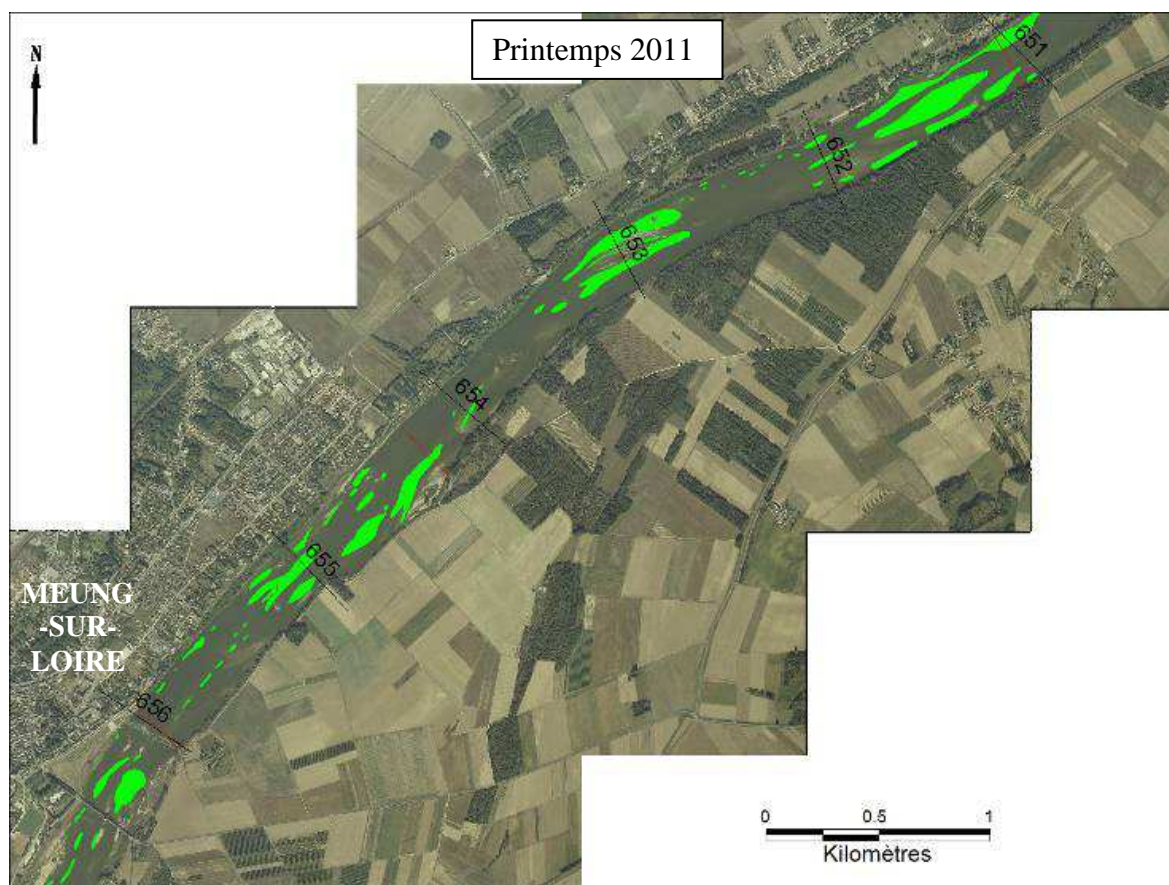


Figure 32 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section entre les communes de St-Ay et de Meung-sur-Loire » printemps 2011 et 2012.

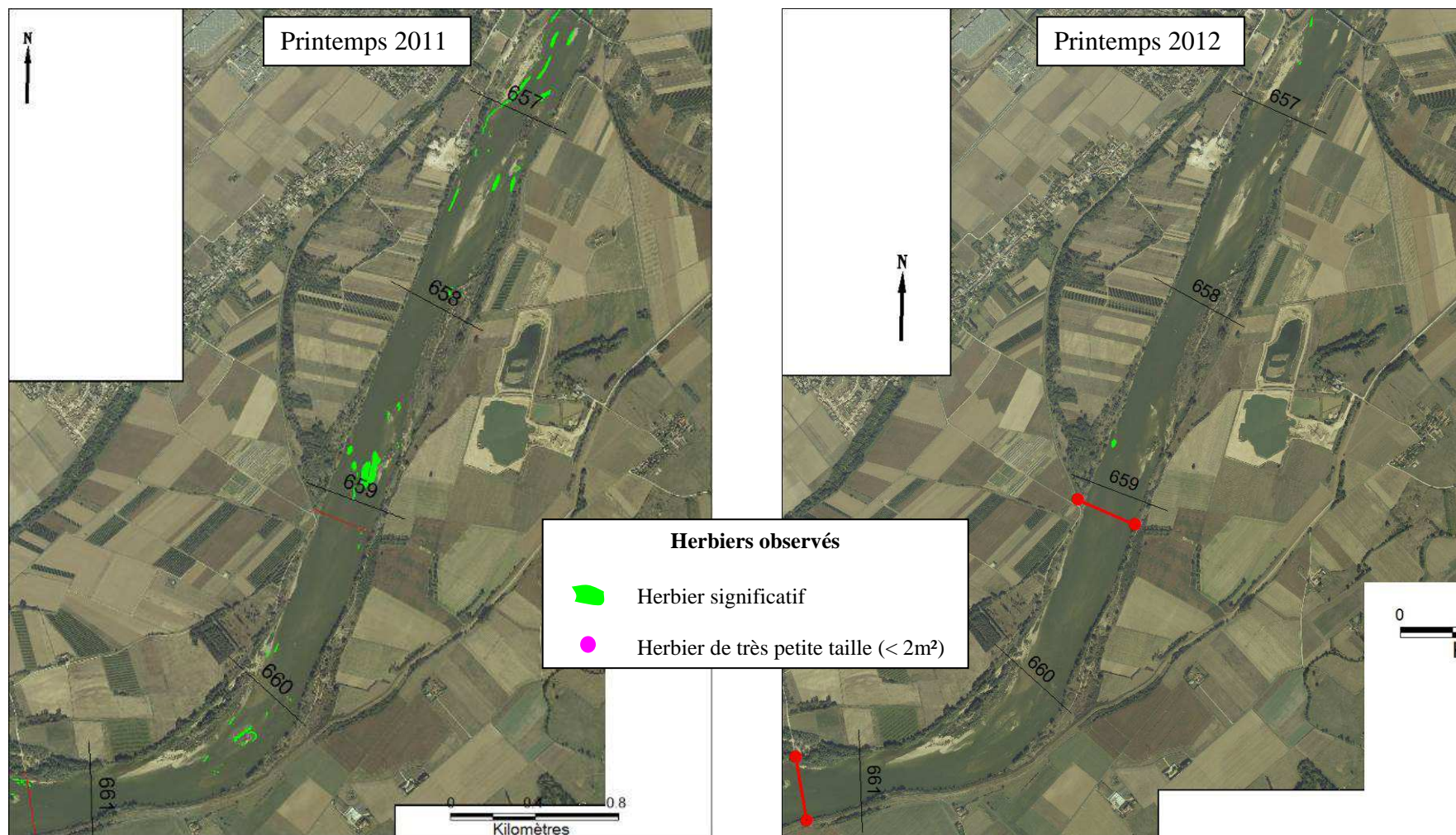


Figure 33 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section entre la commune de Meung-sur-Loire et l’amont de Beaugency » printemps 2011 et 2012.

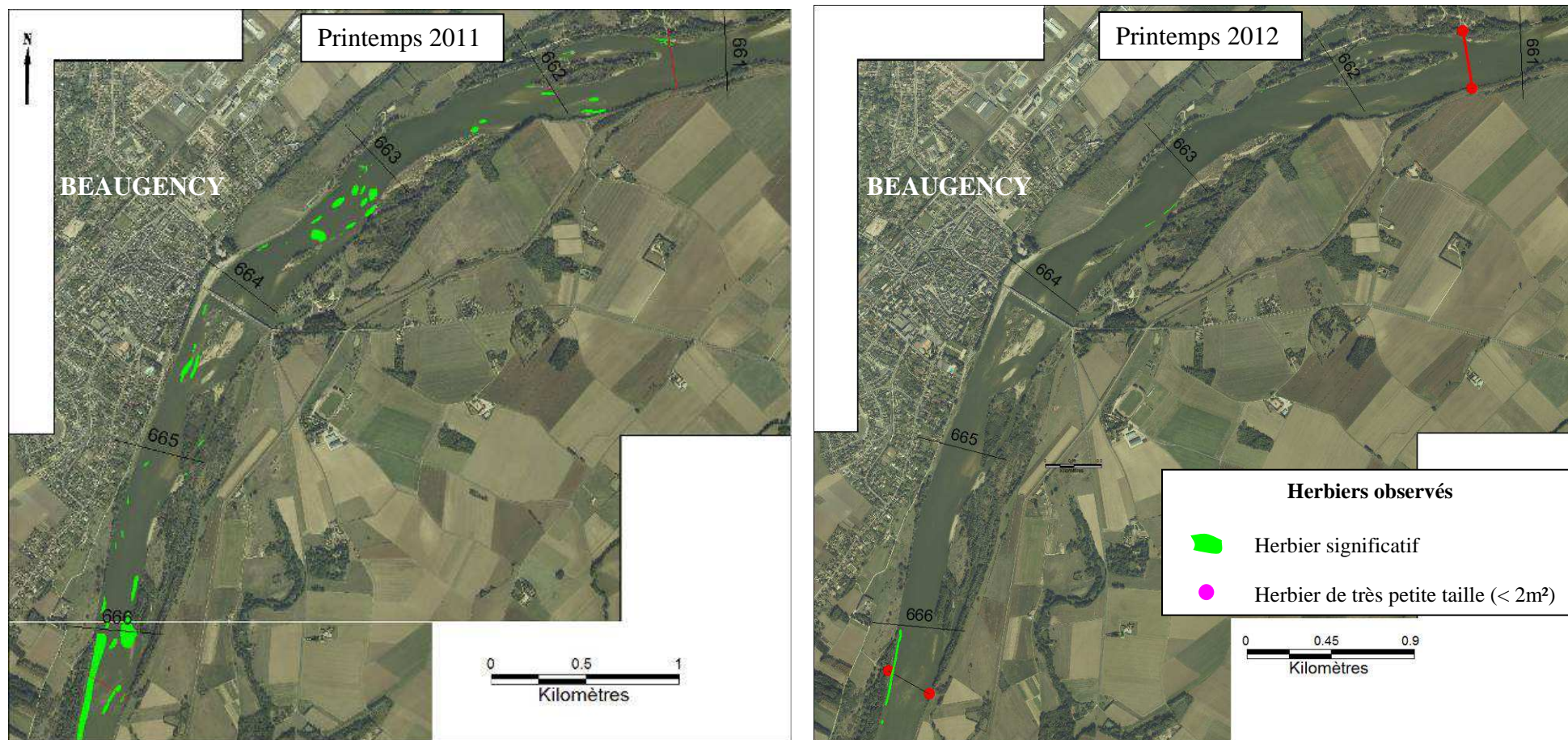


Figure 34 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section aux abords de Beaugency » printemps 2011 et 2012.

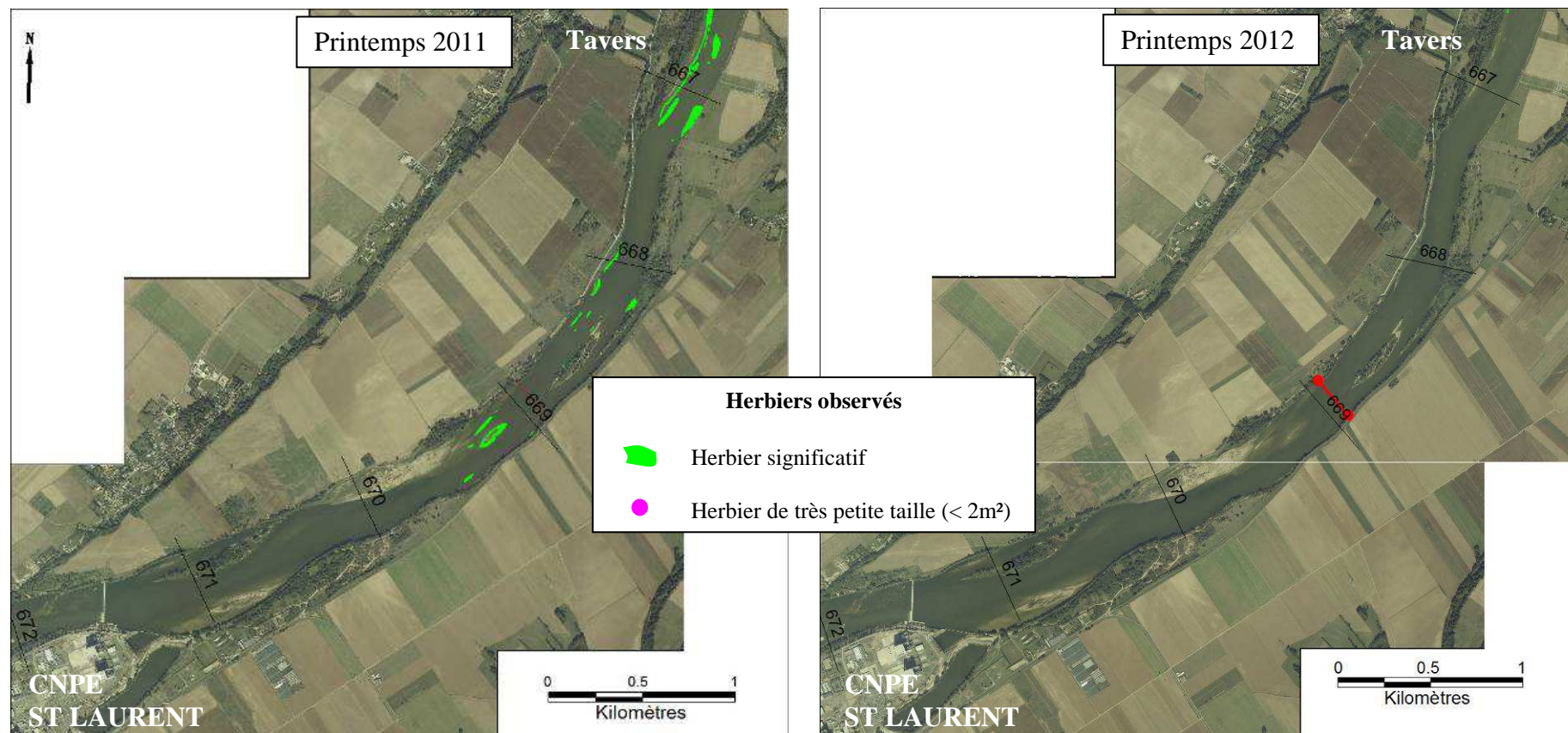


Figure 35 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section de la commune de Tavers au CNPE de Saint-Laurent » printemps 2011 et 2012.

### 6.1.6. Secteur de St Laurent aval

Ce secteur a fait l'objet d'investigations seulement en 2012 afin d'observer un secteur en aval d'un des Centres Nucléaires de Production d'Electricité.

Sur les 11km du secteur de St Laurent aval, la surface totale d'herbiers (SRH) est estimée en juin 2012 à environ 99ha (SHR) soit 4% de la surface du lit mineur potentiellement colonisable par les macrophytes (SPCM) (tableau 4). Les herbiers en majorité de renoncules flottantes sont présents sur l'ensemble du lit entre le Cavereau et l'aval de Muides-sur-Loire (figures 36 et 37).

**Tableau 4 : Surfaces estimées sur le secteur de St Laurent aval 2012.**

Secteur de St Laurent aval (juin)	
PK SIEL amont	671 500 m
PK SIEL aval	683 000 m
Linéaire prospecté	11 km
Surface SPCM	2 546 227 m <sup>2</sup>
Surface SRH 2012	99 632 m <sup>2</sup>



© Nina Richard

**Figure 36 : Herbier de renoncules flottantes fleuries, situé en milieu de chenal, sur le secteur de St Laurent aval en juin 2012.**



Figure 37 : Herbier de renoncules flottantes fleuries, situé à proximité de la rive droite, sur le secteur de St Laurent aval en juin 2012.

Les figures 38 à 40 localisent sur le secteur de St Laurent aval, les herbiers de macrophytes observés en fin-juin 2012.

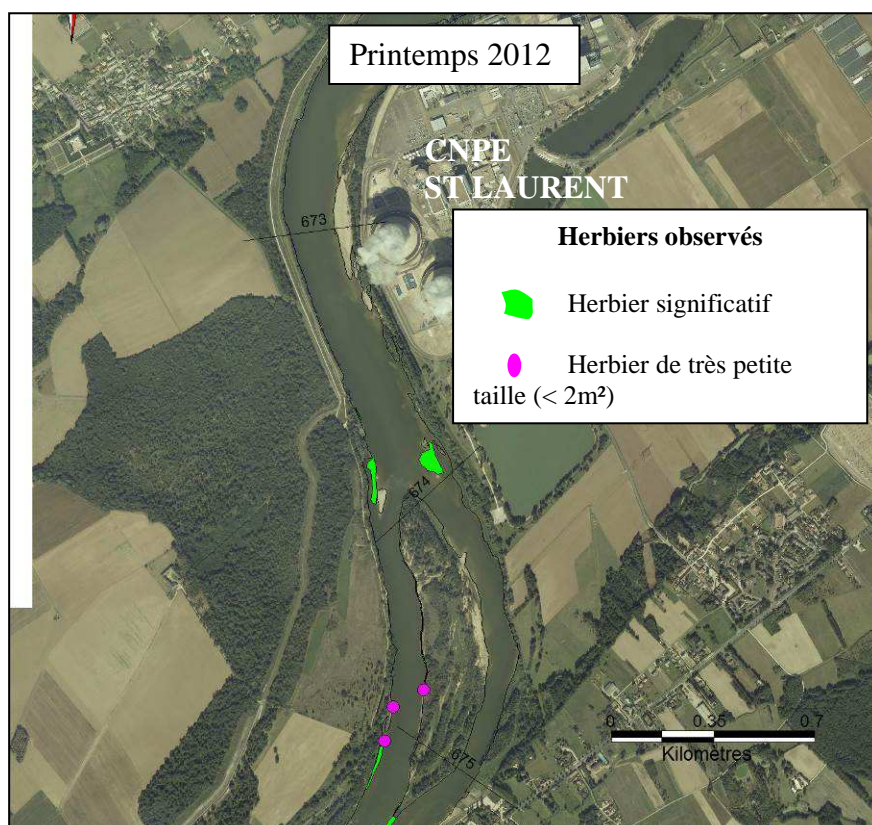


Figure 38 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent aval – section entre le CNPE de St Laurent et le Cavereau » printemps 2012.



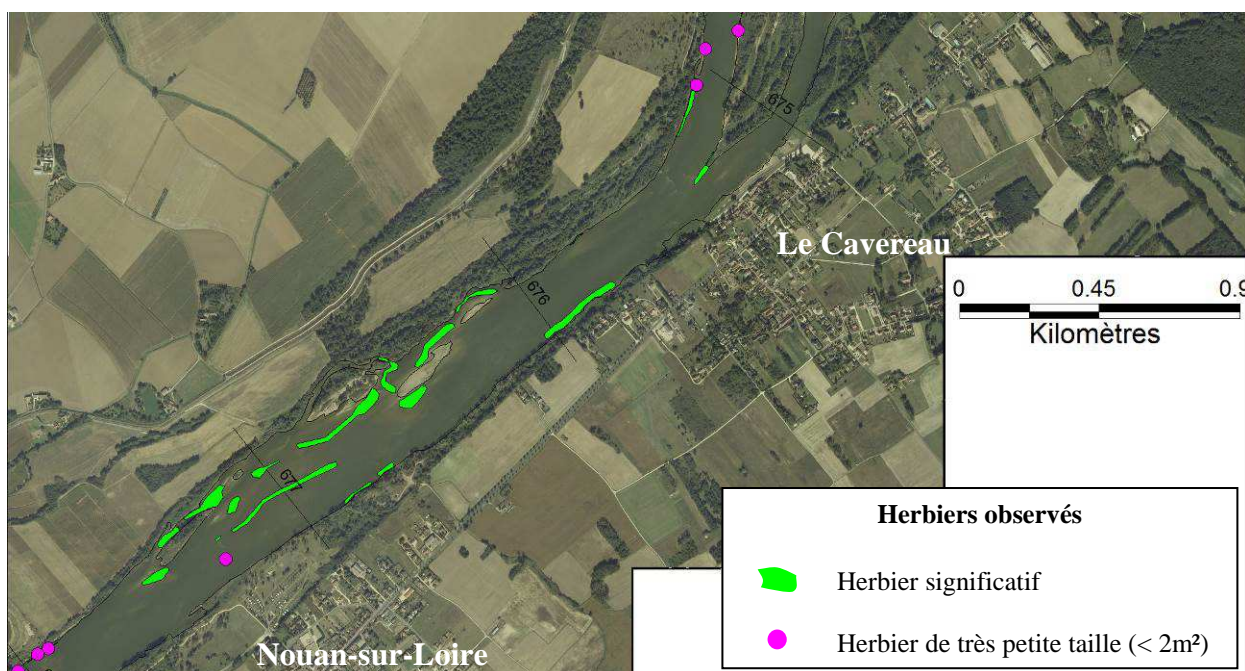


Figure 39 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent aval – section entre les communes le Cavereau et Nouan-sur-Loire » printemps 2012.

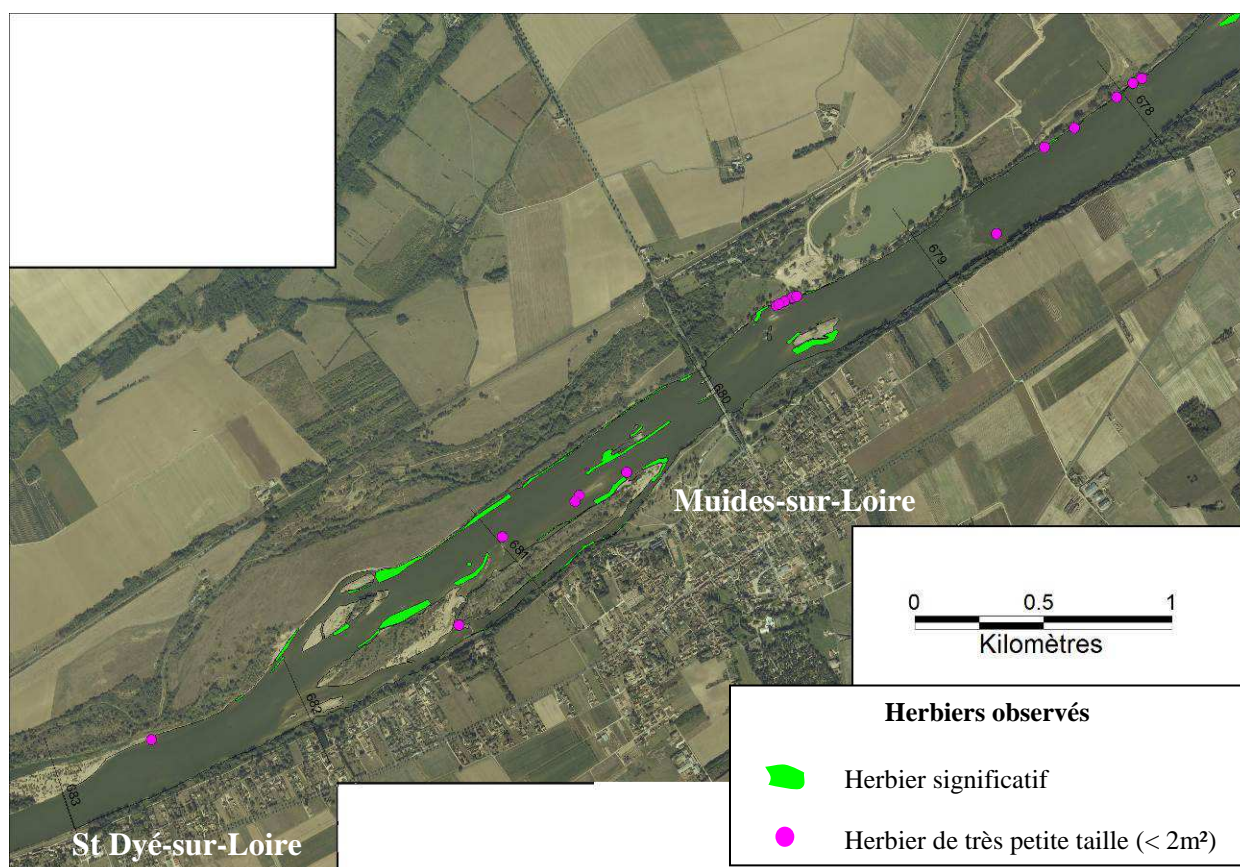


Figure 40 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent aval – section aux abords des communes de Muides-sur-Loire et st-Dyé-sur-Loire » printemps 2012.

### 6.1.7. Secteur de Chinon

Sur le secteur de Chinon (21 km), les herbiers sont peu présents en mai 2011, d’une surface totale de 35ha soit 0,5 % de la surface de lit mineur potentiellement colonisable par les macrophytes (tableau 5 et figure 41). Mi-juin 2012, les herbiers sont quasiment absents sur le secteur, 0,3ha soit 0,004% de la SPCM. Ce secteur est le moins colonisé par les macrophytes lors des deux années.

**Tableau 5 : Surfaces estimées sur le secteur de Chinon en 2011 et 2012.**

Secteur de Chinon	
PK SIEL amont	782 000 m
PK SIEL aval	803 000 m
Linéaire prospecté	21 km
Surface SPCM	6 765 797 m <sup>2</sup>
Surface SRH mi-mai 2011	35 112 m <sup>2</sup>
Surface SRH mi-juin 2012	2 912 m <sup>2</sup>



**Figure 41 : Herbiers de macrophytes sur le secteur de Chinon mi-mai 2011.**

Les figures 42 à 45 localisent, sur le secteur de Chinon, les herbiers de macrophytes observés mi-mai 2011 et fin-juin 2012.

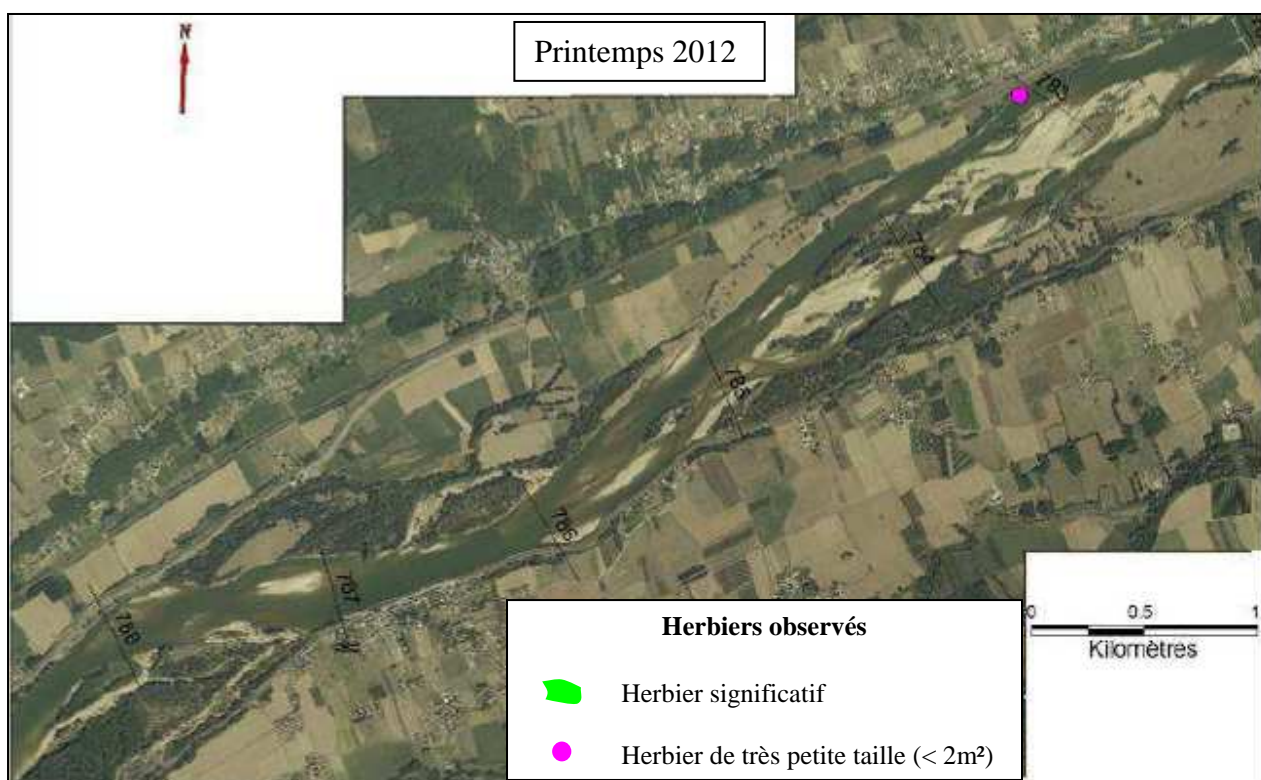
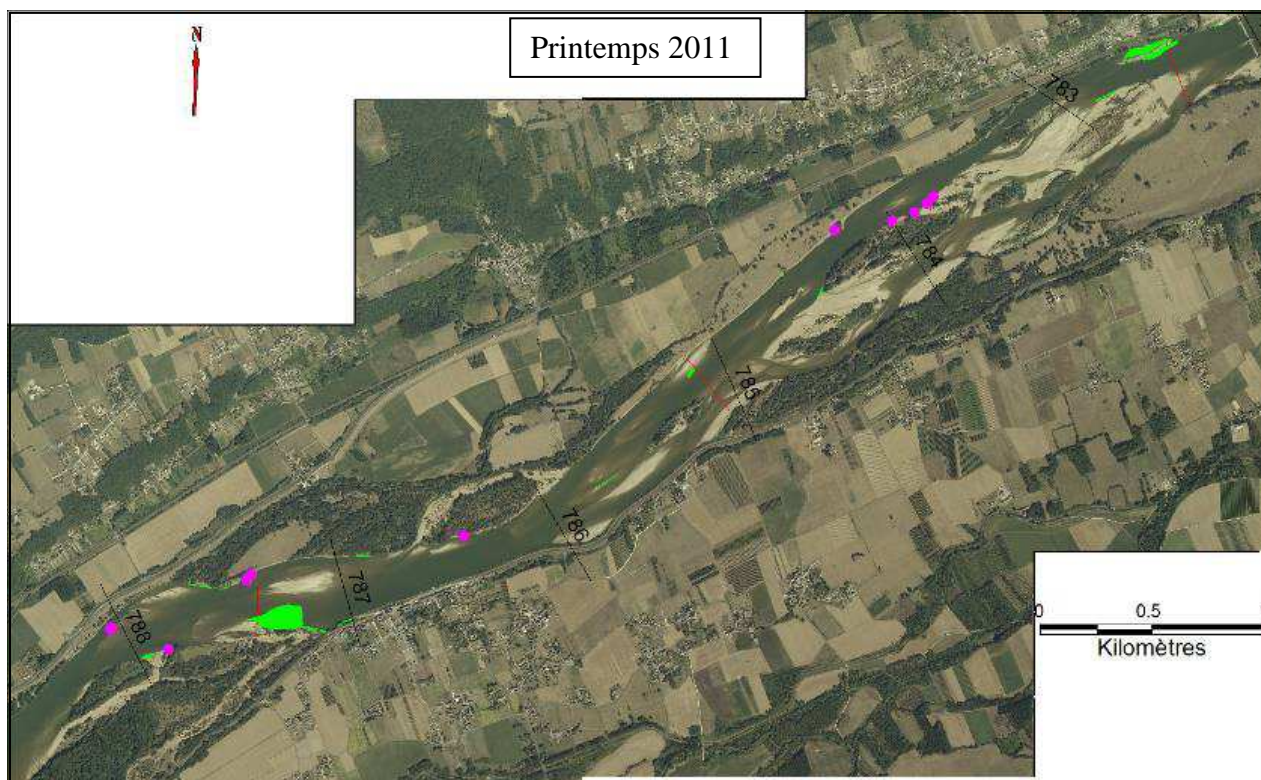


Figure 42 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Chinon – section entre les communes de Langeais et de Bréhémont » printemps 2011 et 2012.

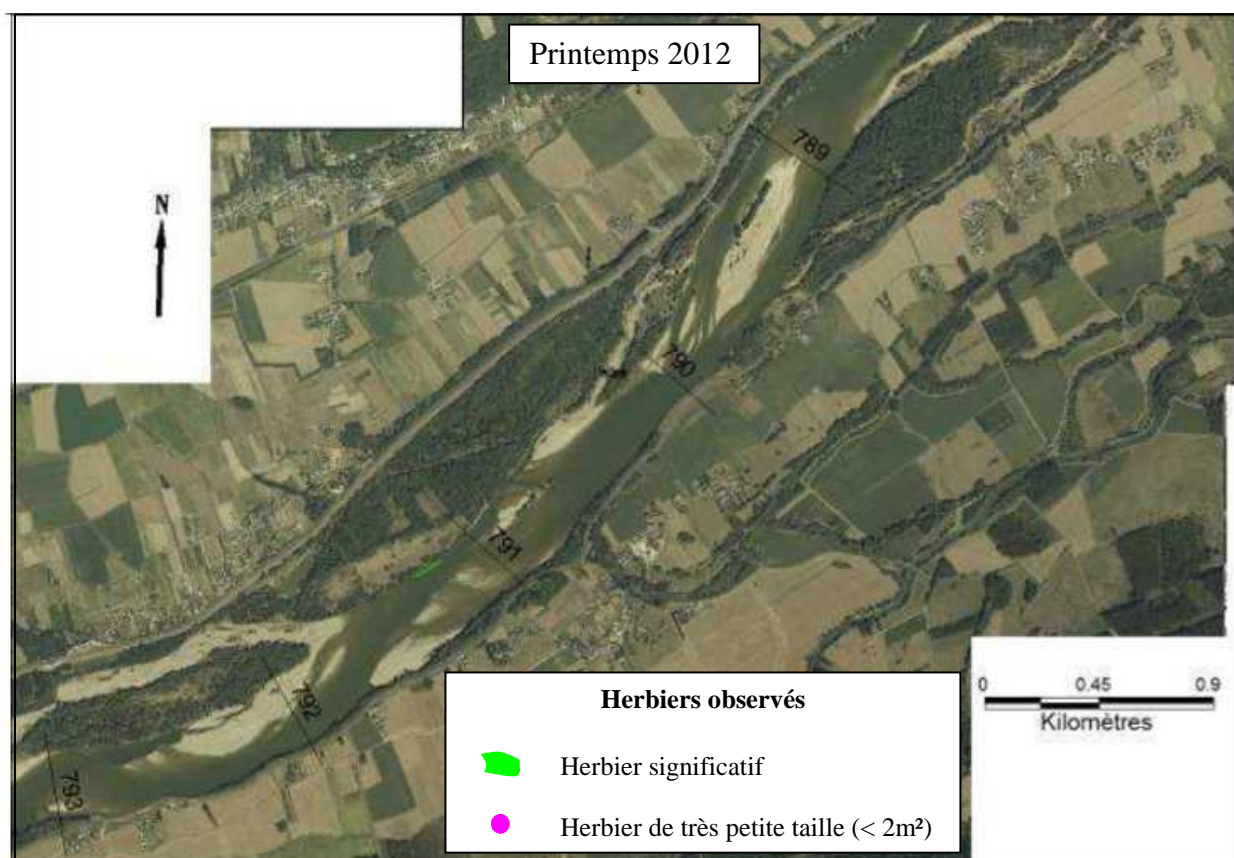
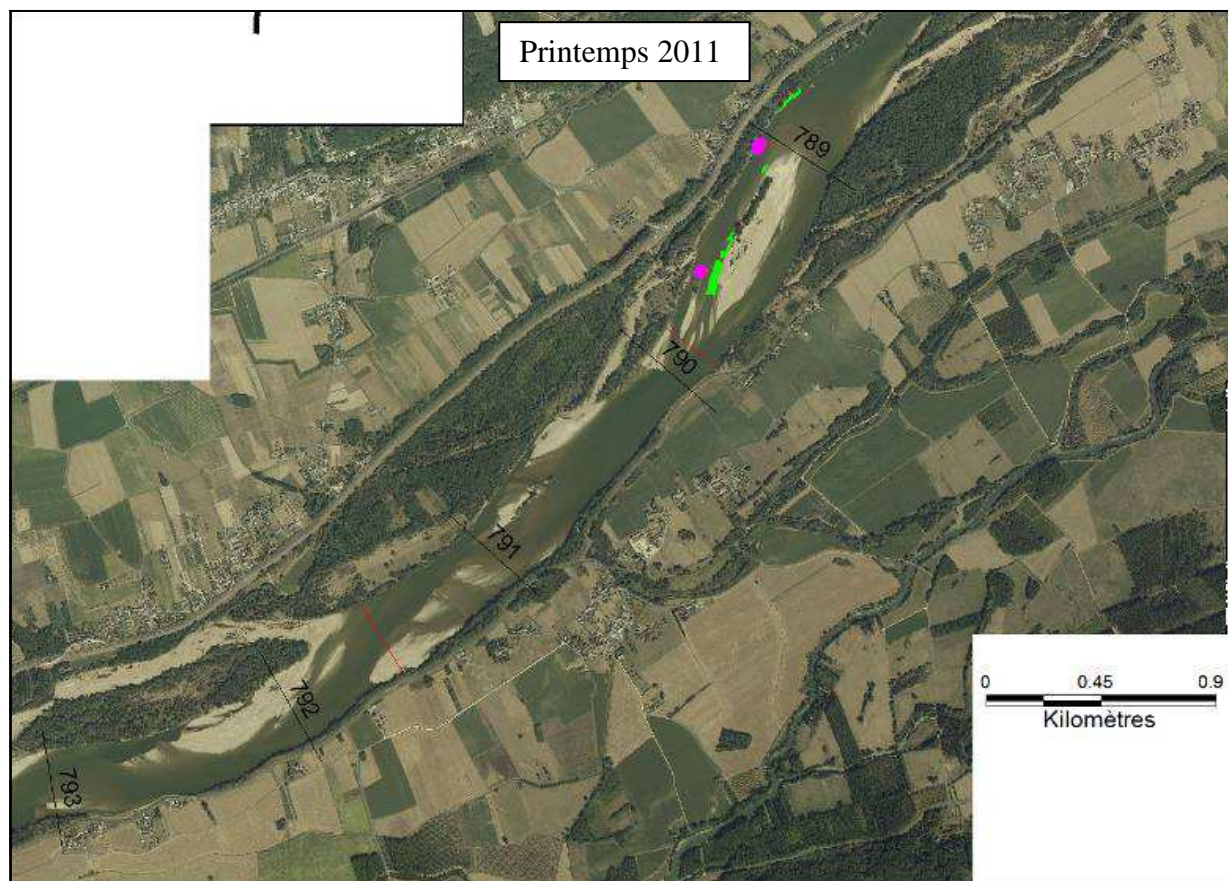


Figure 43 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Chinon – section en aval de Bréhémont aux abords de Rupuanne » printemps 2011 et 2012.

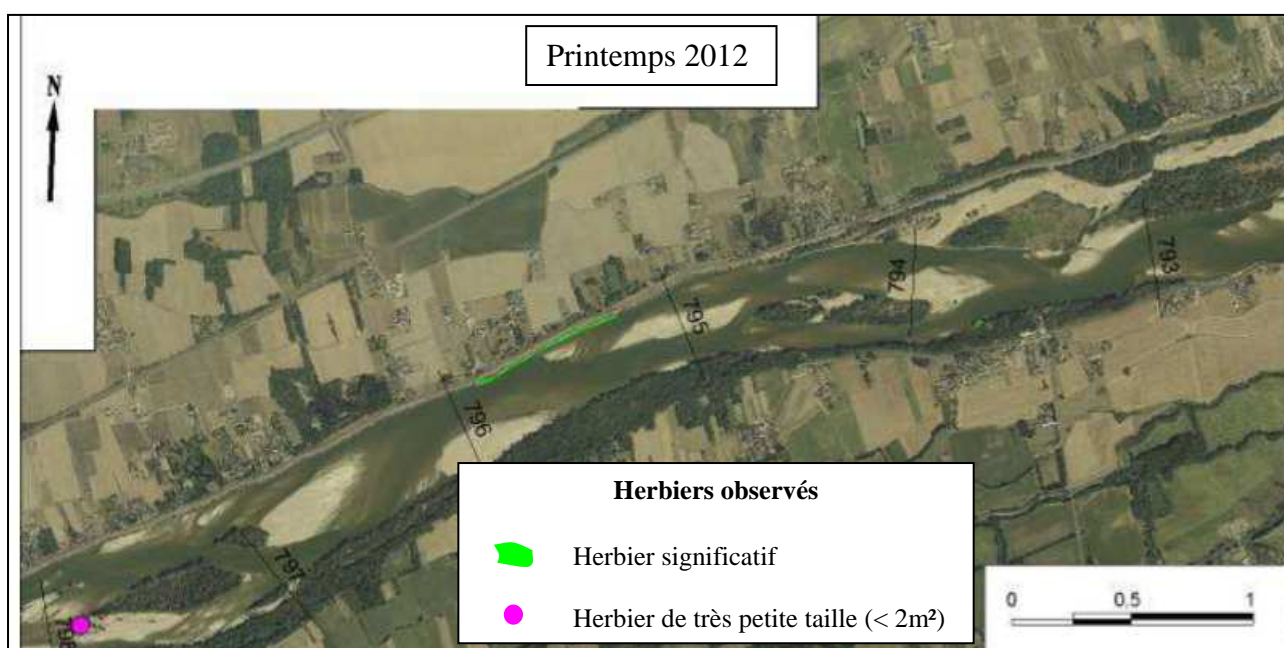
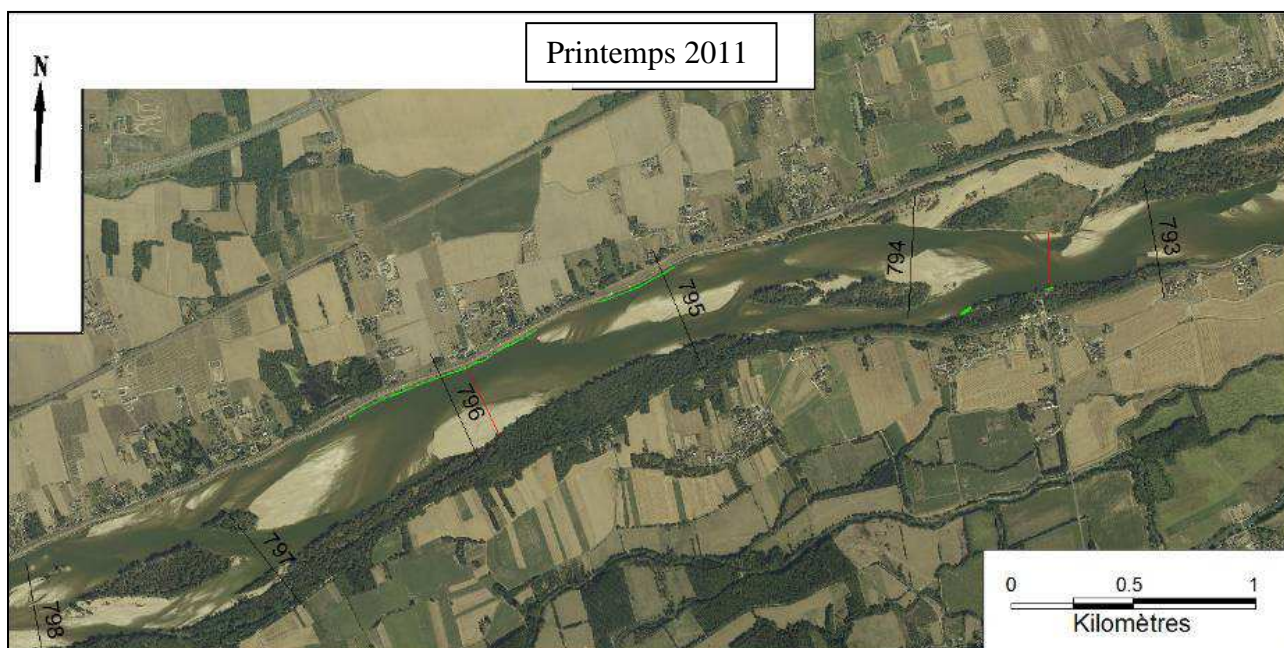


Figure 44 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Chinon – section entre Les Trois Volets et l’Ile St-Martin » printemps 2011 et 2012.

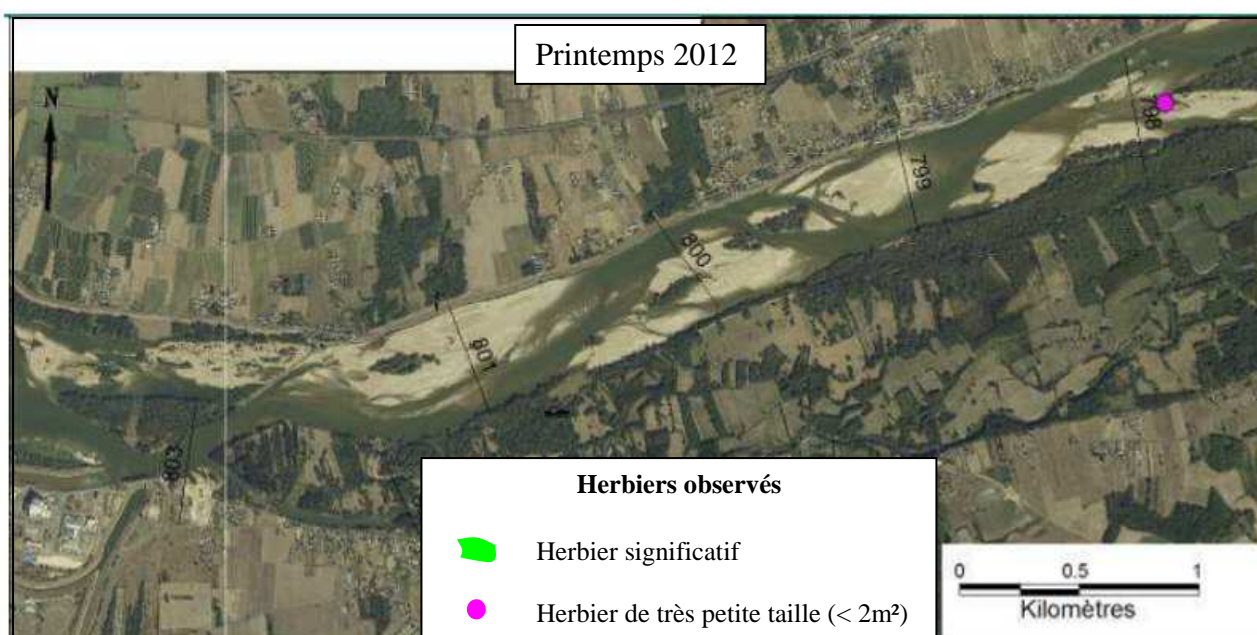
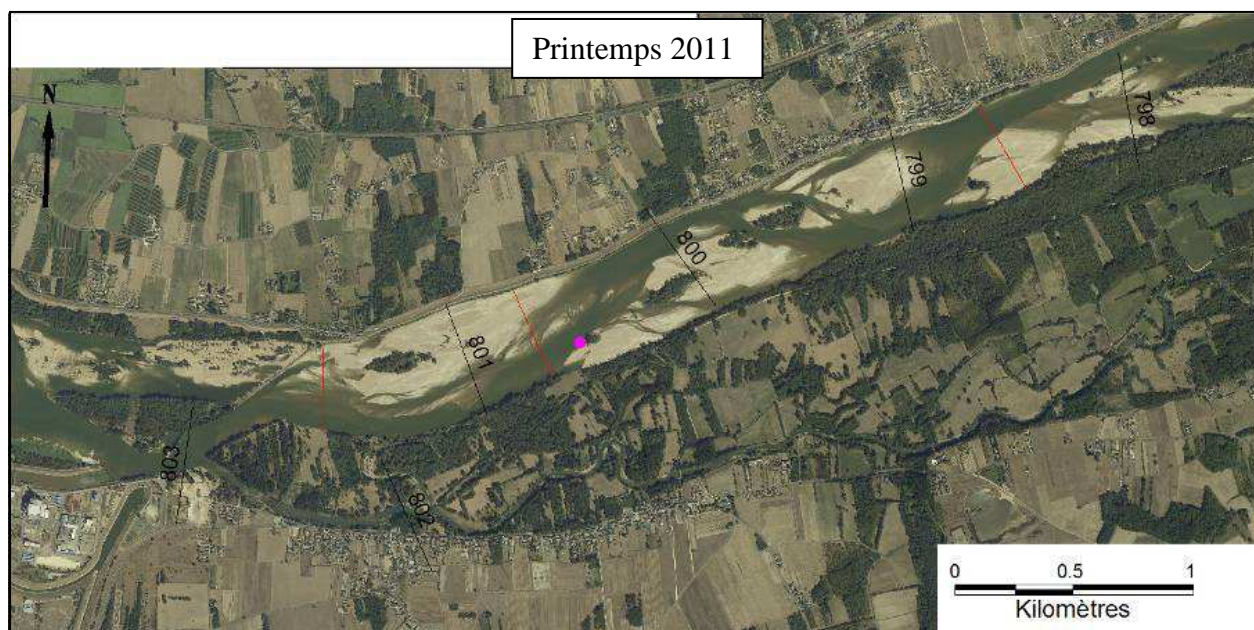


Figure 45 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Chinon – section entre la commune de La-Chapelle-sur-Loire et le CNPE de Chinon » printemps 2011 et 2012.

## 6.2. Campagnes estivales – Transects de végétation

Les annexes 3, 6, 9, 12 et 15 présentent les coordonnées des transects par secteurs, les annexes 4, 7, 10, 13 et 18, les localisent. Les représentations des résultats pour chaque secteur et par transects sont présentées en annexe 5, 8, 11, 14 et 17.

### 6.2.1. Richesse spécifique

Le tableau 6 liste les macrophytes recensés sur les cinq secteurs de la Loire lors des campagnes de fin d’été en 2011 et 2012. Les principales espèces de macrophytes sont présentées figure 46.

Sur l’ensemble des secteurs, quatre espèces de macrophytes flottants non fixés ont été observées en 2011 et 3 en 2012. La mousse aquatique (*Fontinalis antipyretica*) a été observée sur le secteur de St Laurent amont lors des deux années. Seize espèces totalement ou partiellement submergées ont été recensées en 2011 et seulement douze en 2012. Au sein de ce cortège, cinq macrophytes sont des espèces exotiques envahissantes. Certaines espèces observées en 2011 ne sont pas présentes en 2012, telle que *Egeria densa*, *Callitriche* sp et *Polygonum amphibium*. Le caractère ponctuel de certaines espèces en 2011 peut expliquer cette absence. La majorité des espèces recensées est représentative de milieux mésotrophes à eutrophes. Hormis la renoncule flottante, les espèces sont caractéristiques d’eaux stagnantes à faiblement courantes. En 2011 et 2012, les macrophytes sont dominés sur les transects par la renoncule flottante, le myriophylle en épis, le potamogeton noueux et l’élodée de Nuttall.

**Tableau 6 : Liste des espèces de macrophytes aquatiques observées en 2011 et en 2012 sur les cinq secteurs de Loire.**

Secteurs	Belleville		Dampierre		St Laurent amont		St Laurent aval	Chinon	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012		2011	2012
<b>Espèces flottantes</b>									
<i>Azolla filicoides</i>									
<i>Lemna minor</i>									
<i>Lemna trisulca</i>									
<i>Spirodela polyrhiza</i>									
<b>Mousse aquatique (bryophyte)</b>									
<i>Fontinalis antipyretica</i>									
<b>Autres espèces</b>									
<i>Butomus umbellatus</i>							pas de relevés en 2011		
<i>Callitriche</i> sp									
<i>Ceratophyllum demersum</i>									
<i>Egeria densa</i>									
<i>Elodea nuttallii</i>									
<i>Ludwigia grandiflora</i>									
<i>Ludwigia peploides</i>									
<i>Myriophyllum spicatum</i>									
<i>Najas marina</i>									
<i>Polygonum amphibium</i>									
<i>Potamogeton crispus</i>									
<i>Potamogeton nodosus</i>									
<i>Potamogeton pectinatus</i>									
<i>Potamogeton perfoliatus</i>									
<i>Ranunculus fluitans</i>									
<i>Vallisneria spiralis</i>									
<b>Algues</b>									
Algues vertes									

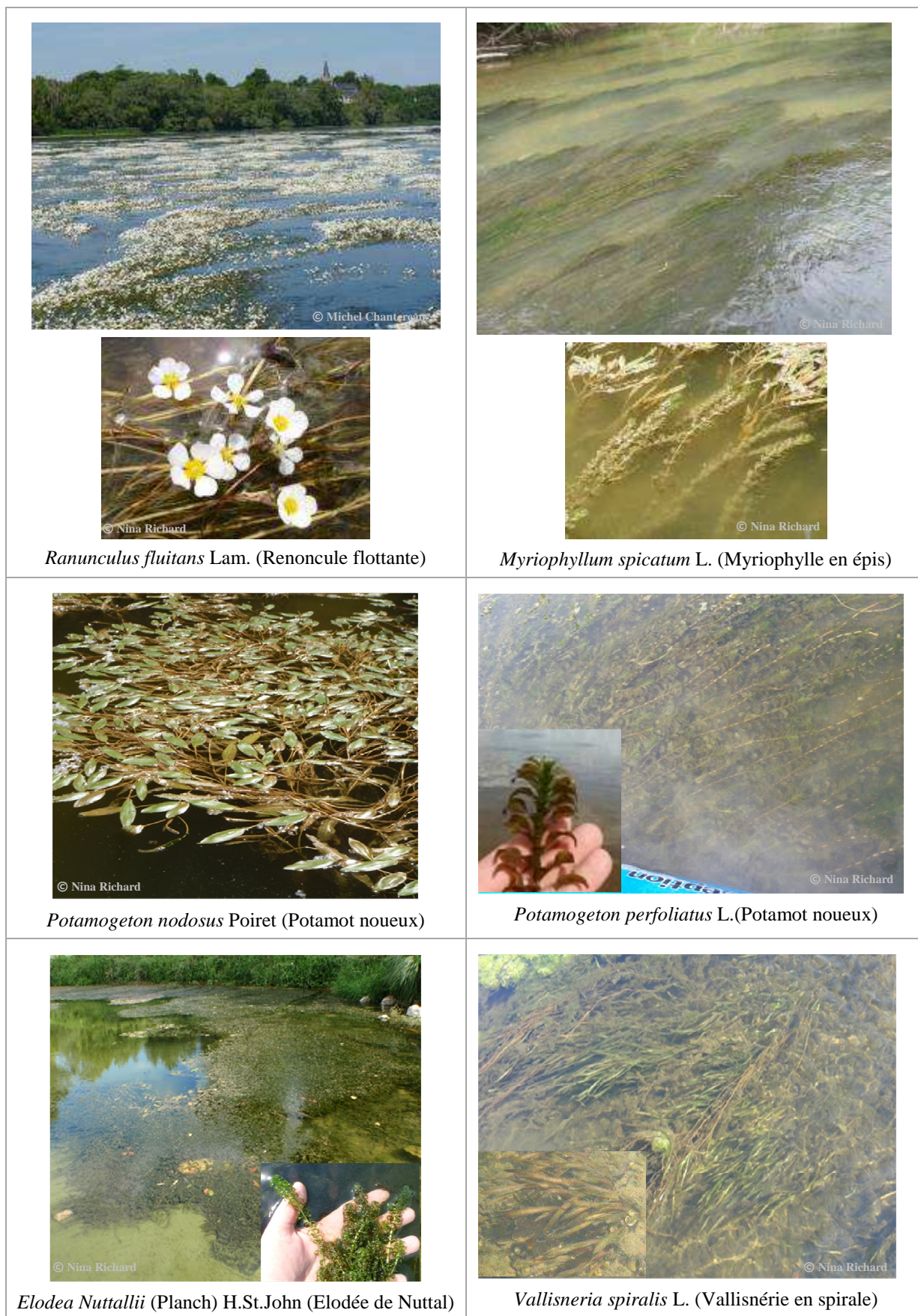


Figure 46 : Principaux macrophytes aquatiques recensés lors des campagnes 2011 et 2012.



Le cortège floristique recensé est caractéristique selon le code Corine (1991), de l’habitat « Végétation des rivières eutrophes (*Ranunculus fluitans*, *Myriophyllum spicatum*) et selon la Directive Habitats de 1992 de l’habitat « 3260-5, rivières eutrophes (d’aval), neutres à basiques, dominées par des Renoncules et des Potamots ».

### 6.2.2. Evolution longitudinale et sectorielle de la richesse spécifique

La richesse spécifique (hors algues) évolue lors des deux années selon un gradient longitudinal, les valeurs augmentent de l’amont vers l’aval. Le secteur de St Laurent amont présente le nombre d’espèces le plus élevé lors des deux années. En 2011, les diversités sont proches sur les secteurs de Dampierre, Saint Laurent et Chinon. On constate en 2012 une forte chute de la diversité spécifique sur l’ensemble des secteurs (figure 47).

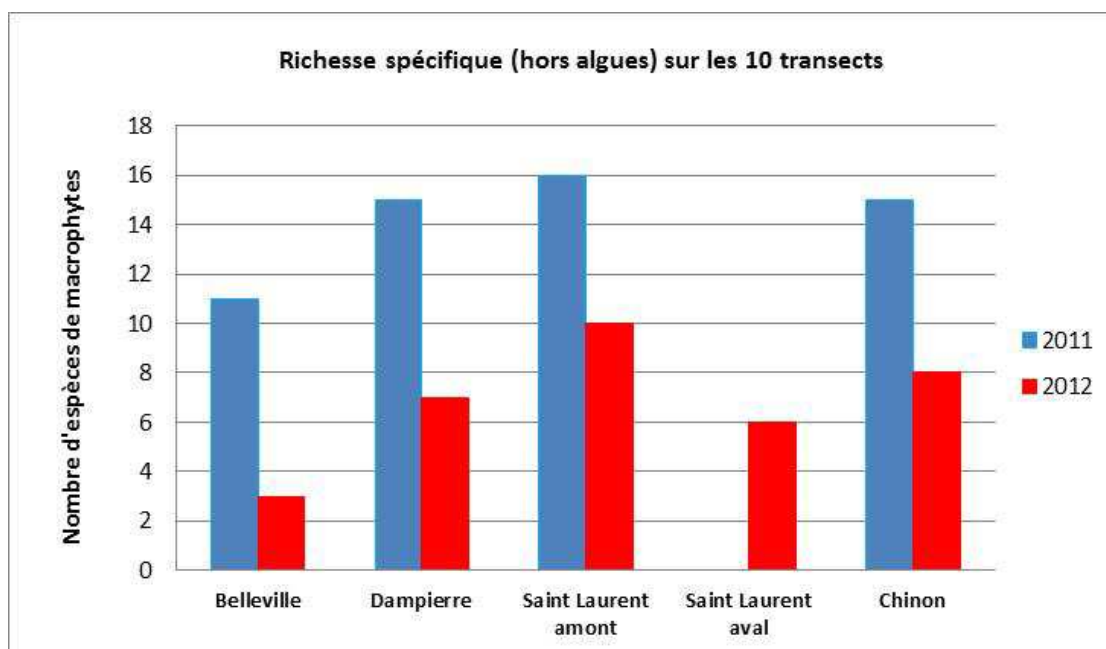


Figure 47 : Evolution longitudinale et sectorielle de la richesse spécifique sur les 10 transects en 2011 et 2012.

### 6.2.3. Evolution longitudinale et sectorielle des surfaces de recouvrement sur les 10 transects

Sur les 10 transects étudiés par secteur, on constate lors des deux années une augmentation du recouvrement total par les macrophytes depuis le secteur de Belleville (amont) vers celui de St Laurent amont puis une chute sur le secteur de Chinon (figure 48). En 2012, les valeurs de recouvrement sont nettement plus faibles sur l’ensemble des secteurs.

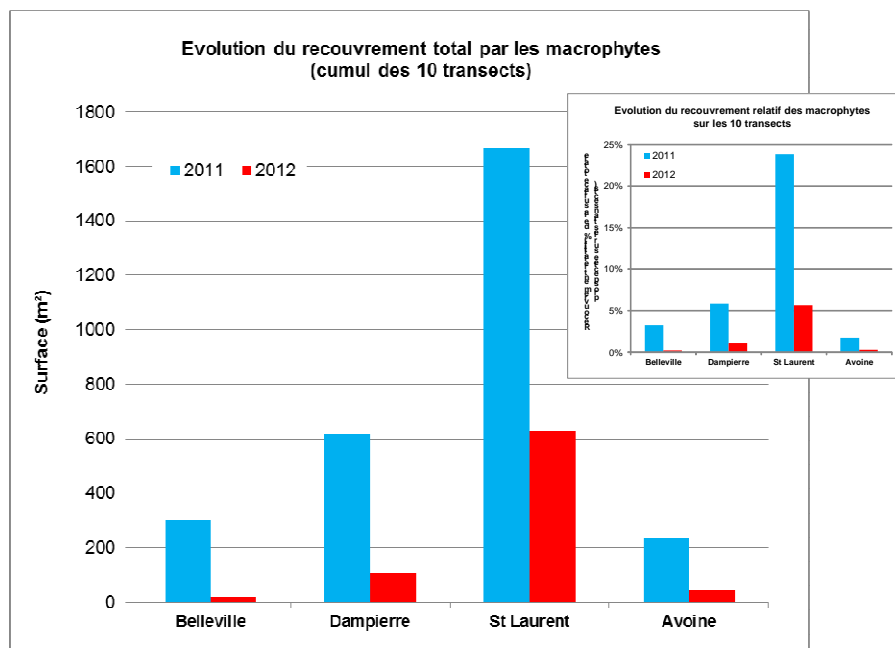


Figure 48 : Evolution longitudinale et sectorielle du recouvrement par les macrophytes sur les 10 transects en 2011 et 2012.

#### 6.2.4. Evolution longitudinale et sectorielle du nombre de points contact végétalisés sur les 10 transects

Le nombre des points contact végétalisés (PCV) (c'est-à-dire le nombre de points contact où au moins une espèce est recensée), sur l'ensemble des 10 transects, présente les valeurs les plus faibles sur les secteurs de Belleville et de Chinon et les plus fortes sur St Laurent amont. On constate la même tendance longitudinale que pour le recouvrement, à savoir une augmentation du nombre de PCV de l'amont vers l'aval entre Belleville et St Laurent amont puis une forte baisse sur Chinon. De plus, en 2012, les valeurs chutent brutalement sur tous les secteurs (figure 49).

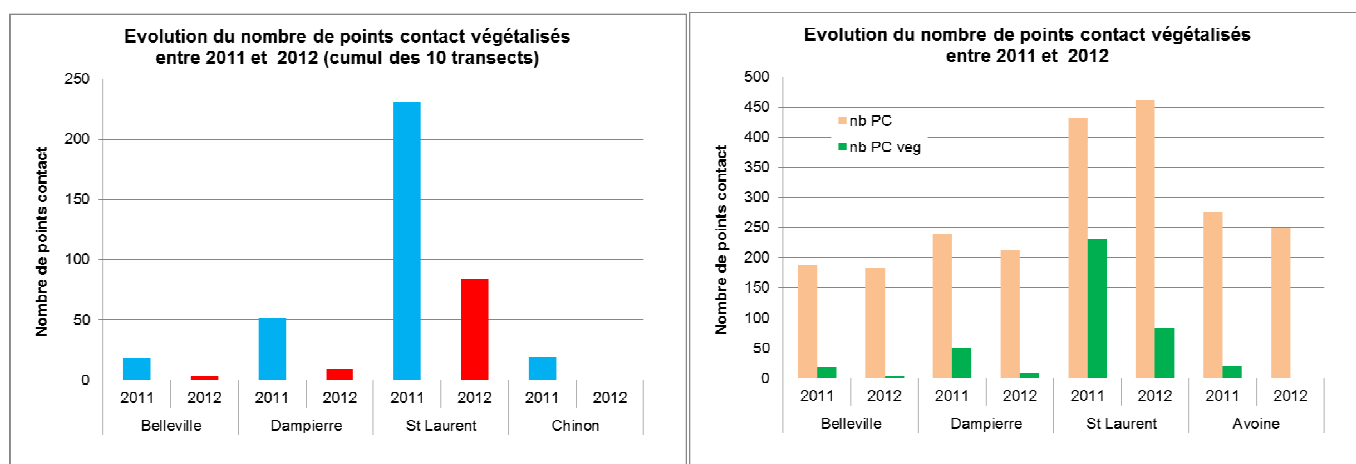


Figure 49 : Evolution longitudinale et sectorielle du nombre de points contact végétalisés par les macrophytes sur les 10 transects en 2011 et 2012.

### 6.2.5. Evolution par espèces des surfaces de recouvrement

La première espèce dominante sur les secteurs est le myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*). En 2011, elle est plus abondante sur le secteur de Dampierre. Sur les secteurs de Belleville et de St Laurent amont les valeurs sont très proches, en revanche le secteur de Chinon présente la valeur la plus basse. En 2012, les abondances chutent sur tous les secteurs, et on constate une augmentation amont-aval du recouvrement de Myriophylle en épis depuis Belleville jusqu'à St Laurent amont puis une quasi-absence sur Chinon (figure 50).

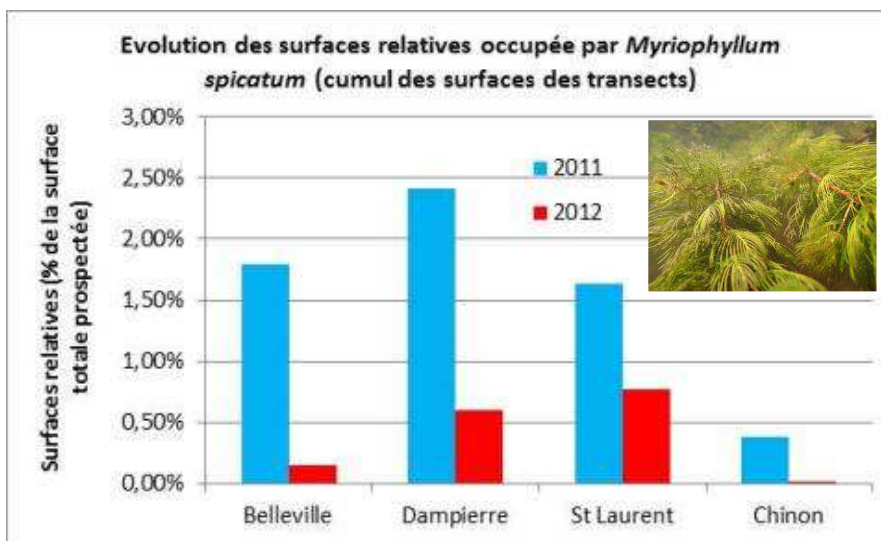


Figure 50 : Evolution des surfaces de recouvrement du Mydriophylle en épis en 2011 et 2012 (cumul des 10 transects).

La seconde espèce dominante sur l'ensemble des secteurs est la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*). Cette espèce est très abondante sur le secteur de St Laurent en 2011 et 2012. Sur les autres secteurs, elle est moins présente (figure 51).

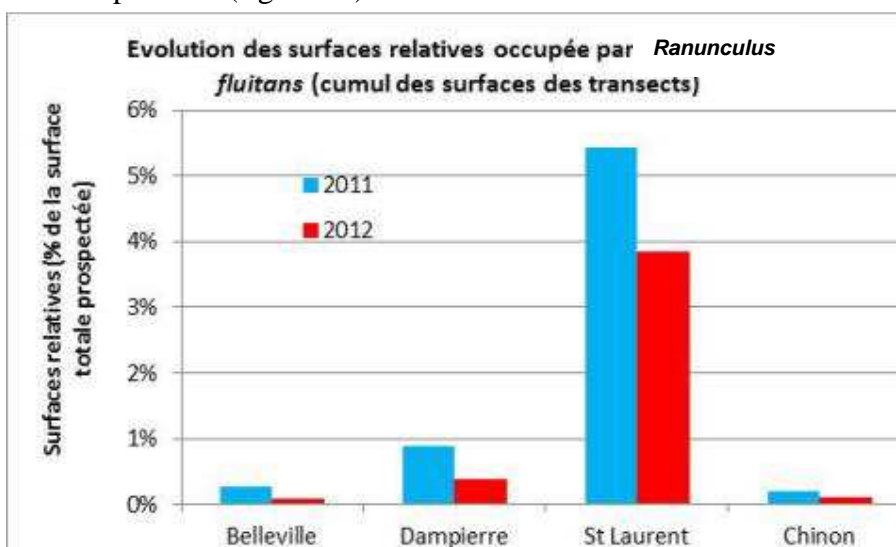


Figure 51 : Evolution des surfaces de recouvrement de la renoncule flottante en 2011 et 2012 (cumul des 10 transects).

Le potamogeton nouveau (*Potamogeton nodosus*) est présent sur l'ensemble des secteurs et son abondance est maximale sur les transects du secteur de Dampierre. Sa fréquence est en très forte baisse en 2012 sur l'ensemble des secteurs (figure 52).

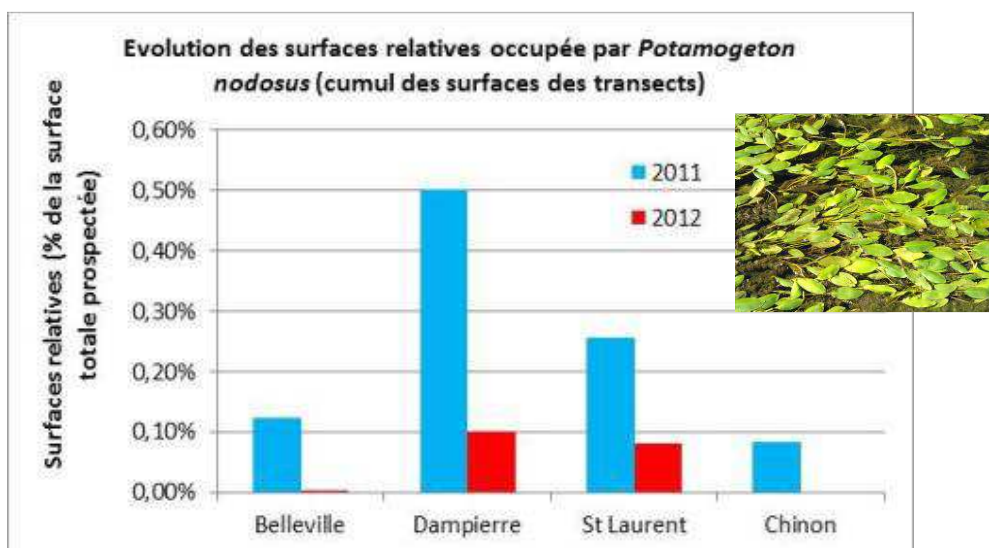


Figure 52 : Evolution des surfaces de recouvrement du potamogeton nouveau en 2011 et 2012 (cumul des 10 transects).

L'élodée de Nuttall (*Elodea Nuttallii*), espèce exotique envahissante est présente sur tous les secteurs. Elle est très abondante sur le secteur de St Laurent amont et quasiment absente en 2012 (figure 53).

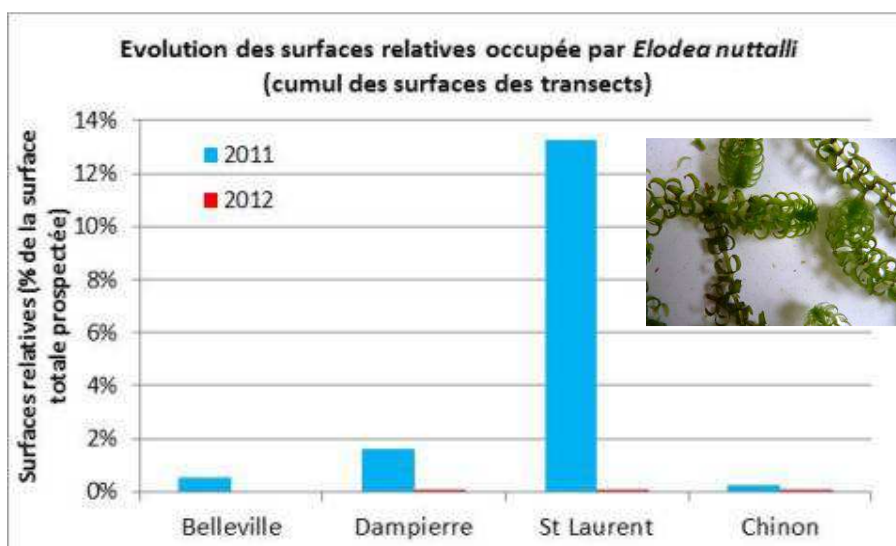
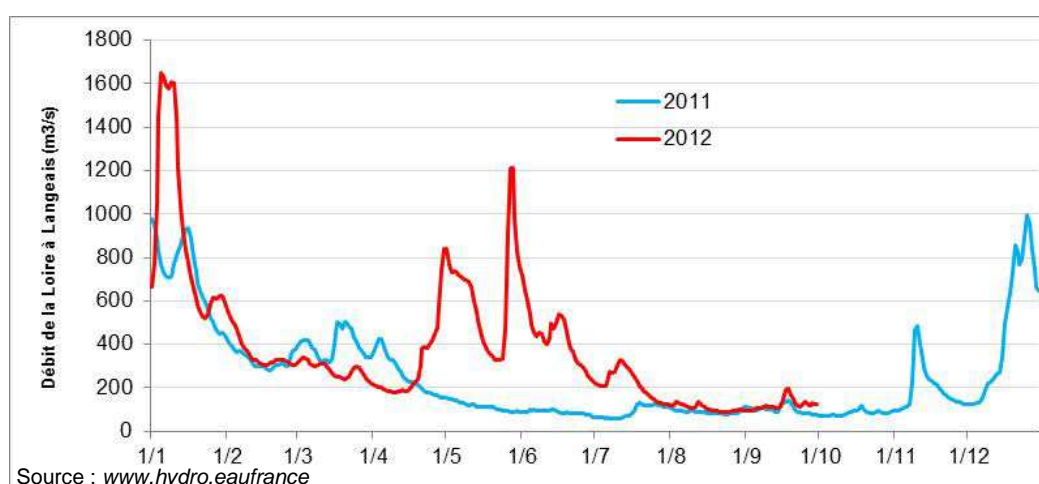


Figure 53 : Evolution des surfaces de recouvrement de l'élodée de Nuttall en 2011 et 2012 (cumul des 10 transects).

## 7. DISCUSSION

Les campagnes d'observation menées en début de saison végétative et en fin de saison montrent une très forte variabilité spatiale et temporelle. En effet, les abondances et richesses spécifiques sont en très forte chute en 2012.

En 2011, les débits de la Loire sur les quatre secteurs ont été bas très rapidement dans la saison printanière (figure 54). En 2012, une forte montée des eaux a été constatée fin avril. Les niveaux d'eau sont ensuite restés hauts jusque mi-juin.



**Figure 54 : Courbes des débits de la Loire à Langeais en 2011 et 2012 (source : banque hydro).**

Concernant la température de l'eau de la Loire, on note une nette différence entre les deux années. En 2012, un épisode de très faibles températures de l'eau et de glaces a été noté fin janvier- début février. En outre, les températures en 2012 sont plus faibles au printemps (avril et mai) ainsi qu'en juillet (figure 55).

Les hautes eaux du printemps 2012, plus turbides, ne semblent pas avoir favorisé le développement de la renouée flottante et du myriophylle en épis. En revanche, en 2011, la dynamique de ces deux espèces apparaît avoir été facilitée par un débit bas, une clarté de l'eau et une température élevée dès le printemps. La faible fréquence de certaines espèces en 2012 peut s'expliquer par leur préférendum écologique, en effet, les espèces de courant plus lent ont pu être défavorisées par les niveaux d'eaux hauts et les vitesses de courant fortes ainsi que par des températures plus faibles.

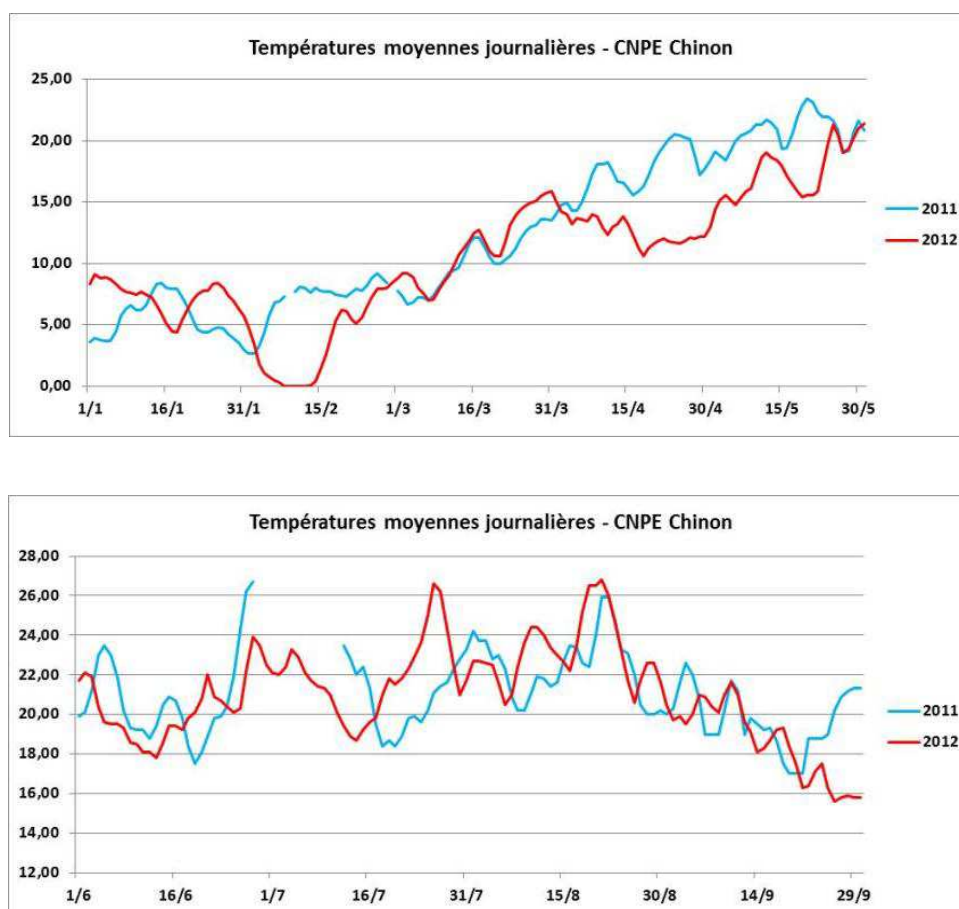


Figure 55 : Courbes des températures de l'eau de la Loire à Chinon au printemps et en été (source : EDF, CNPE Chinon.)

Les observations d'Emilie Breugnot sur l'axe Garonne-Dordogne en 2001 et 2004 et celles d'Elsa Magoga sur la Garonne en 2011 et 2012 montrent une dynamique similaire des peuplements macrophytiques avec un faible développement suite à de fortes eaux et à des eaux plus turbides au printemps.

Enfin, lors de la campagne estivale, nous avons constaté que la présence d'herbiers de macrophytes d'eau courante (renoncule flottante) au printemps rendait possible en aval et au milieu du cours d'eau, l'implantation d'herbiers composés d'espèces colonisant des eaux faiblement courantes à stagnantes.

## 8. CONCLUSION

Les observations ont montré un noyau commun d'espèces dominantes sur les cinq secteurs :

- la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*)
- et le myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*).

Ces deux espèces sont secondairement accompagnées par *Elodea nuttallii*, *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Vallisneria spiralis*. En dehors de ce cortège, de nombreuses espèces sont présentes très ponctuellement et en très faible abondance et dont les variations en présence – absence sont importantes en fonction des années et entre secteurs. Ce cortège d'espèces est globalement caractéristique des eaux à tendance eutrophes.

Les herbiers semblent sur la Loire coloniser préférentiellement les zones de graviers, galets et les interstices au sein de la roche mère. La limite de la zone favorable au développement des macrophytes en Loire à l'étiage est en moyenne de 0,9 m de profondeur en fin d'été. En 2011, un important développement des macrophytes jusqu'à une prolifération sur un secteur, a été noté ainsi qu'une grande variation spatiale des recouvrements et des richesses spécifiques. Globalement, le secteur de St Laurent amont est le plus colonisé par les macrophytes. Lors des observations réalisées en 2012, une très importante chute du recouvrement et de la variété taxonomique a été constatée sur l'ensemble des secteurs. La dynamique des peuplements de macrophytes au sein du lit mineur de la Loire présente donc une forte variabilité spatiale et temporelle.

Ces deux années consécutives ont permis suite à l'élaboration du protocole, de le tester et d'initier la mise en place d'une banque de données. Toutefois, ces deux années ne permettent pas d'avoir suffisamment de recul pour émettre des conclusions concernant les facteurs de distribution et de régulation des peuplements de macrophytes en Loire et ce d'autant plus que ces deux années sont très différentes en termes de caractéristiques hydrologiques (débit et température) et de dynamique du fleuve.

Afin de répondre aux questions concernant les paramètres de régulation des peuplements macrophytiques, il semble indispensable de pérenniser à long terme l'alimentation de la banque de données pour acquérir suffisamment de données lors de conditions différentes de fonctionnement du milieu. L'analyse de ces données permettra de définir plus précisément les facteurs de contrôle physiques sur la Loire (dynamique sédimentaire, conditions de turbidité, hydraulité...). Le protocole actuel étant assez lourd, il paraît nécessaire de l'optimiser et de le minimiser afin de pérenniser à long terme ce suivi. Nous souhaitons donc mener une comparaison de la méthode de terrain à une analyse basée sur l'interprétation de photographies aériennes.

## 9. ACTIONS DE COMMUNICATION

Les résultats de ce programme ont fait l'objet de présentations orales lors de diverses réunions, séminaires et colloques :

- Plusieurs réunions de travail avec les membres du comité de pilotage.
- Réunion de travail de la plateforme RDI à Tours, le 3 avril 2012
- 6<sup>ème</sup> RDV chercheurs gestionnaires à Clermont Ferrand en octobre 2012
- Réunion EDF, Bassin de la Loire à Tours, le 14 novembre 2012
- Réunion de restitution des résultats du projet à Orléans, le 19 février 2013
- Colloque Francophone en Ecologie Végétale « Ecoveg 9 » à Tours, en avril 2013
- Colloque « Macrophytes » à Bordeaux en mai 2013.

Un article est prévu dans la revue SET d'IRSTEA : selon les objectifs d'études poursuivis, les méthodes d'étude des communautés de plantes mises en œuvre peuvent différer : deux exemples pris sur la Loire et la Vienne seront utilisés comme base de réflexion.



## 10. BIBLIOGRAPHIE

Boudin L., Cordier J., Moret J., 2007. – Atlas de la flore remarquable du Val de Loire entre le Bec d'Allier et le bec de Vienne. Muséum national d'Histoire naturelle. Paris, 464p. (Patrimoines naturels, 66).

Breugnot E. et al., 2004. – Variabilité des peuplements de macrophytes aquatiques en grands cours d'eau : premiers résultats sur l'hydrosystème Adour-Garonne. Ingénieries n°37, 14p.

Breugnot E., 2007. – Déterminisme spatio-temporel des peuplements macrophytiques en grands cours d'eau. Application à la Garonne et à la Dordogne. Thèse doctorale Université Bordeaux 1, 304p.

Corillion R., 1982. - Flore et végétation de la vallée de la Loire (cours occidental : de l'Orléanais à l'estuaire). Paris, 736p.

Fare A., Dutarte A., Rebillard J.P., 2001. – Les principaux végétaux aquatiques du Sud-Ouest de la France. Agence de l'Eau Adour Garonne, 190p.

Hudin S., Vahrameev P., et al, 2010. – Guide d'identification des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du Bassin Loire Bretagne. Fédération des Conservatoires, 45p.

Magoga E., 2012. – Etude de la végétation aquatique et des odonates Réserve Naturelle de la frayère d'aloise. Réserve Naturelle de l'Etang de la Mazière, 30p.

Montegut J., 1987. - Les plates aquatiques. Tome 1 : milieu aquatique, 60. ; tome 2 : clés de détermination, 60p. ; tome 3 : planches index, 44p.

Muller S. (coord.), 2004. – Plantes invasives en France. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 168p. (Patrimoines naturels, 62).

## 11. TABLE DES MATIERES

<b>1. SOMMAIRE .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>3. CONTEXTE .....</b>	<b>3</b>
<b>4. MISE EN PLACE DU PROGRAMME .....</b>	<b>5</b>
<b>5. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>6</b>
<b>5.1. SECTEURS D'ETUDES .....</b>	<b>6</b>
<b>5.2. COMPARTIMENT BIOLOGIQUE ETUDIE .....</b>	<b>7</b>
<b>5.3. PROTOCOLE .....</b>	<b>7</b>
5.3.1. CAMPAGNE PRINTANIERE .....	7
5.3.1.1. Observations.....	7
5.3.1.1. Report des observations sur SIG et estimation des surfaces .....	7
5.3.1.2. Choix de 10 transects .....	9
5.3.2. CAMPAGNE ESTIVALE .....	9
5.3.2.1. Méthode des points-contact.....	9
5.3.2.2. Estimation du recouvrement de chaque espèce de macrophytes.....	12
5.3.2.3. Présentation des résultats pour chaque secteur .....	12
<b>6. RESULTATS 2011- 2012 .....</b>	<b>13</b>
<b>6.1. CAMPAGNES PRINTANIERES – SURFACES DE RECOUVREMENT DES HERBIERS DE MACROPHYTES .....</b>	<b>13</b>
6.1.1. ESPECES OBSERVEES DURANT LES CAMPAGNES PRINTANIERES .....	13
6.1.1.1. La renoucle flottante - <i>Ranunculus fluitans</i> Lam.....	13
6.1.1.2. Le myriophylle en épis – <i>Myriophyllum spicatum</i> L.....	14
6.1.2. ÉVOLUTION LONGITUDINALE ET TEMPORELLE DES SURFACES DE RECOUVREMENT DES HERBIERS.....	15
6.1.3. SECTEUR DE BELLEVILLE.....	15
6.1.4. SECTEUR DE DAMPIERRE .....	22
6.1.5. SECTEUR DE ST LAURENT AMONT.....	29
6.1.6. SECTEUR DE ST LAURENT AVAL .....	37
6.1.7. SECTEUR DE CHINON .....	40
<b>6.2. CAMPAGNES ESTIVALES – TRANSECTS DE VEGETATION .....</b>	<b>45</b>
6.2.1. RICHESSE SPECIFIQUE .....	45
6.2.2. ÉVOLUTION LONGITUDINALE ET SECTORIELLE DE LA RICHESSE SPECIFIQUE.....	47
6.2.3. ÉVOLUTION LONGITUDINALE ET SECTORIELLE DES SURFACES DE RECOUVREMENT SUR LES 10 TRANSECTS .....	47
6.2.4. ÉVOLUTION LONGITUDINALE ET SECTORIELLE DU NOMBRE DE POINTS CONTACT VEGETALISES SUR LES 10 TRANSECTS.....	48
6.2.5. ÉVOLUTION PAR ESPECES DES SURFACES DE RECOUVREMENT .....	49
<b>7. DISCUSSION .....</b>	<b>51</b>
<b>8. CONCLUSION.....</b>	<b>53</b>

<b><u>9.</u></b>	<b><u>ACTIONS DE COMMUNICATION .....</u></b>	<b><u>54</u></b>
<b><u>10.</u></b>	<b><u>BIBLIOGRAPHIE.....</u></b>	<b><u>55</u></b>
<b><u>11.</u></b>	<b><u>TABLE DES MATIERES.....</u></b>	<b><u>56</u></b>
<b><u>12.</u></b>	<b><u>Liste des figures .....</u></b>	<b><u>58</u></b>
<b><u>13.</u></b>	<b><u>Liste des tableaux.....</u></b>	<b><u>60</u></b>
<b><u>14.</u></b>	<b><u>Liste des annexes.....</u></b>	<b><u>61</u></b>

## 12. LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Evolution du taux de recouvrement total sur l'ensemble des transects de végétation réalisés sur le secteur de la Réserve Naturelle de St Mesmin depuis 2002 (source : Loiret Nature Environnement).....</i>	<i>3</i>
<i>Figure 2 : Evolution de la richesse spécifique des macrophytes aquatiques sur les transects de végétation de la Réserve Naturelle de St Mesmin depuis 1998 (source : Loiret Nature Environnement).....</i>	<i>4</i>
<i>Figure 3 : Evolution de la concentration moyenne en Phosphore total dans la Loire moyenne, de Nevers à Montjean-sur-Loire depuis 1980 (source : AELB – données OSUR web &amp; mise en forme A. Grison 2010 / O. Coulon mai 2013). .....</i>	<i>4</i>
<i>Figure 4 : Evolution de la concentration moyenne en Chlorophylle a dans la Loire moyenne de Nevers à Montjean-sur-Loire depuis 1980 (source : AELB – données OSUR web &amp; mise en forme A. Grison 2010 / O. Coulon mai 2013). .....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 5 : Evolution de la biomasse de phytoplancton dans la Loire moyenne de 1991 à 2011 (source : Bi-eau). .....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 6 : Localisation des cinq secteurs d'étude dans le bassin de la Loire. ....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 7 : Exemple de surface SPCM secteur de Saint Laurent amont - site de Meung-sur-Loire.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 8 : Transect de végétation et points contact.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 9 : Râteau double utilisé dans le protocole - prélèvement de macrophytes à l'aide de ce râteau.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 10 : Différents exemples d'abondances des macrophytes sur le râteau.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 11 : Graphe de représentation des résultats des observations sur les transects de végétation. ....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 12 : la renouë flottante (Ranunculus fluitans Lam.).....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 13 : le myriophylle en épis (Myriophyllum spicatum L.).....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 14 : Evolution longitudinale et temporelle des surfaces de recouvrement par les herbiers de macrophytes de la Loire. ....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 15 : Herbiers de myriophylles en épis et de renouë sur le secteur de Belleville en juin 2011.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 16 : Herbiers de myriophylles en épis et de renouë sur le secteur de Belleville fin-juin 2012. ....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 17 : Localisation des herbiers de macrophytes, « secteur de Belleville - de Saint Satur à l'amont de Cosne-Cours-sur-Loire » printemps 2011 et 2012. ....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 18 : Localisation des herbiers de macrophytes, « secteur de Belleville - aux abords de la commune de Cosne-Cours-sur-Loire » printemps 2011 et 2012.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 19 : Localisation des herbiers de macrophytes, «secteur de Belleville - de Myennes à La Celle-sur-Loire» printemps 2011 et 2012.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 20 : Localisation des herbiers de macrophytes, «Secteur de Belleville – en aval de La Celle-sur-Loire» printemps 2011 et 2012. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 21 : Herbiers présents mi-mai 2011 sur le secteur de Dampierre. ....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 22 : Herbiers présents fin-juin 2012 sur le secteur de Dampierre. ....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 23 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Dampierre – section entre les communes de Briare et la Petite Thiau » printemps 2011 et 2012.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 24 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Dampierre – section en amont du pont de Gien » printemps 2011 et 2012.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 25 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Dampierre – section en aval du pont de Gien » printemps 2011 et 2012.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 26 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Dampierre – section en amont du CNPE de Dampierre » printemps 2011 et 2012.....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 27 : Herbier de renouë fleuries sur le secteur de St Laurent amont aux abords de Meung-sur-Loire en juin 2011. ....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 28 : Autres herbiers de renouë fleuries sur le secteur de St Laurent amont en juin 2011.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 29 : Comparaison des herbiers sur deux sites en 2011 et 2012 du secteur de St Laurent amont. ....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 30 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section entre les communes d'Orléans et de La Chapelle-St-Mesmin » printemps 2011 et 2012.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 31 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section entre les communes de La-Chapelle-St-Mesmin et St-Ay » printemps 2011 et 2012. ....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 32 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section entre les communes de St-Ay et de Meung-sur-Loire » printemps 2011 et 2012. ....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 33 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section entre la commune de Meung-sur-Loire et l'amont de Beaugency » printemps 2011 et 2012. ....</i>	<i>34</i>

Figure 34 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section aux abords de Beaugency » printemps 2011 et 2012. ....	35
Figure 35 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent amont – section de la commune de Tavers au CNPE de Saint-Laurent » printemps 2011 et 2012. ....	36
Figure 36 : Herbier de renoncules flottantes fleuries, situé en milieu de chenal, sur le secteur de St Laurent aval en juin 2012. ....	37
Figure 37 : Herbier de renoncules flottantes fleuries, situé à proximité de la rive droite, sur le secteur de St Laurent aval en juin 2012. ....	38
Figure 38 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent aval – section entre le CNPE de St Laurent et le Cavereau » printemps 2012. ....	38
Figure 39 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent aval – section entre les communes le Cavereau et Nouan-sur-Loire » printemps 2012. ....	39
Figure 40 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Saint-Laurent aval – section aux abords des communes de Muides-sur-Loire et st-Dyé-sur-Loire » printemps 2012. ....	39
Figure 41 : Herbiers de macrophytes sur le secteur de Chinon mi-mai 2011. ....	40
Figure 42 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Chinon – section entre les communes de Langeais et de Bréhémont » printemps 2011 et 2012. ....	41
Figure 43 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Chinon – section en aval de Bréhémont aux abords de Rupuanne » printemps 2011 et 2012. ....	42
Figure 44 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Chinon – section entre Les Trois Volets et l’île St-Martin » printemps 2011 et 2012. ....	43
Figure 45 : Localisation des herbiers de macrophytes « secteur de Chinon – section entre la commune de La-Chapelle-sur-Loire et le CNPE de Chinon » printemps 2011 et 2012. ....	44
Figure 46 : Principaux macrophytes aquatiques recensés lors des campagnes 2011 et 2012. ....	46
Figure 47 : Evolution longitudinale et sectorielle de la richesse spécifique sur les 10 transects en 2011 et 2012. ....	47
Figure 48 : Evolution longitudinale et sectorielle du recouvrement par les macrophytes sur les 10 transects en 2011 et 2012. ....	48
Figure 49 : Evolution longitudinale et sectorielle du nombre de points contact végétalisés par les macrophytes sur les 10 transects en 2011 et 2012. ....	48
Figure 50 : Evolution des surfaces de recouvrement du Mydriophylle en épis en 2011 et 2012 (cumul des 10 transects). ....	49
Figure 51 : Evolution des surfaces de recouvrement de la renoncule flottante en 2011 et 2012 (cumul des 10 transects). ....	49
Figure 52 : Evolution des surfaces de recouvrement du potamot noueux en 2011 et 2012 (cumul des 10 transects). ....	50
Figure 53 : Evolution des surfaces de recouvrement de l’élodée de Nuttall en 2011 et 2012 (cumul des 10 transects). ....	50
Figure 54 : Courbes des débits de la Loire à Langeais en 2011 et 2012 (source : banque hydro). ....	51
Figure 55 : Courbes des températures de l’eau de la Loire à Chinon au printemps et en été (source : EDF, CNPE Chinon.) ....	52

### 13. LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Surfaces estimées sur le secteur de Belleville en 2011 et 2012.....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 2 : Surfaces estimées sur le secteur de Dampierre en 2011 et 2012.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 3 : Surfaces estimées sur le secteur de Saint-Laurent amont en 2011 et 2012.....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 4 : Surfaces estimées sur le secteur de St Laurent aval 2012.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 5 : Surfaces estimées sur le secteur de Chinon en 2011 et 2012.....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 6 : Liste des espèces de macrophytes aquatiques observées en 2011 et en 2012 sur les cinq secteurs de Loire.....</i>	<i>45</i>

## 14. LISTE DES ANNEXES

*Annexe 1 : Fiche de terrain méthode des points contact.*

*Annexe 2 : Fiche de terrain méthode de recouvrement.*

*Annexe 3 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Belleville.*

*Annexe 4 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Belleville, de l'amont vers l'aval.*

*Annexe 5 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de Belleville de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).*

*Annexe 6 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Dampierre.*

*Annexe 7 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Dampierre. De l'amont vers l'aval.*

*Annexe 8 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de Dampierre de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).*

*Annexe 9 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Saint Laurent amont.*

*Annexe 10 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Saint Laurent amont, de l'amont vers l'aval.*

*Annexe 11 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de St Laurent amont, de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).*

*Annexe 12 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Saint Laurent aval.*

*Annexe 13 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Saint Laurent aval.*

*Annexe 14 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de St Laurent aval, de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).*

*Annexe 15 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Chinon.*

*Annexe 16 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Chinon, de l'amont vers l'aval.*

*Annexe 17 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de Chinon, de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).*

**Annexe 1 : Fiche de terrain méthode des points contact.**

Profil n°		Opérateurs		Indices abondance	1 qqs fragments de tiges																									
Commune		Date			2 fragments de tiges fréquents, en petite quantité																									
Départ de rive		Météo			3 Fragments répartis sur l'ensemble du rateau, moynt abondant																									
Visée de vers		Heure début			4 très abondant																									
Largeur de la Loire		Heure fin			5 Présent en gde qtté sur tout rateau																									
vitesse courant	1 <25 cm/s	2 25-75	3 75-150	4 >150 cm/s																										
	NE																													
Espèces	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
<i>Azolla fillicoides</i>																														
<i>Butomus umbellatus</i>																														
<i>Callitriche sp</i>																														
<i>Ceratophyllum demersum</i>																														
<i>Egeria densa</i>																														
<i>Elodea nuttallii</i>																														
<i>Fontinalis antipyretica</i>																														
<i>Heloscidium nodiflorum</i>																														
<i>Lemna minor</i>																														
<i>Lemna minuta</i>																														
<i>Lemna trisulca</i>																														
<i>Ludwigia grandiflora</i>																														
<i>Myriophyllum spicatum</i>																														
<i>Najas marina</i>																														
<i>Polygonum amphibium</i>																														
<i>Potamogeton crispus</i>																														
<i>Potamogeton nodosus</i>																														
<i>Potamogeton pectinatus</i>																														
<i>Potamogeton perfoliatus</i>																														
<i>Ranunculus fluitans</i>																														
<i>Spirodela polyrhiza</i>																														
<i>Vallisneria spiralis</i>																														
algues vertes filamenteuses																														
algues sur fond																														
algues en tubes vertes																														
distance																														
hauteur d'eau																														
substrat																														
turbidité																														
Vitesse courant																														



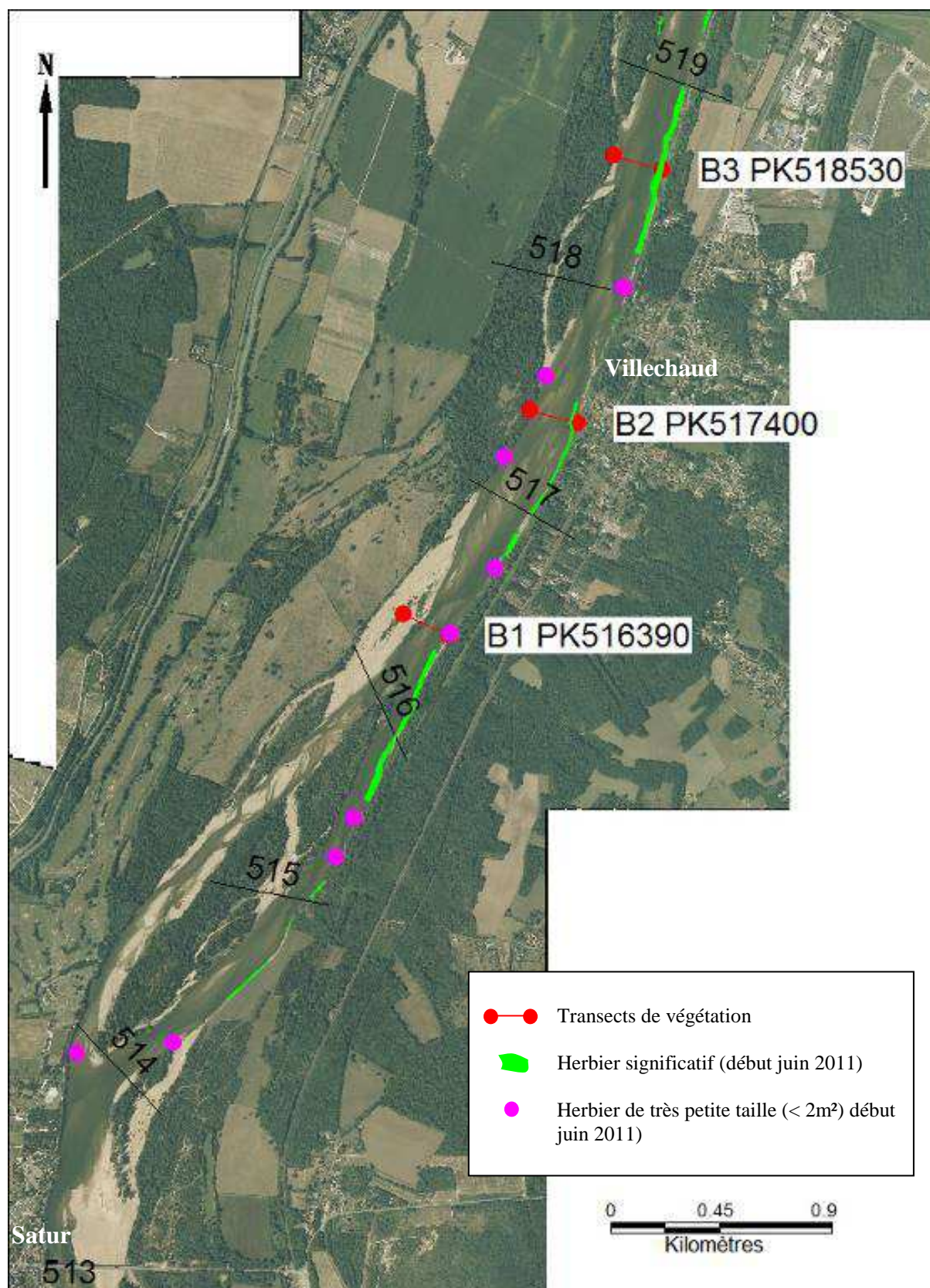
**Annexe 2 : Fiche de terrain méthode de recouvrement.**

TAUX DE RECOUVREMENT (en pourcentage de recouvrement)												
Profil n°	Opérateurs						pour 5*5 m = 25 m <sup>2</sup>			pour 5*10 m = 50 m <sup>2</sup>		
Commune							1m <sup>2</sup>	4%		1m <sup>2</sup>	2%	
Largeur du relevé : 5 m							5 m <sup>2</sup>	20%		5 m <sup>2</sup>	10%	
Date							6,25 m <sup>2</sup>	25%		12 m <sup>2</sup>	25%	
Météo							12 m <sup>2</sup>	50%		25 m <sup>2</sup>	50%	
Espèces	de berge à P1	de P1 à P2	de P2 à P3	de P3 à P4	de P4 à P5	de P5 à P6	de	de	de	de	de	
longueur												
<i>Azolla filicoides</i>												
<i>Butomus umbellatus</i>												
<i>Callitriche sp</i>												
<i>Ceratophyllum demersum</i>												
<i>Egeria densa</i>												
<i>Elodea nuttallii</i>												
<i>Fontinalis antipyretica</i>												
<i>Helosciadium nodiflorum</i>												
<i>Lemna minor</i>												
<i>Lemna minuta</i>												
<i>Lemna trisulca</i>												
<i>Ludwigia grandiflora</i>												
<i>Myriophyllum spicatum</i>												
<i>Najas marina</i>												
<i>Polygonum amphibium</i>												
<i>Potamogeton crispus</i>												
<i>Potamogeton nodosus</i>												
<i>Potamogeton pectinatus</i>												
<i>Potamogeton perfoliatus</i>												
<i>Ranunculus fluitans</i>												
<i>Spirodela polyrhiza</i>												
<i>Vallisneria spiralis</i>												
algues vertes filamenteuses												
algues sur fond												
algues en tubes vertes												

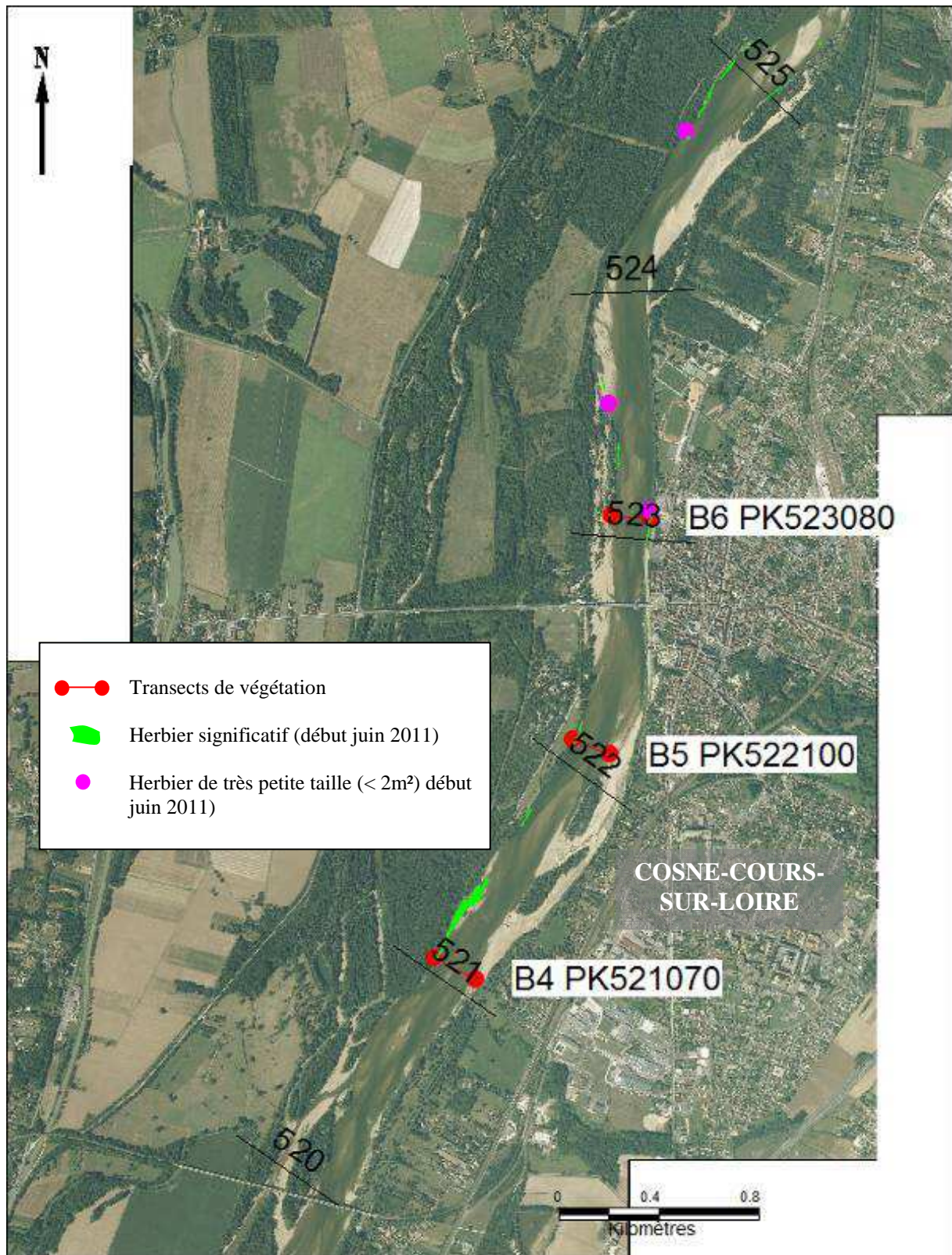
**Annexe 3 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Belleville.**

Site de Belleville						
profil N°	Nom	PK SIEL DREAL Centre (m)	Rive droite		Rive gauche	
			X L93 (m)	Y L93 (m)	X L93 (m)	Y L93 (m)
1	Aval île aux balais	516390	691605	6695709	691416	6695795
2	Villechaud	517400	692130	6696577	691939	6696634
3	Les guerins	518530	692480	6697617	692283	6697676
4	Chantier Blanc	521070	693382	6699723	693217	6699810
5	Cosne amont	522100	693926	6700626	693776	6700685
6	Cosne aval	523080	694086	6701579	693931	6701590
7	L'étape	525590	694901	6703799	694731	6703816
8	Myennes	527160	694503	6705288	694319	6705183
9	La Motte	529070	693957	6707061	693763	6706986
10	CNPE amont	534540	691551	6711699	691387	6711596

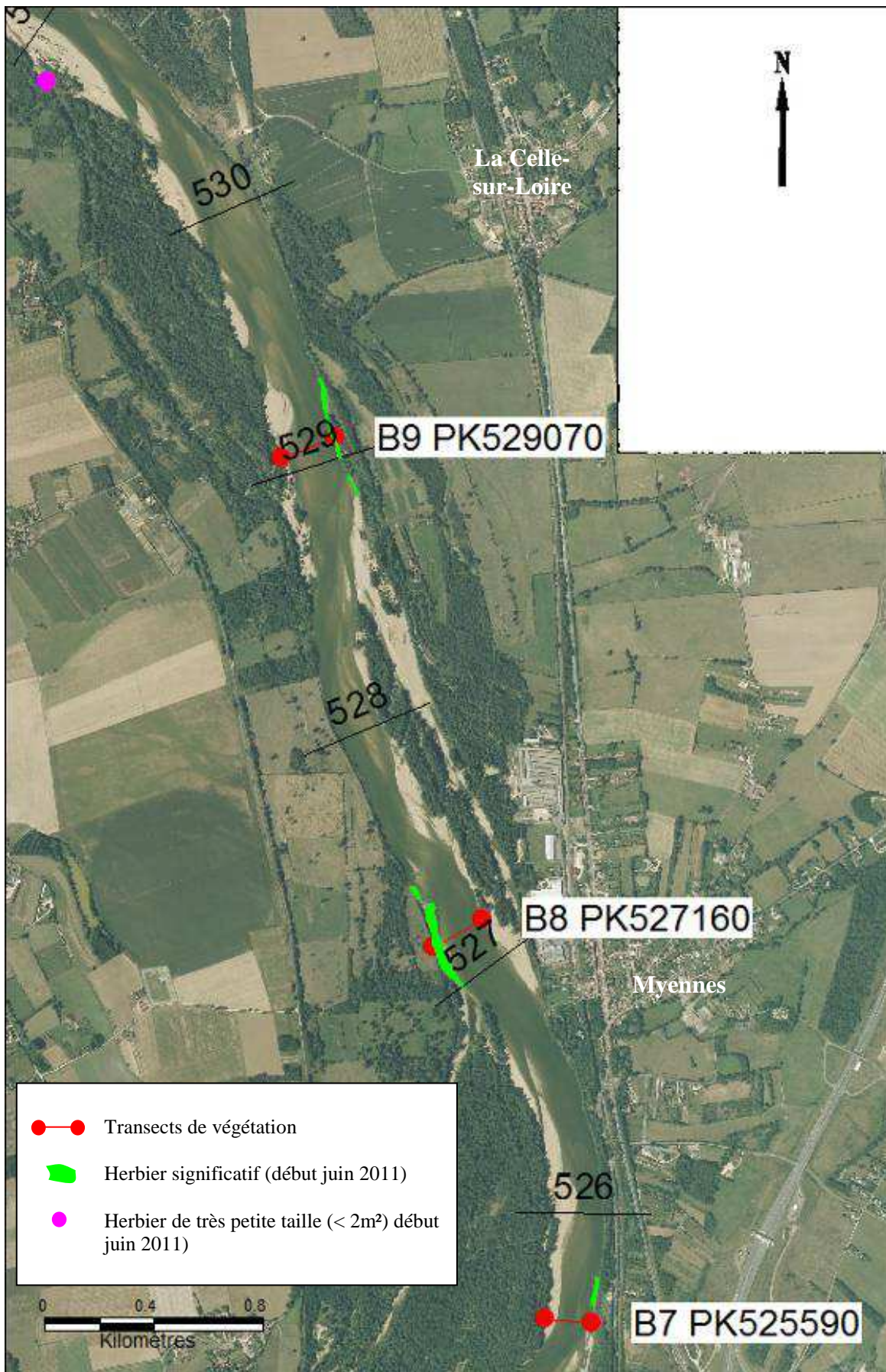
Annexe 4 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Belleville, de l'amont vers l'aval.



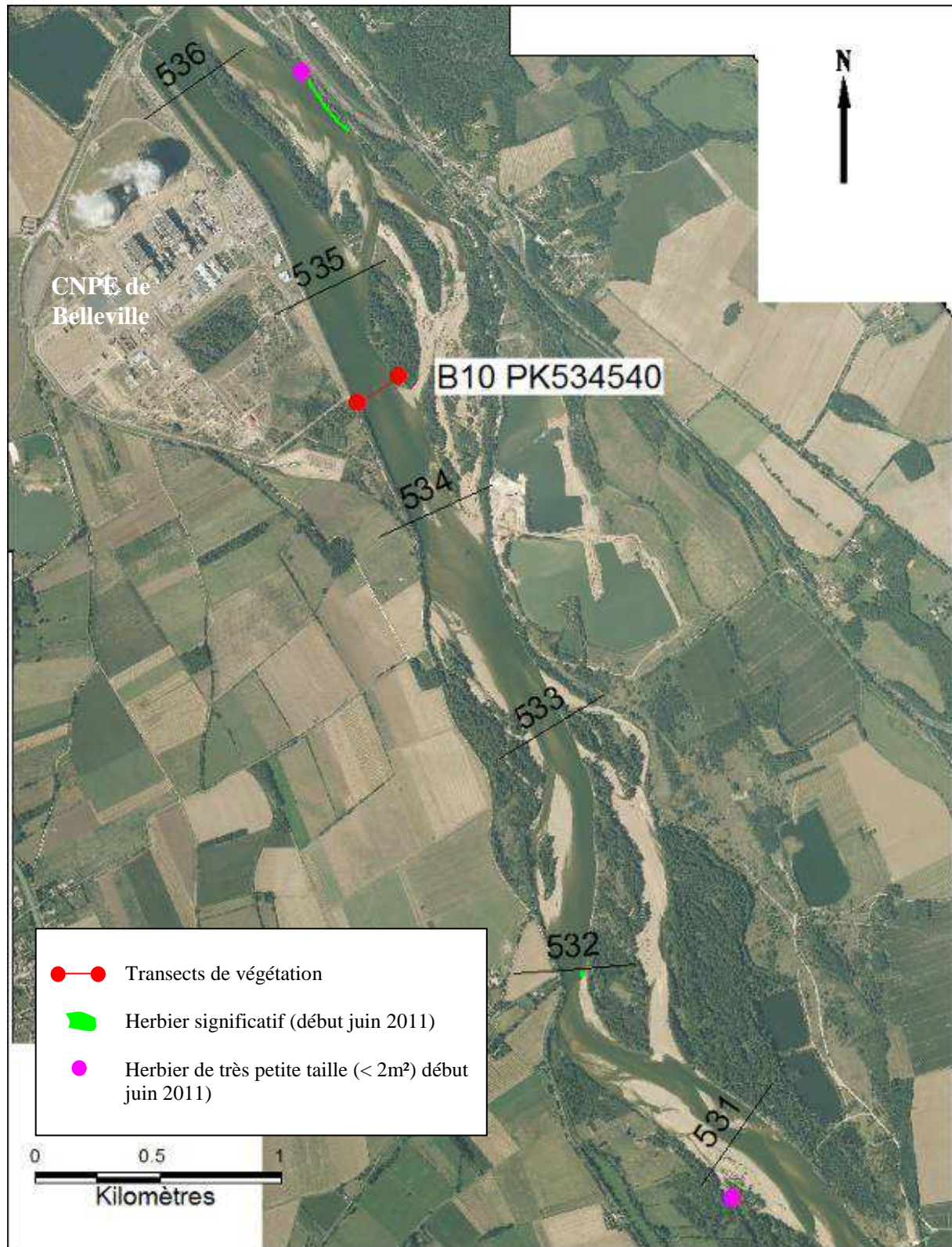
Secteur de Belleville - section de Saint Satur à l'amont de Cosne-Cours-sur-Loire.



Secteur de Belleville - section aux abords de la commune de Cosne-Cours-sur-Loire.



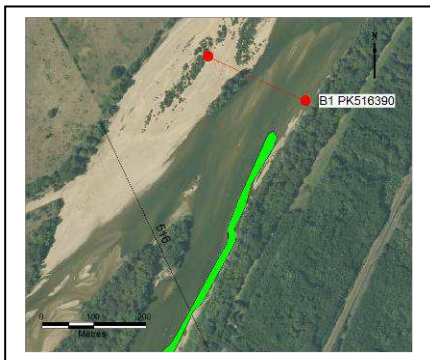
Secteur de Belleville - section aux abords des communes de Myennes et de La Celle-sur-Loire.



Secteur de Belleville - section en aval de La Celle-sur-Loire.

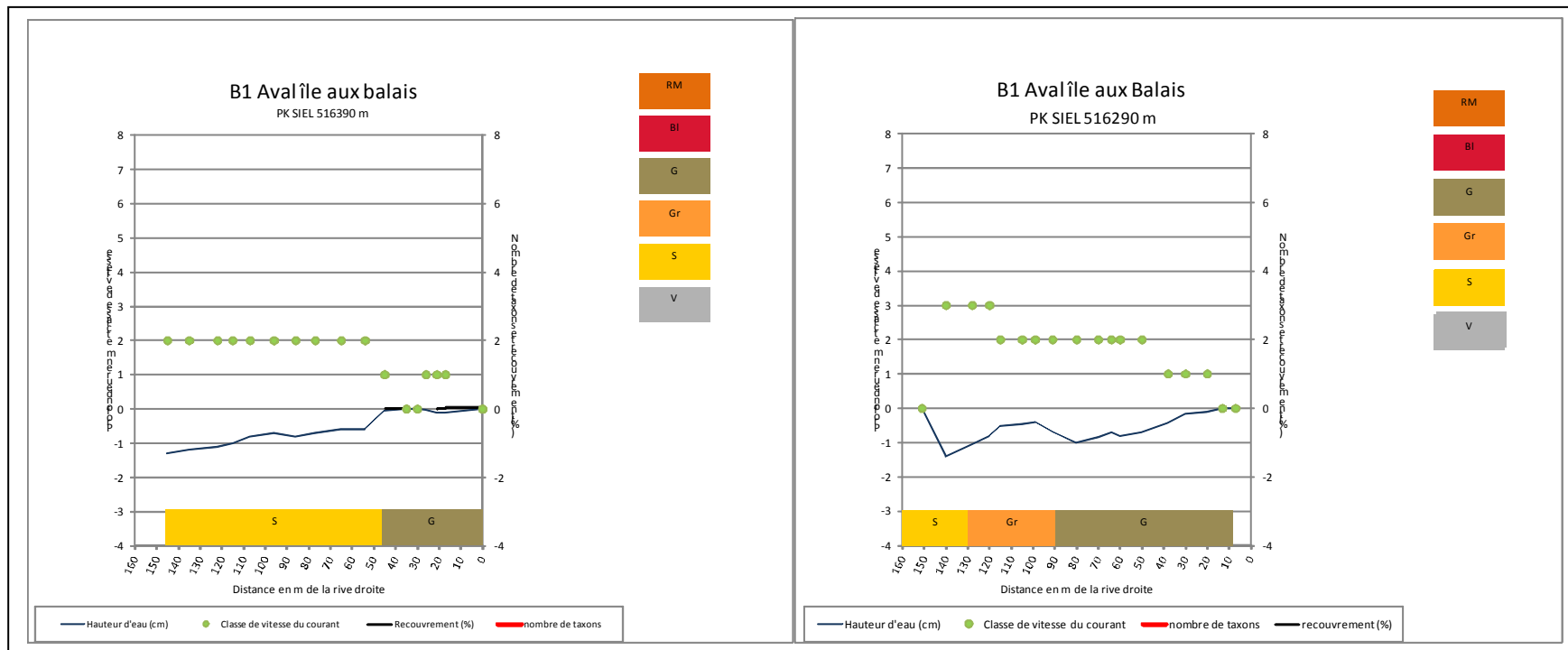
Annexe 5 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de Belleville de l’amont vers l’aval (à gauche 2011 et à droite 2012).

Profil N° B1 Aval île aux balais



**Localisation en mètre RGF93 :**  
 Rive droite : X = 691605 m Y = 6695709 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 691416 m Y = 6695795 m (GPS)

Localisation du profil sur l’image aérienne SIEL du 09/2005

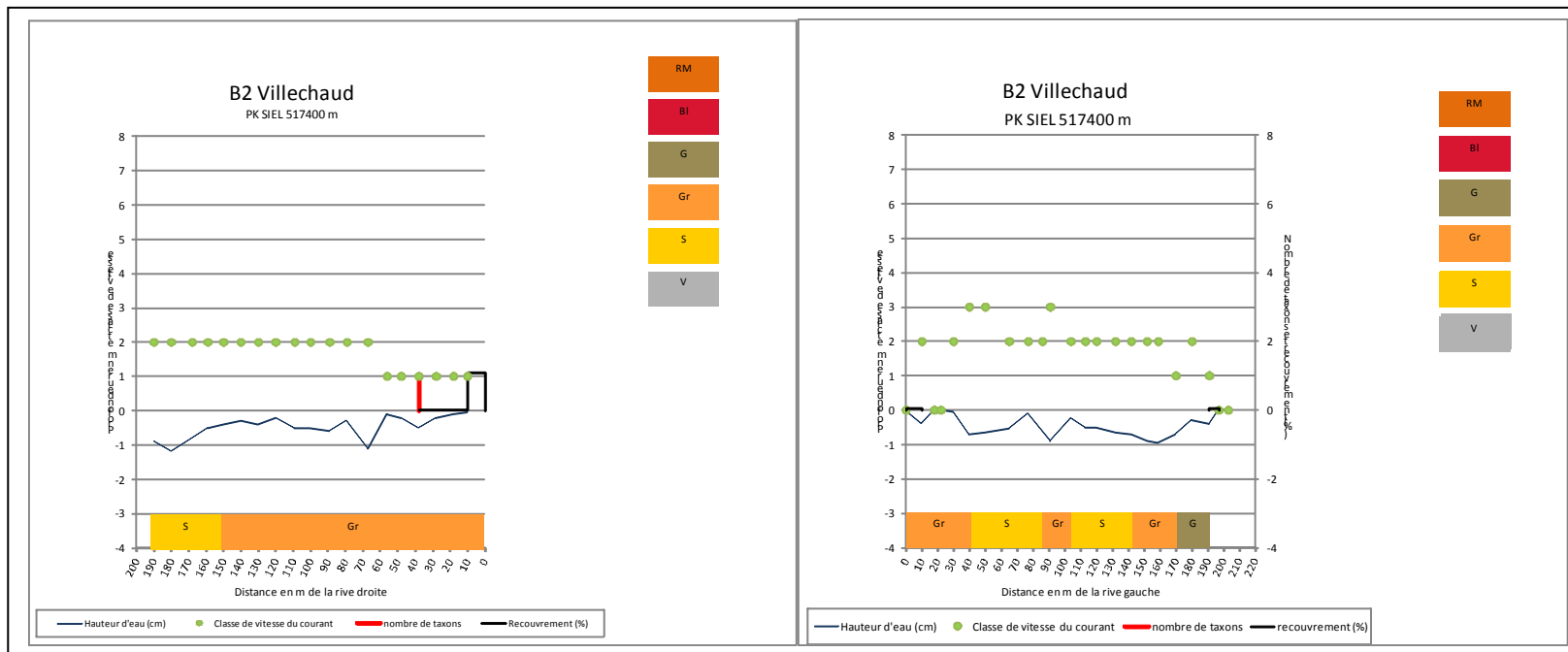


Profil N° B2 Villechaud



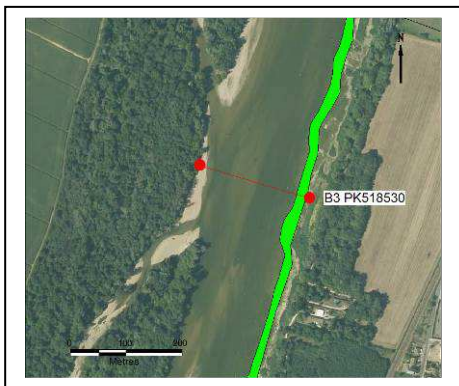
Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 692130 m Y = 6696577 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 691939 m Y = 6696634 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005



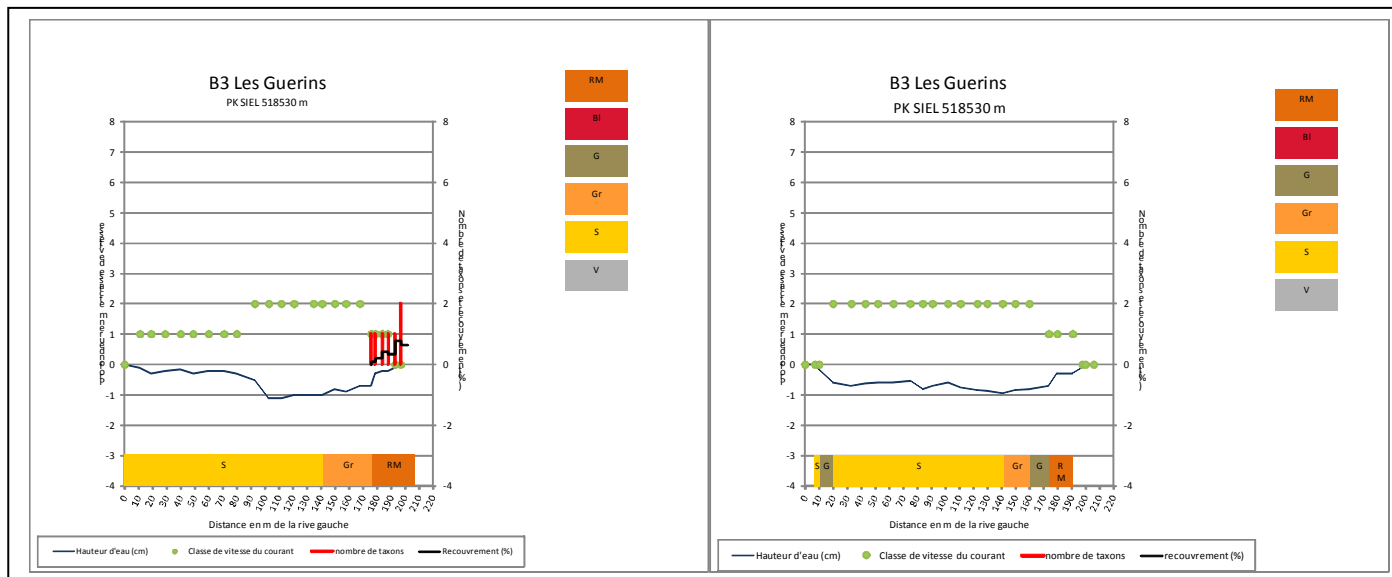


Profil N° 3 Les Guerins

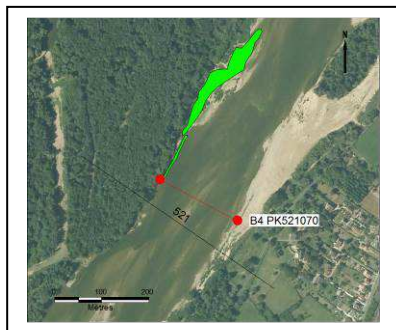


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 692480 m Y = 6697617 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 692283 m Y = 6697676 m (GPS)

Localisation du profil sur l’image aérienne SIEL du 09/2005

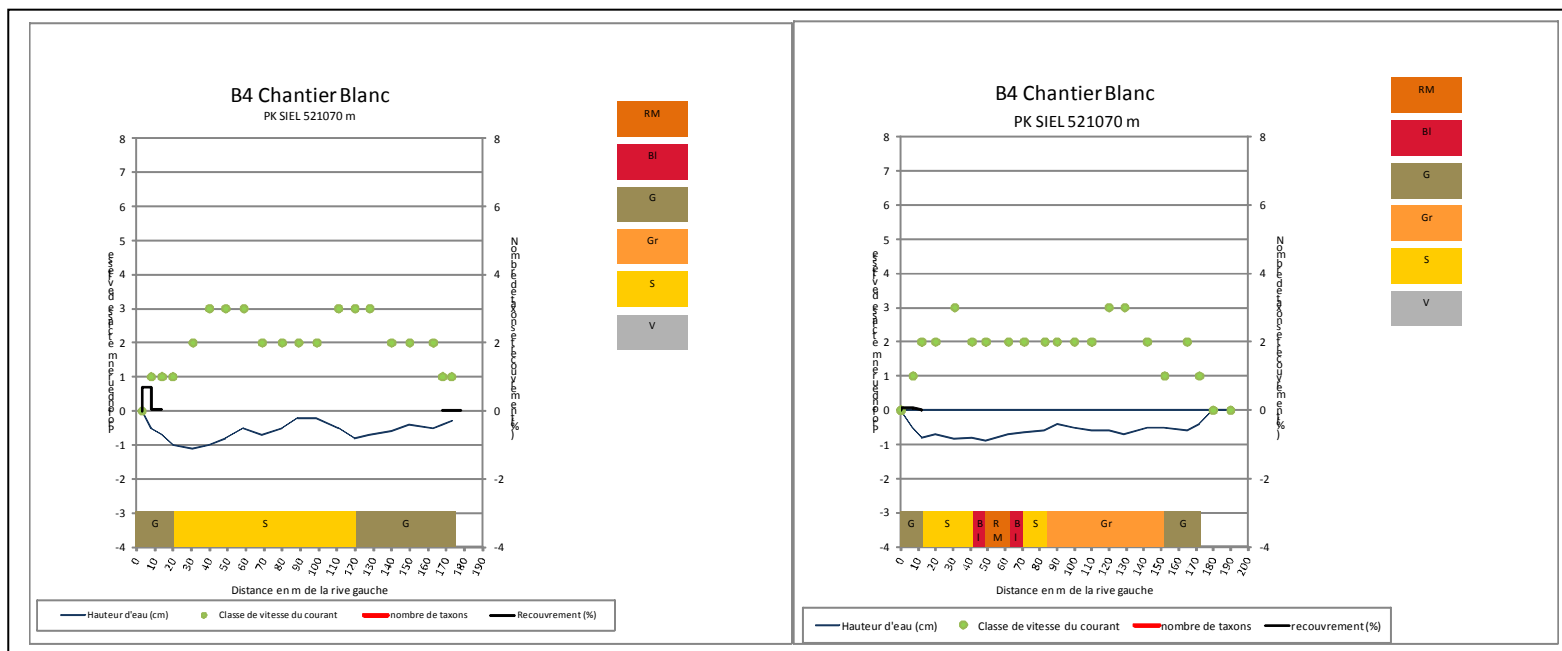


Profil N° 4 Chantier Blanc

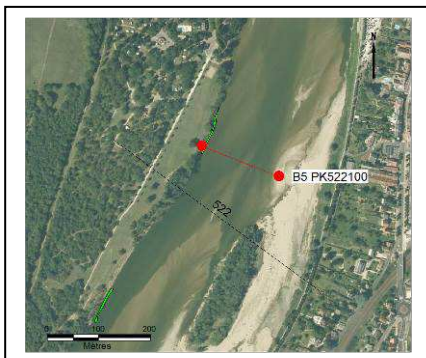


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 693382 m Y = 6699723 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 693217 m Y = 6699810 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

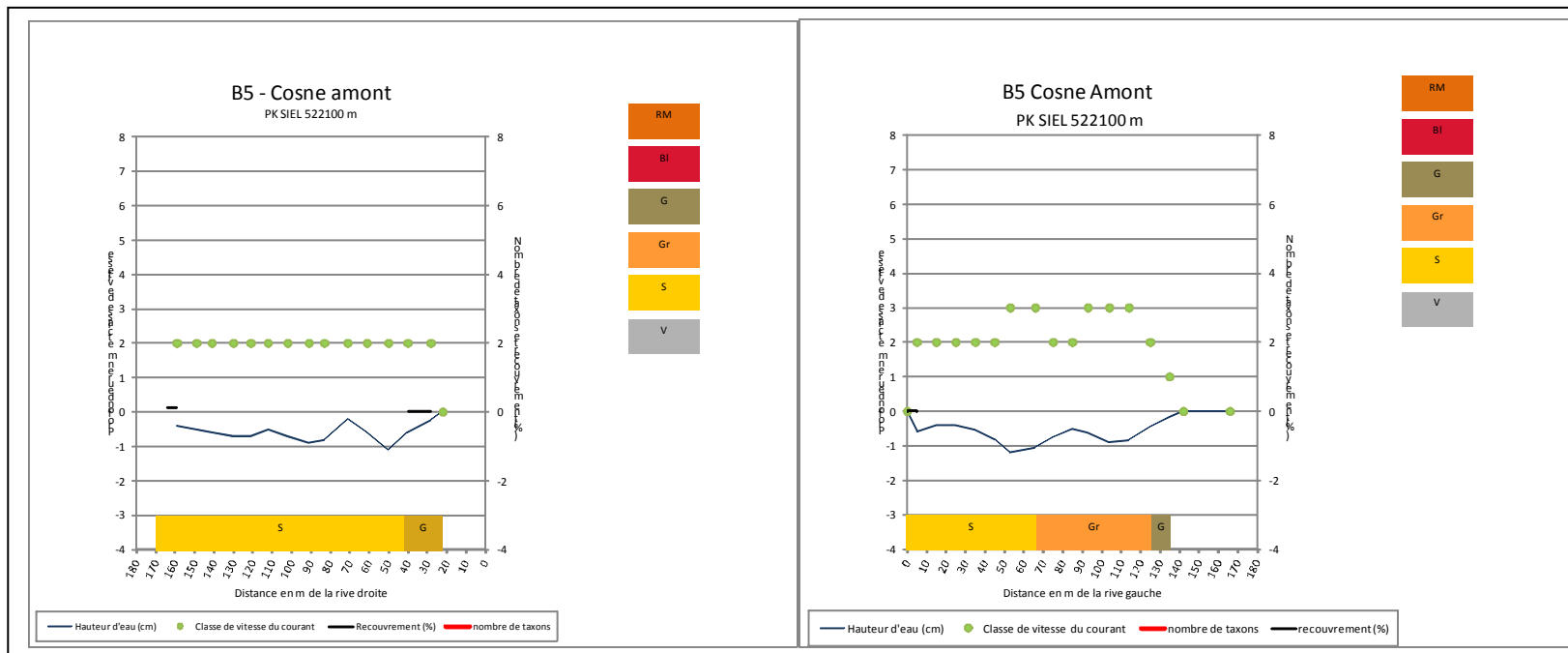


Profil N° B5 Cosne amont



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 693926 m Y = 6700626 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 693776 m Y = 6700685 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

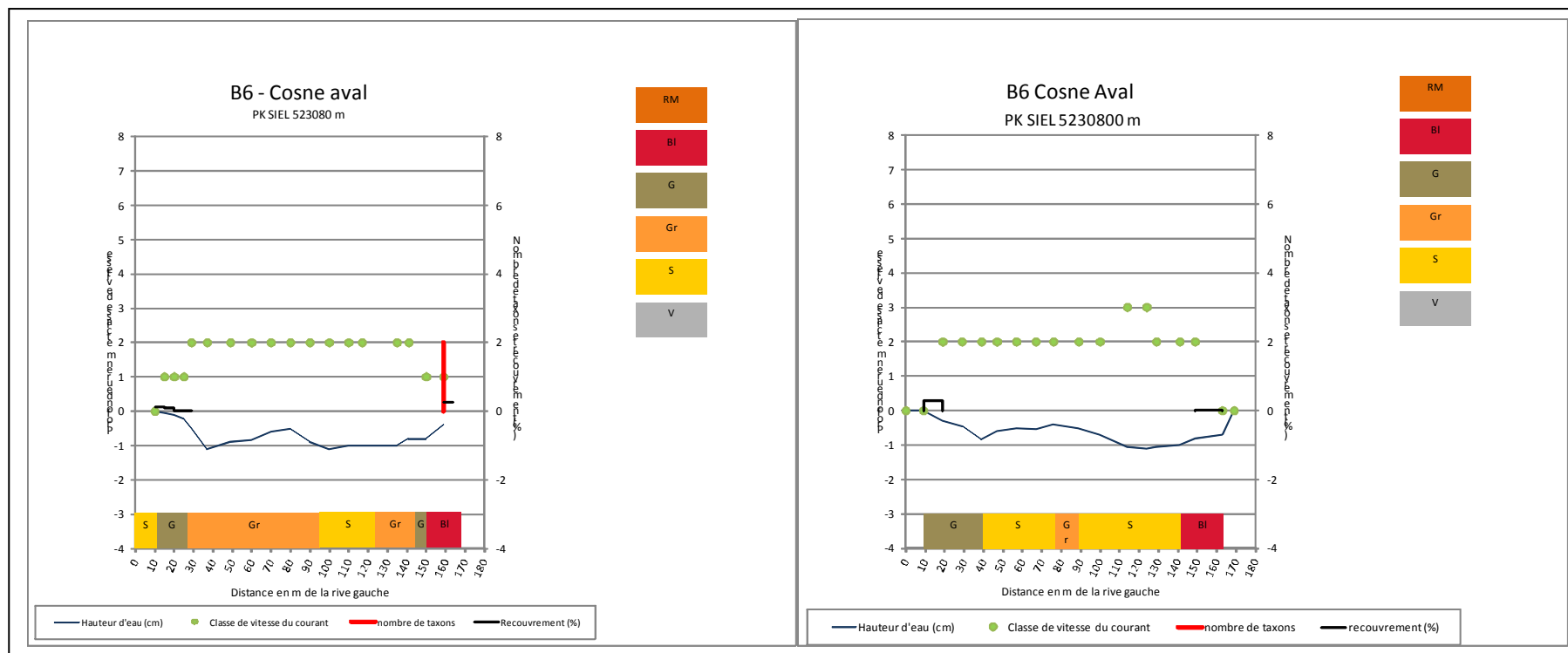


Profil N° B6 Cosne aval

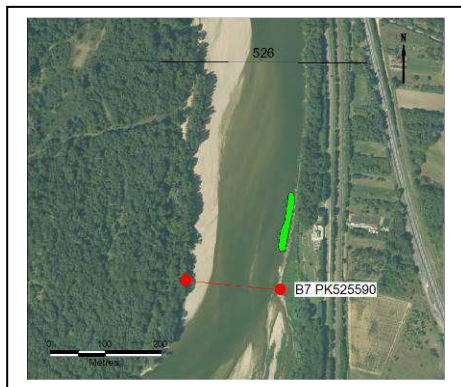


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 694086 m Y = 6701579 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 693931 m Y = 6701590 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

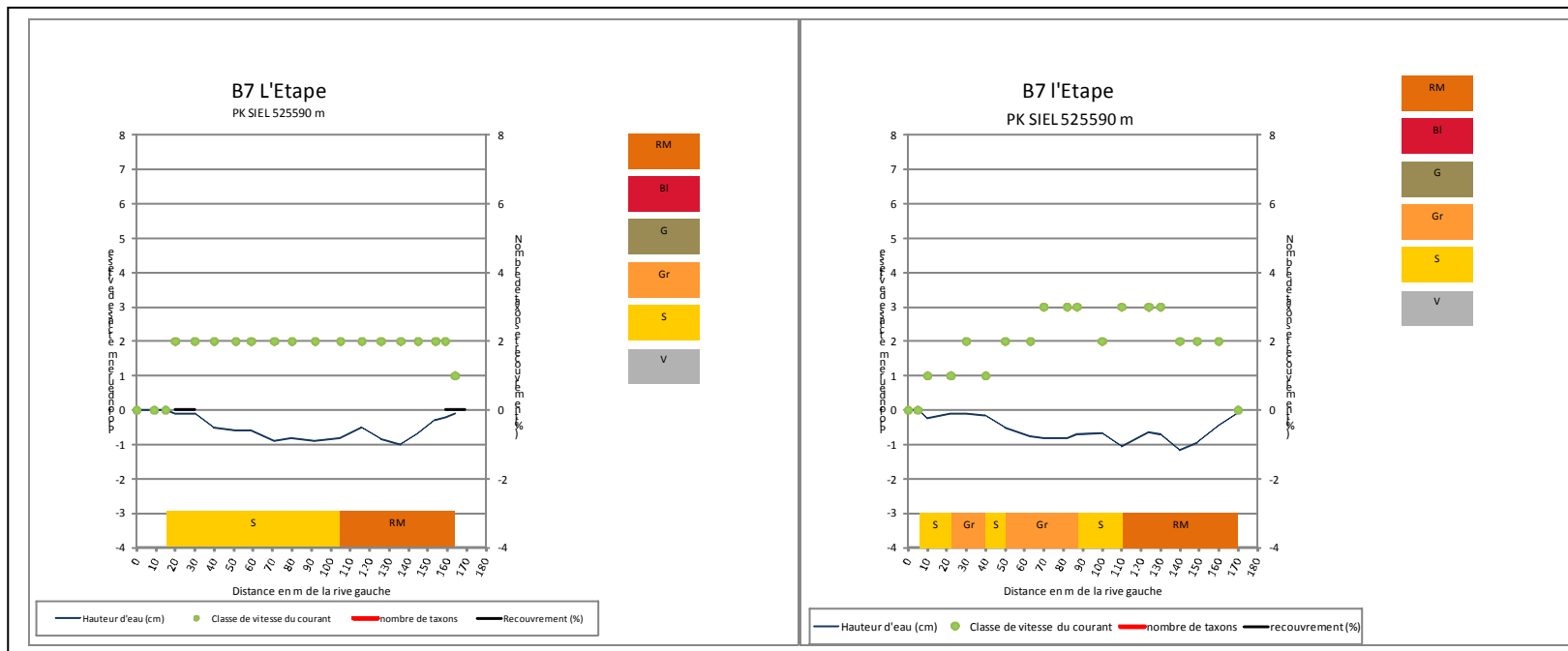


Profil N° 7 L'Etape

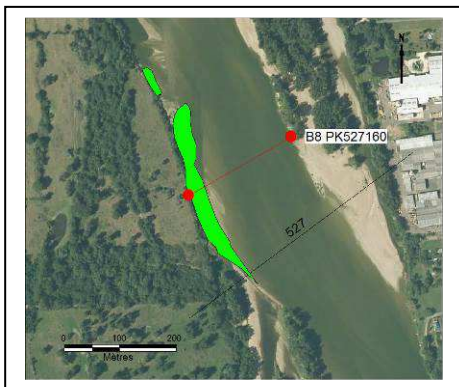


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 694901 m Y = 6703799 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 694731 m Y = 6703816 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

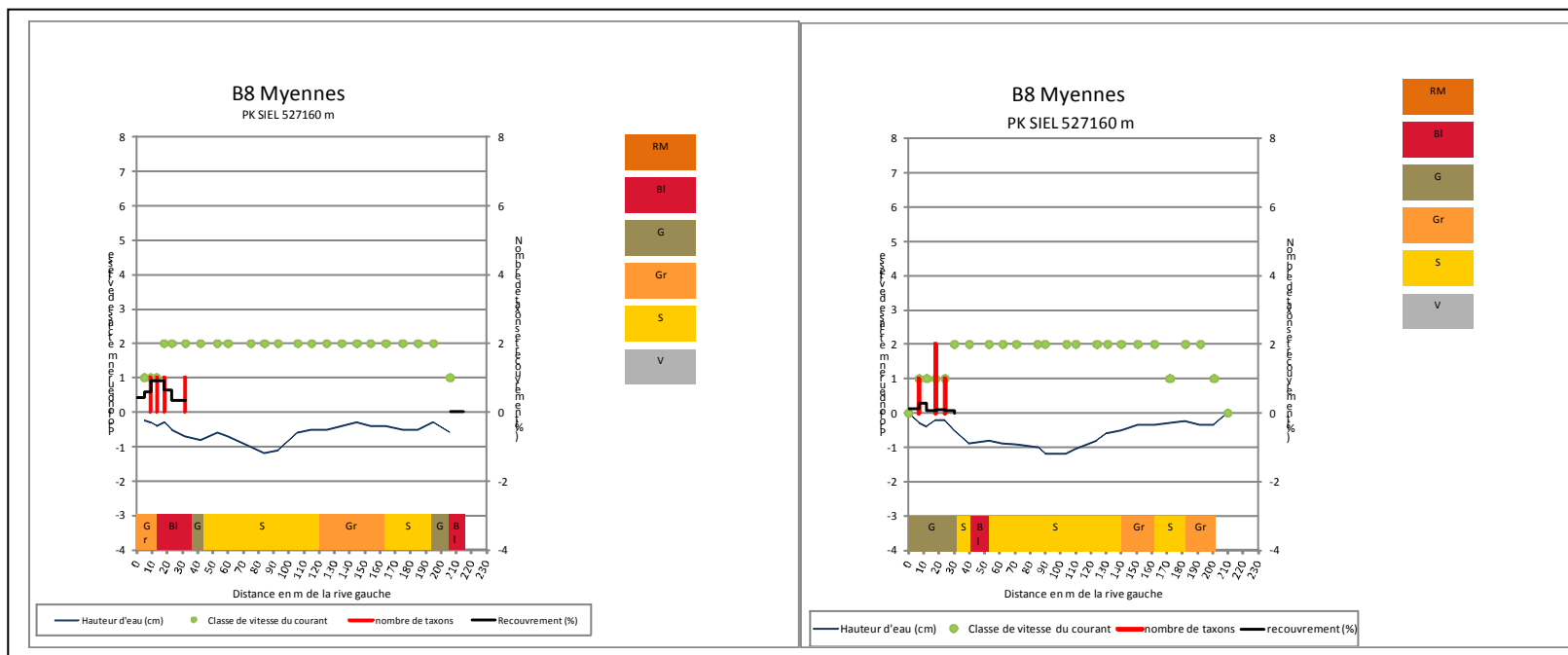


Profil N° 8 Myennes

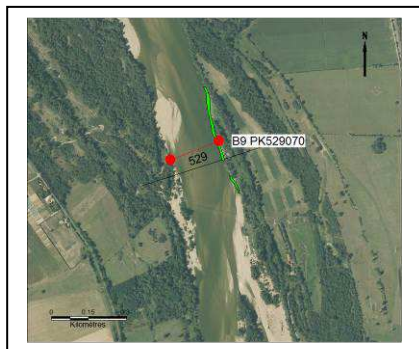


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 694503 m Y = 6705288 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 694319 m Y = 6705183 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

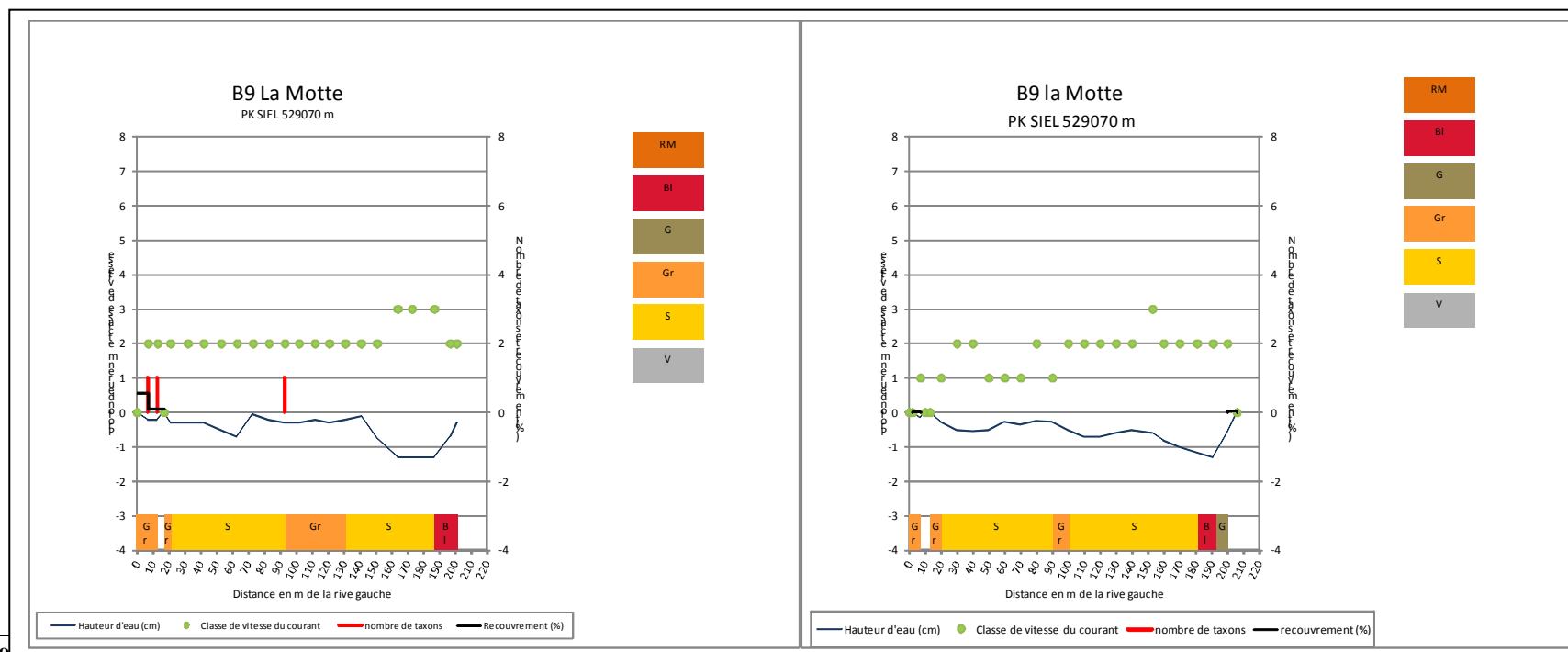


Profil N° B9 La Motte

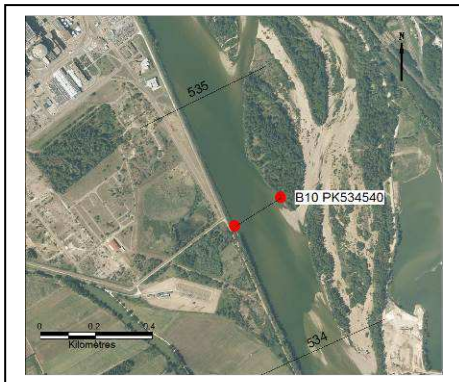


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 693957 m Y = 6707061 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 693763 m Y = 6706986 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

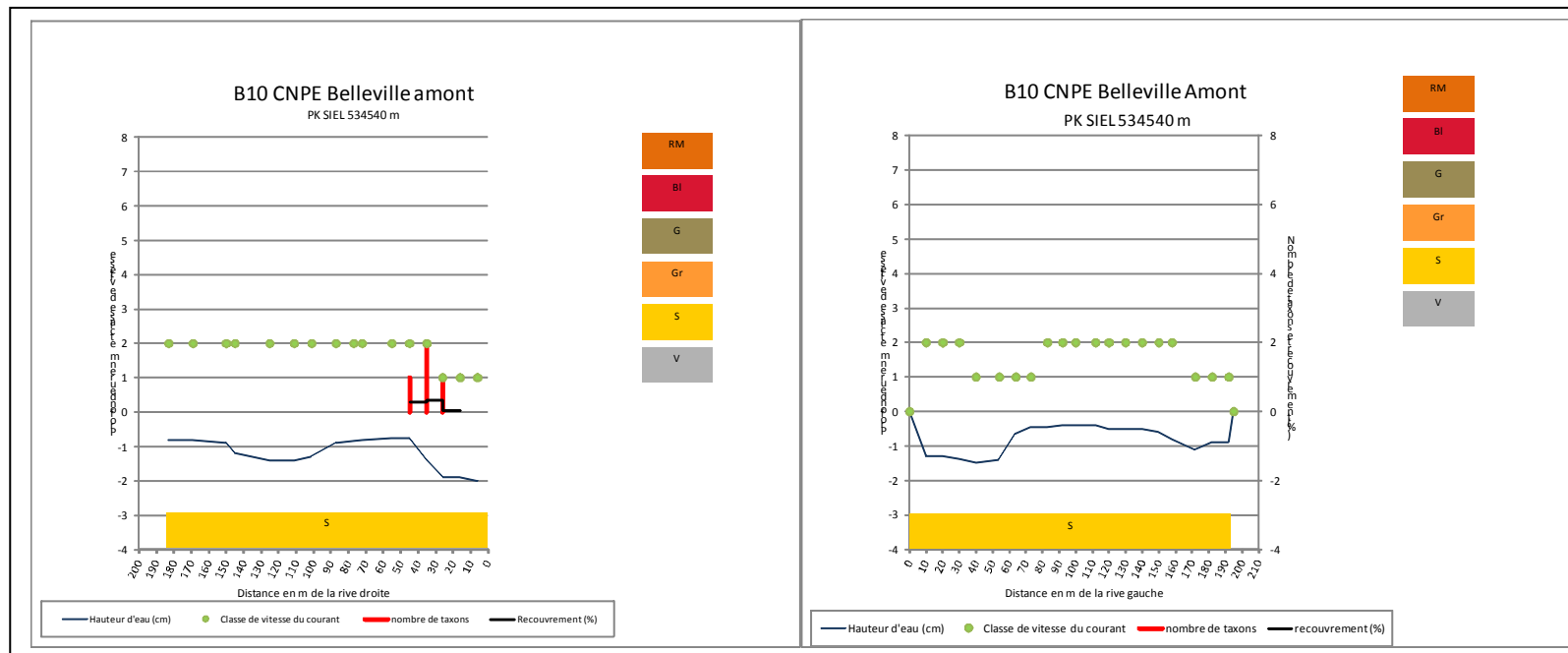


Profil N° B10



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 691551 m Y = 6711699 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 691387 m Y = 6711596 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

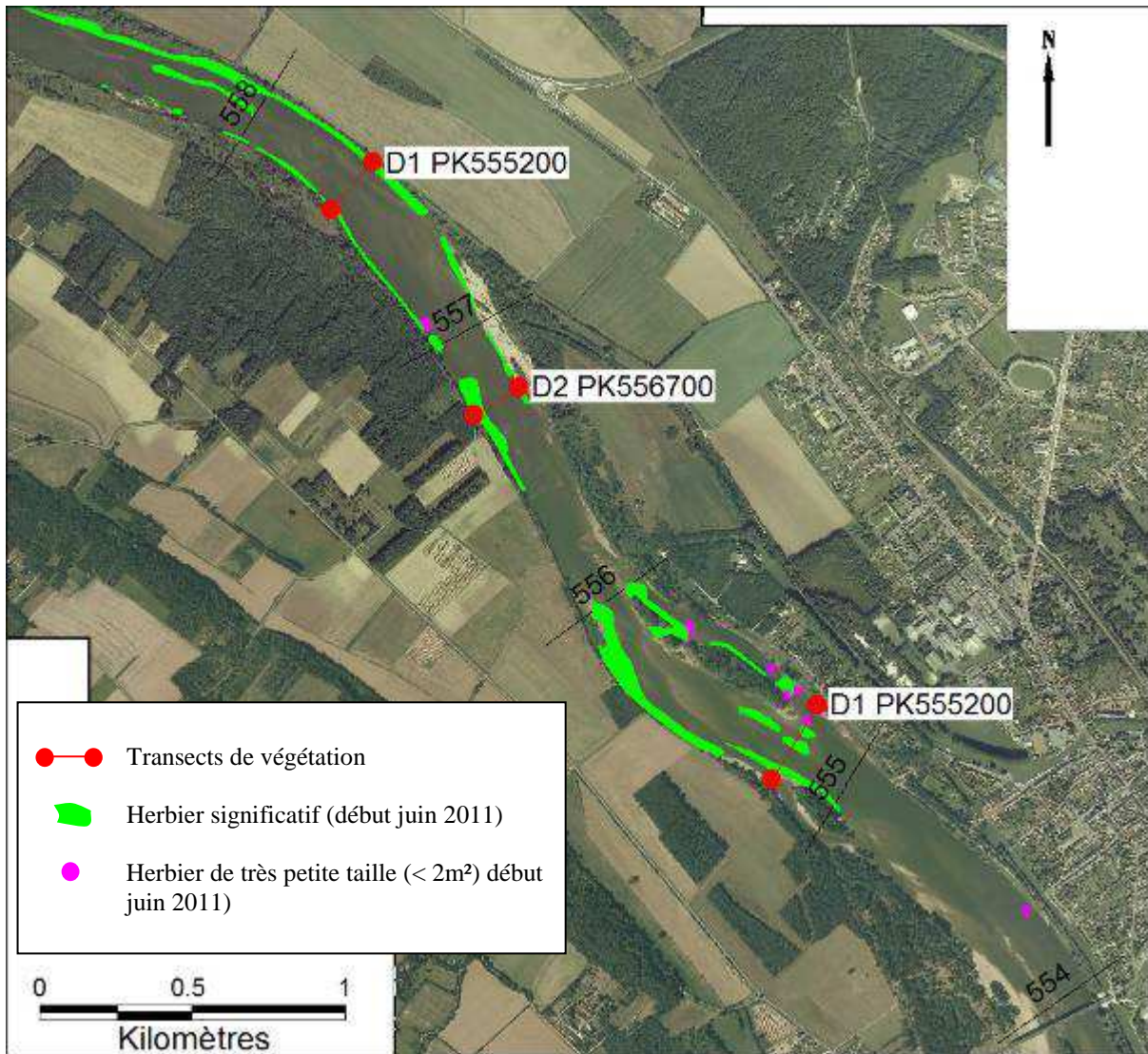


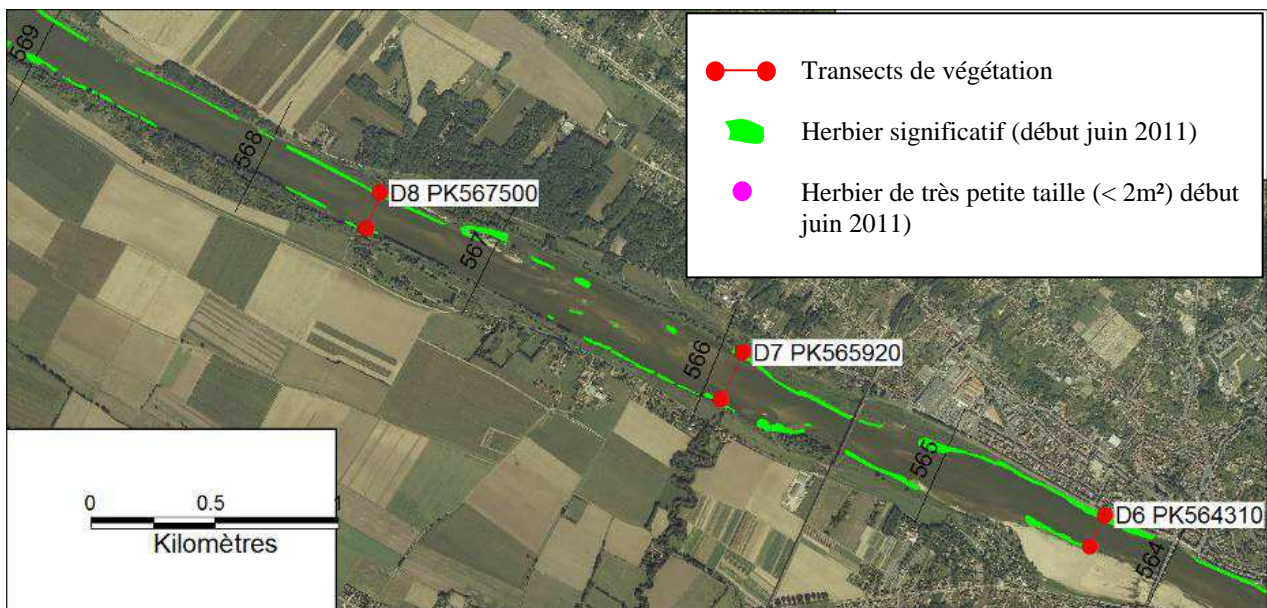
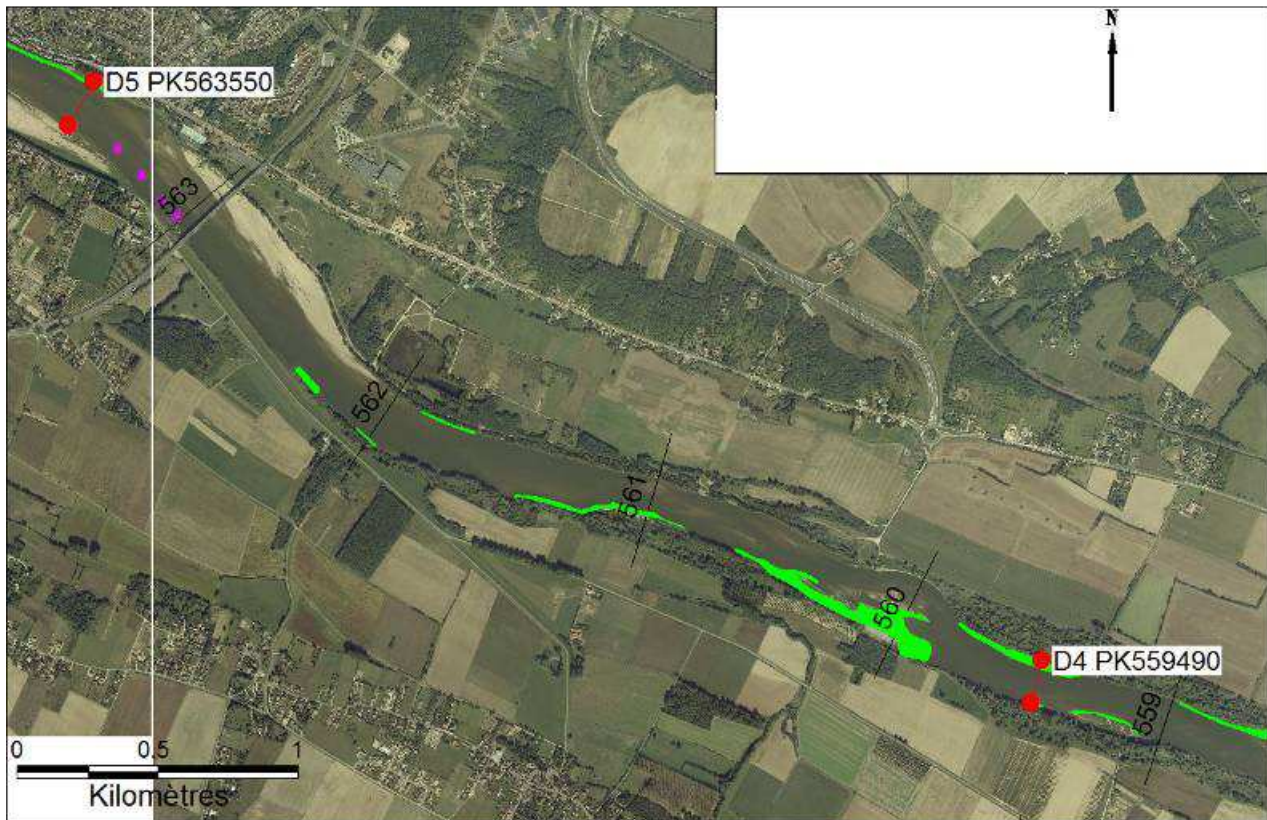


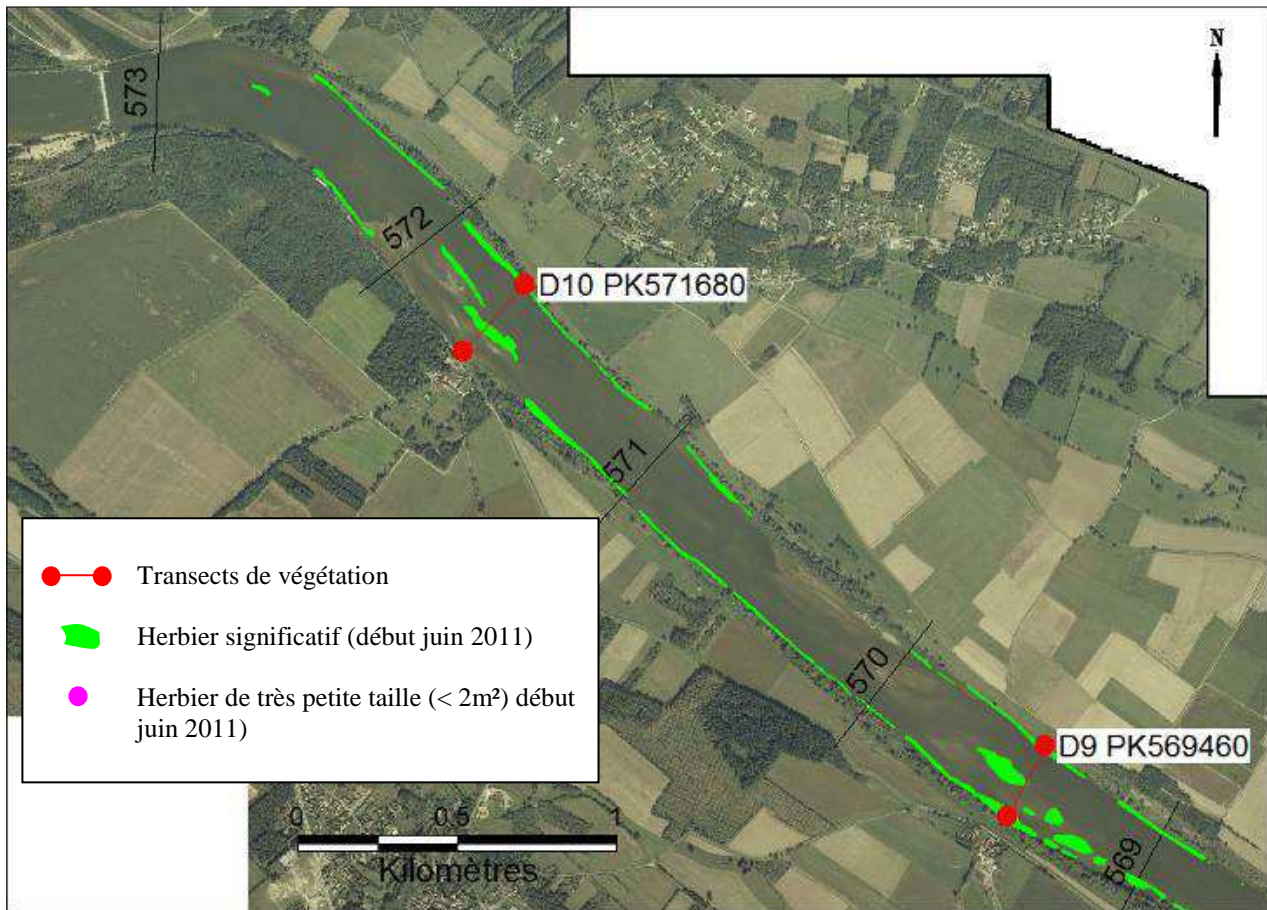
**Annexe 6 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Dampierre.**

Site de Dampierre						
profil N°	Nom	PK SIEL DREAL Centre (m)	Rive droite		Rive gauche	
			X L93 (m)	Y L93 (m)	X L93 (m)	Y L93 (m)
1	Camping Briare	555200	679378	6726775	679230	6726530
2	La chevrette	556700	678402	6727816	678251	6727725
3		557600	677922	6728551	677785	6728397
4	Ile du pont d'ocre	559490	676163	6729267	676124	6729118
5	Gien amont	563550	672788	6731327	672699	6731170
6	Gien aval	564310	672089	6731648	672031	6731521
7	Le Bras	565920	670631	6732303	670543	6732114
8	Le Val Caron	567500	669168	6732945	669115	6732804
9	Les Bordelets	569460	667493	6733910	667374	6733692
10	L'Ormet	571680	665868	6735350	665673	6735143

Annexe 7 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Dampierre. De l'amont vers l'aval.

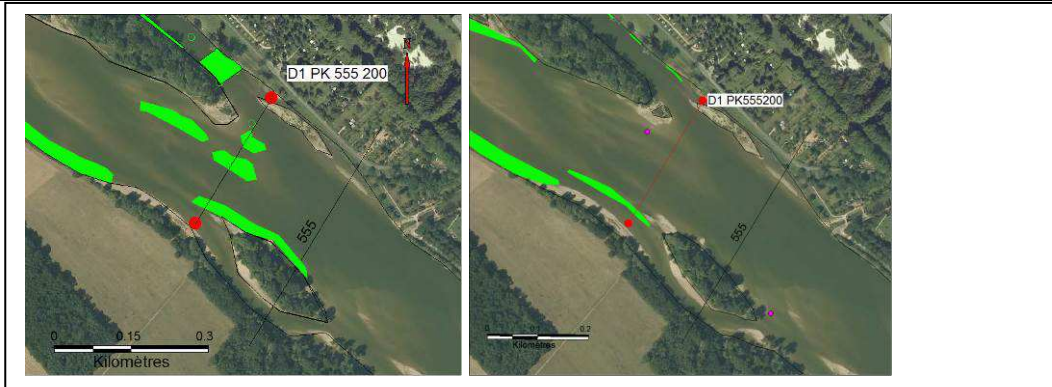






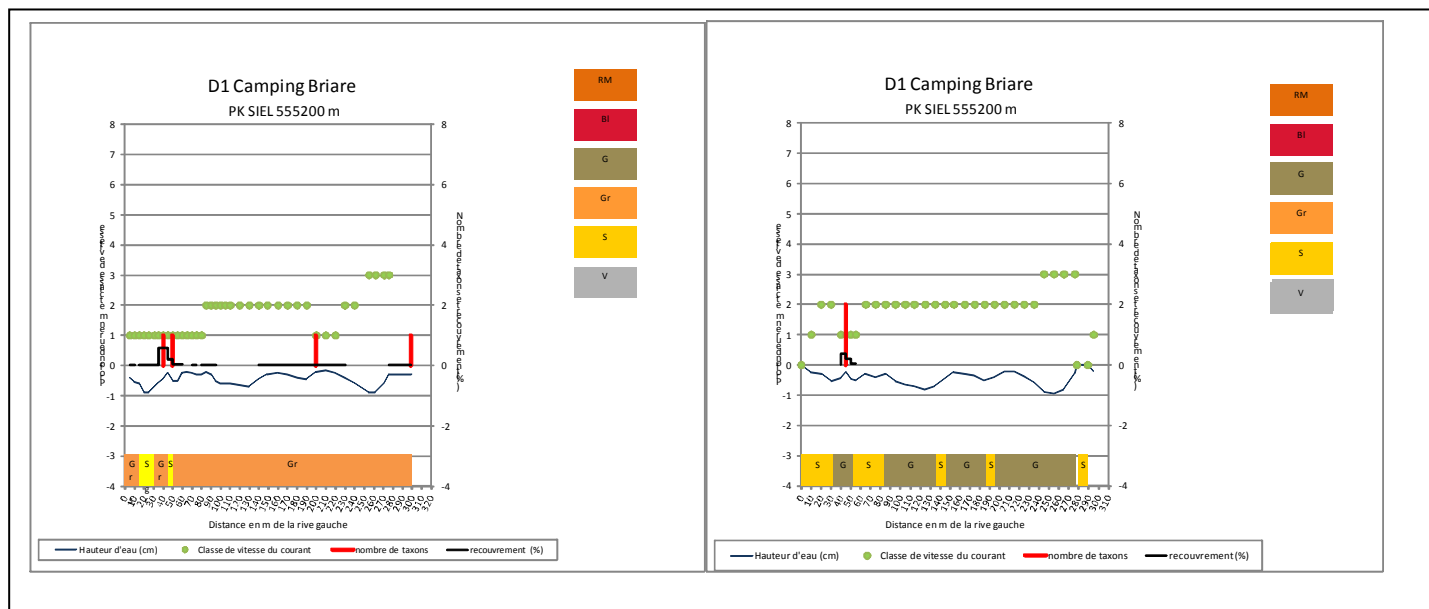
Annexe 8 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de Dampierre de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).

Profil N° D1 Camping de Briare



Localisation RGF93 :  
 Rive droite : X = 679378 m Y = 6726775 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 679230 m Y = 6726530 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

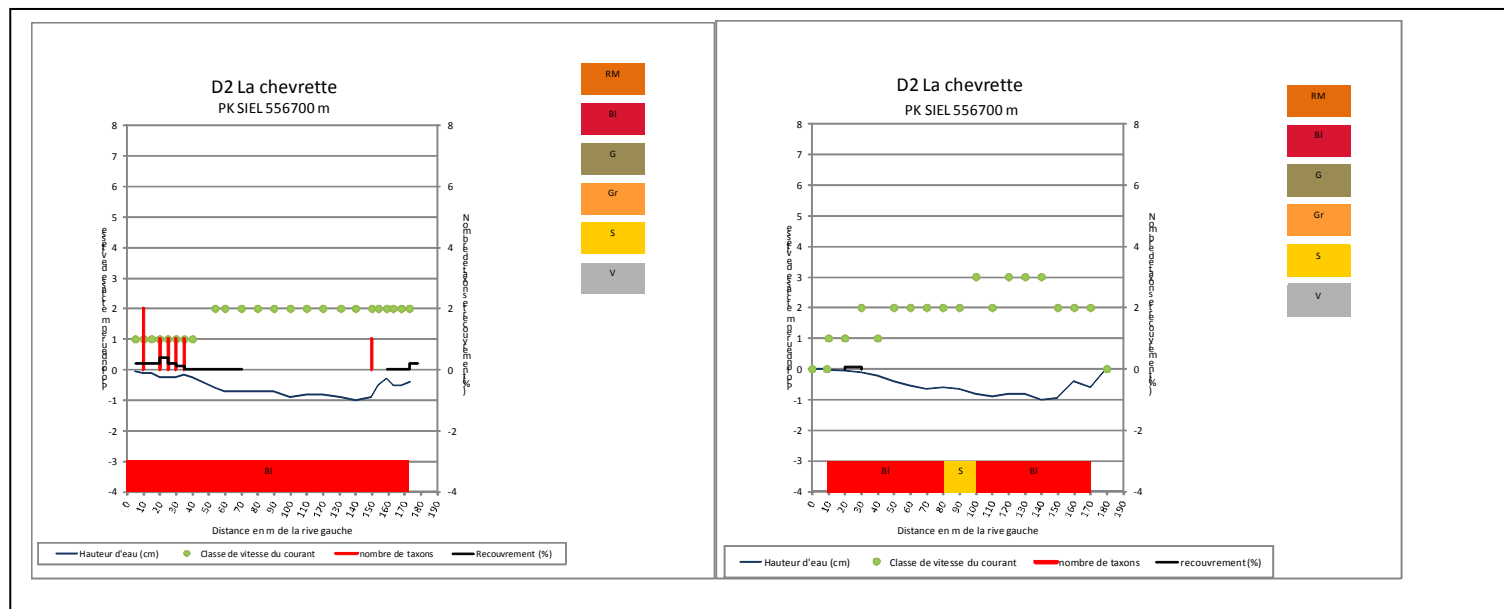


Profil N° D2 Dampierre

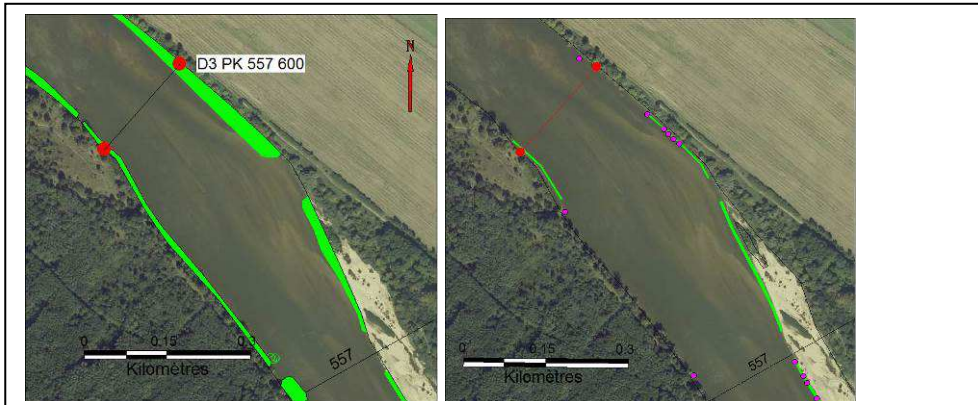


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 678402 m Y = 6727816 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 678251 m Y = 6727725 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

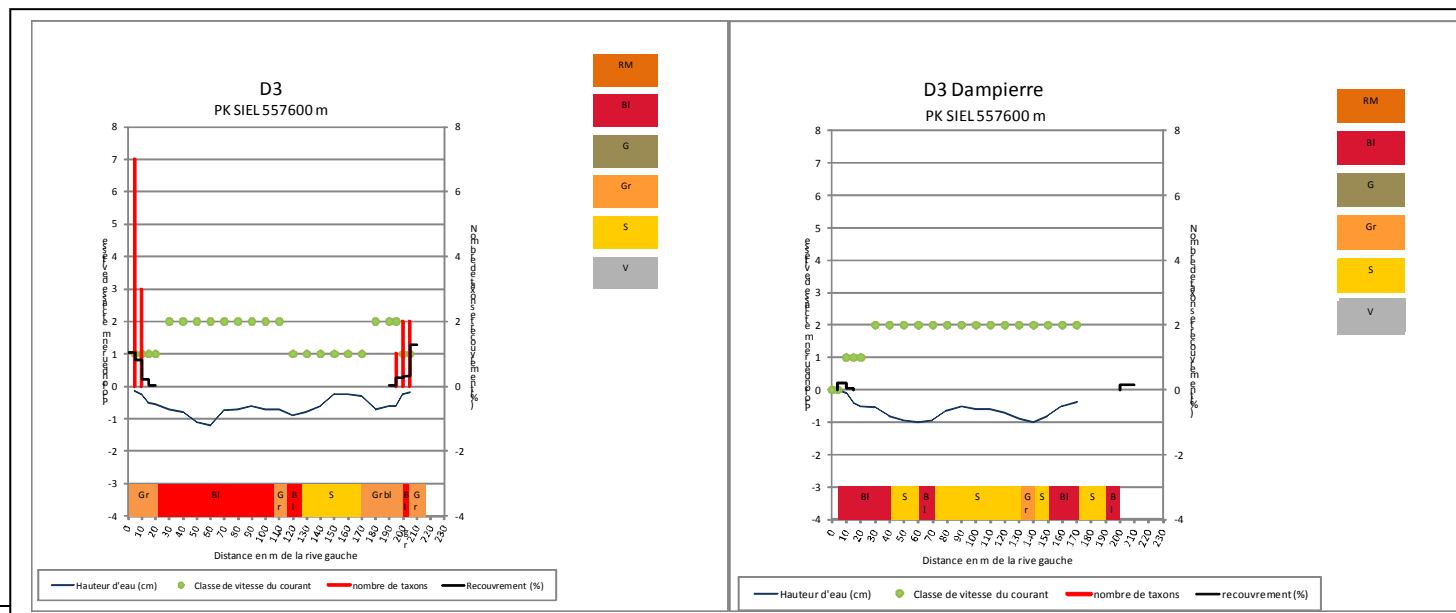


Profil N° D3 Dampierre

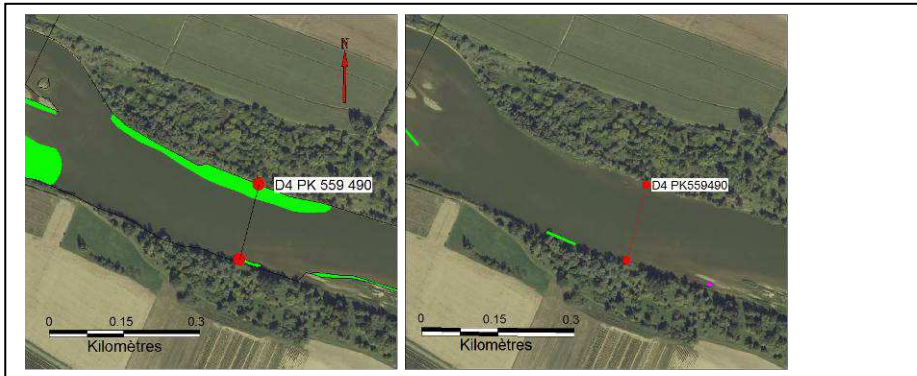


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 677922 m Y = 6728551 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 677785 m Y = 6728397 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

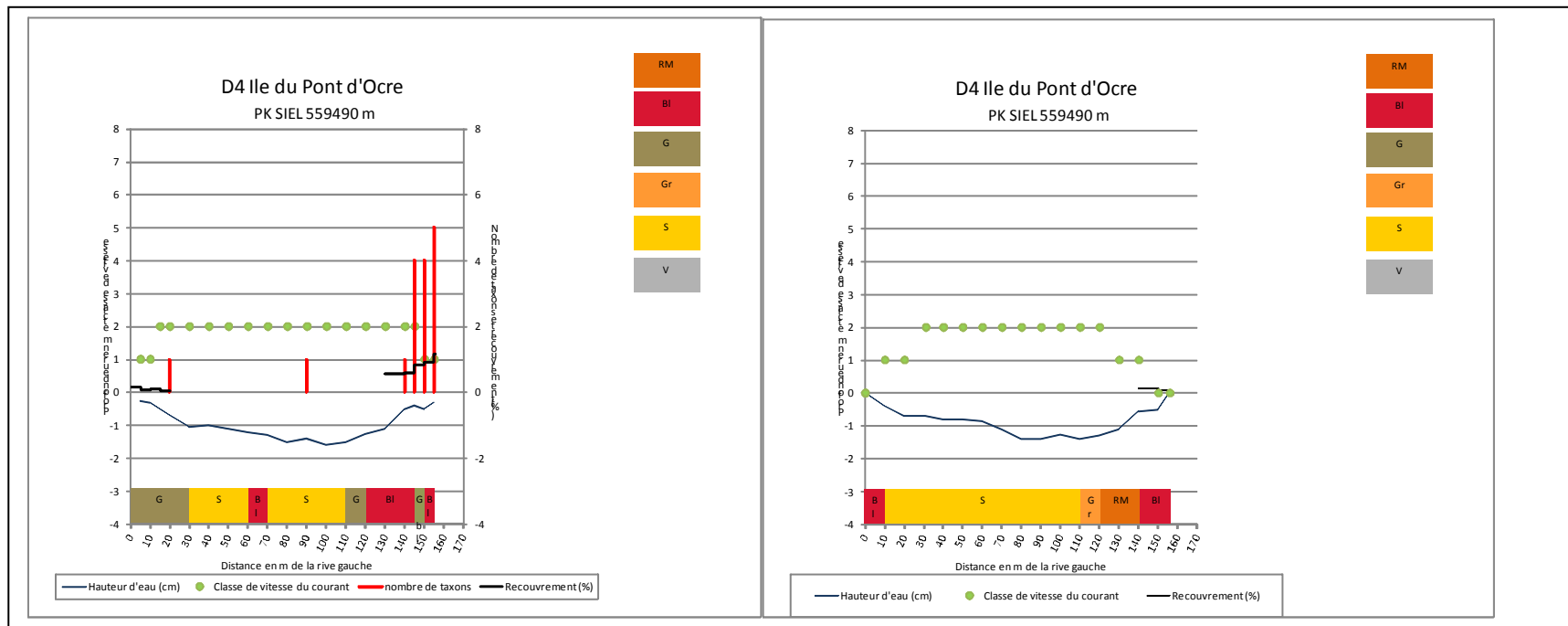


Profil N° 4 Dampierre



**Localisation en mètre RGF93 :**  
 Rive droite : X = 676163 m Y = 6729267 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 676124 m Y = 6729118 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005



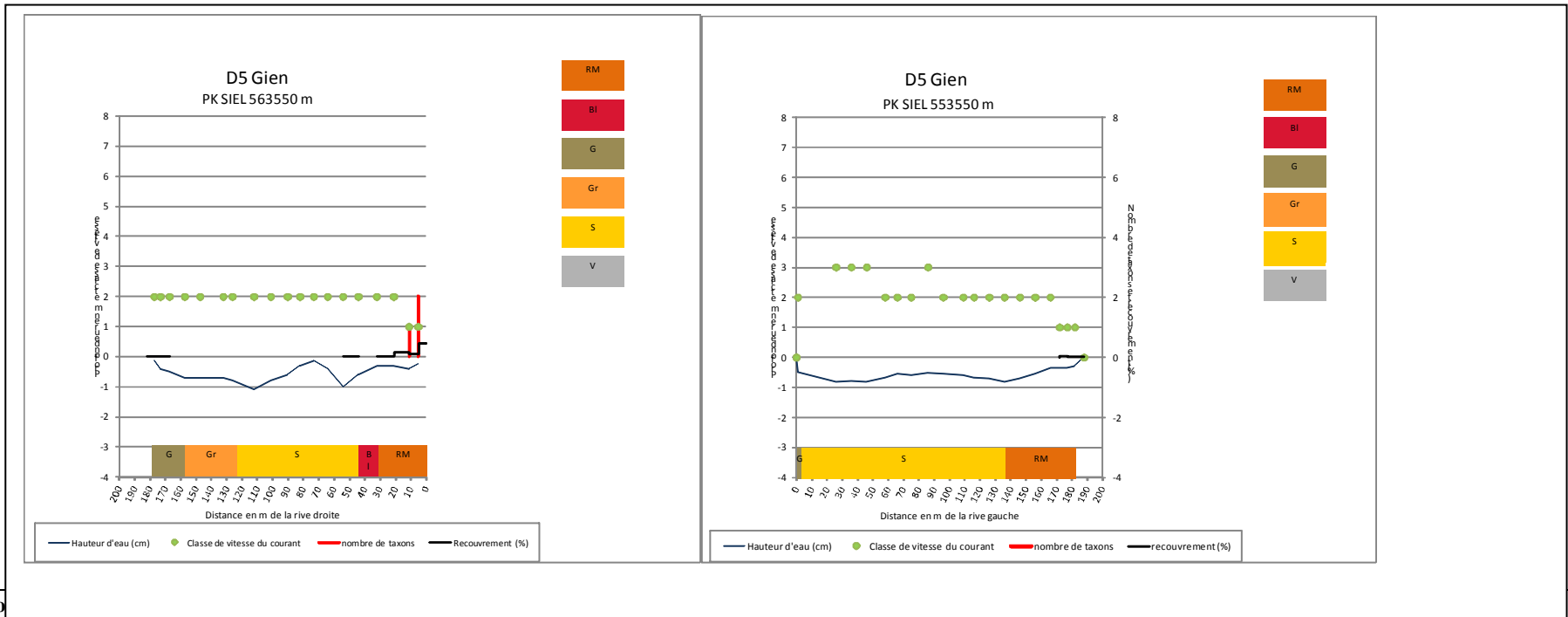


Profil N° 5 Dampierre



**Localisation en mètre RGF93 :**  
 Rive droite : X = 672788 m Y = 6731327m (GPS)  
 Rive gauche : X = 672699 m Y = 6731170 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

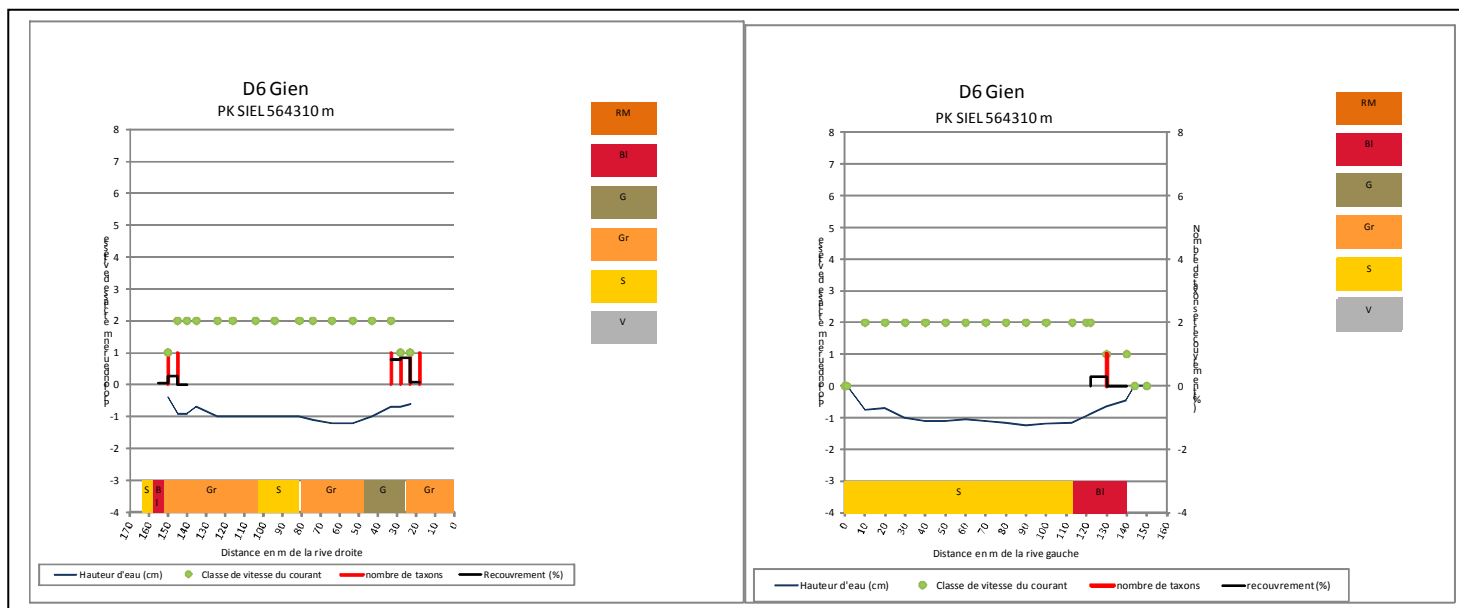


Profil N° 6 Dampierre

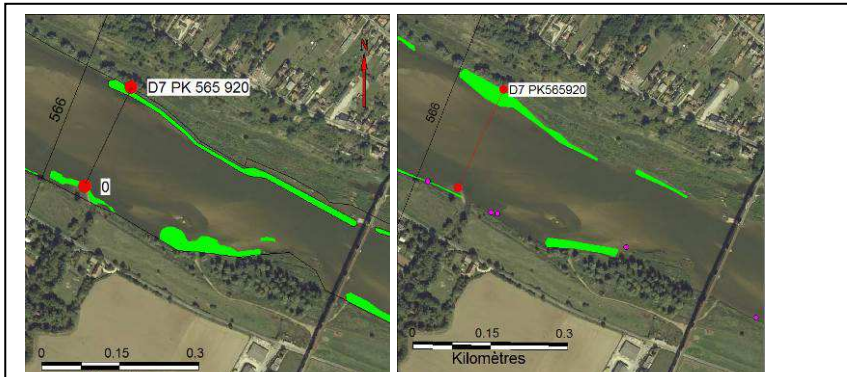


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 672089 m Y = 6731648 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 672031 m Y = 6731521 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

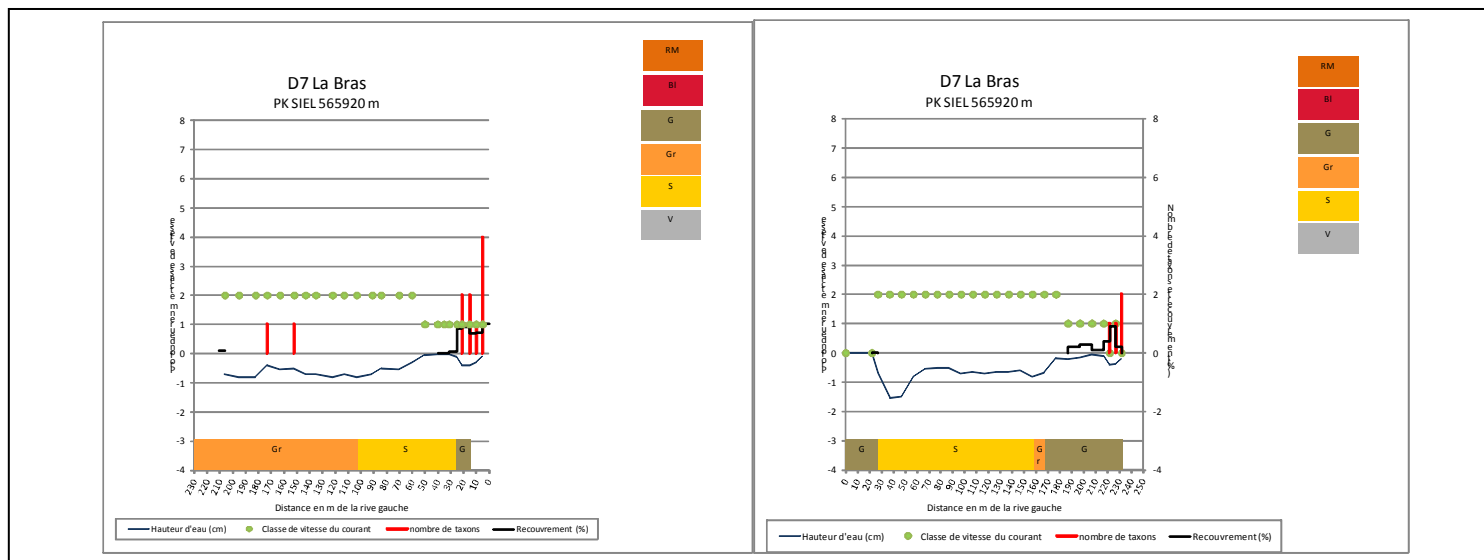


Profil N° 7 Dampierre

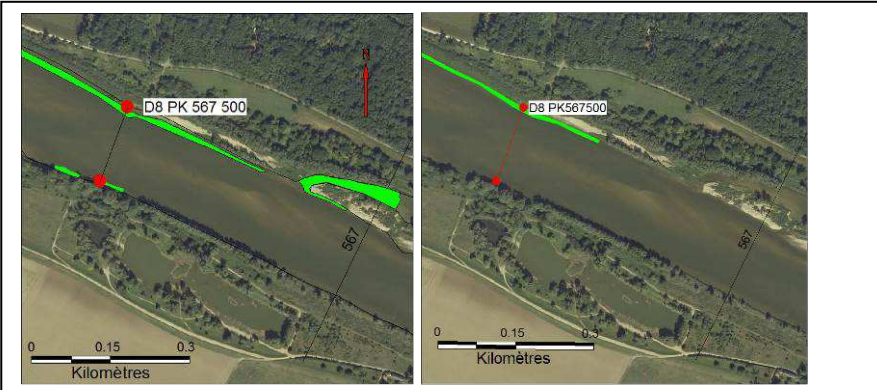


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 670631 m Y = 6732303 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 670543 m Y = 6732114 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

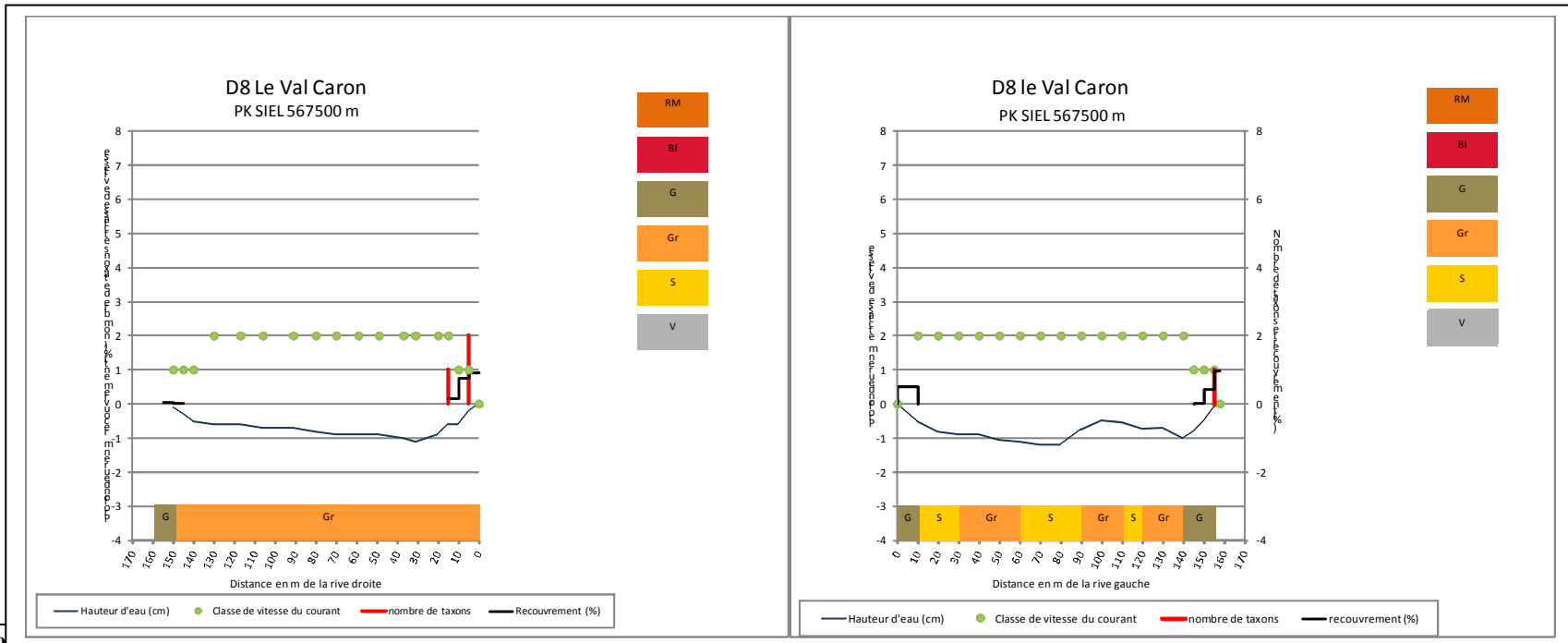


Profil N° 8 Dampierre



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 669168 m Y = 6732945 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 669115 m Y = 6732804 m (GPS)

Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

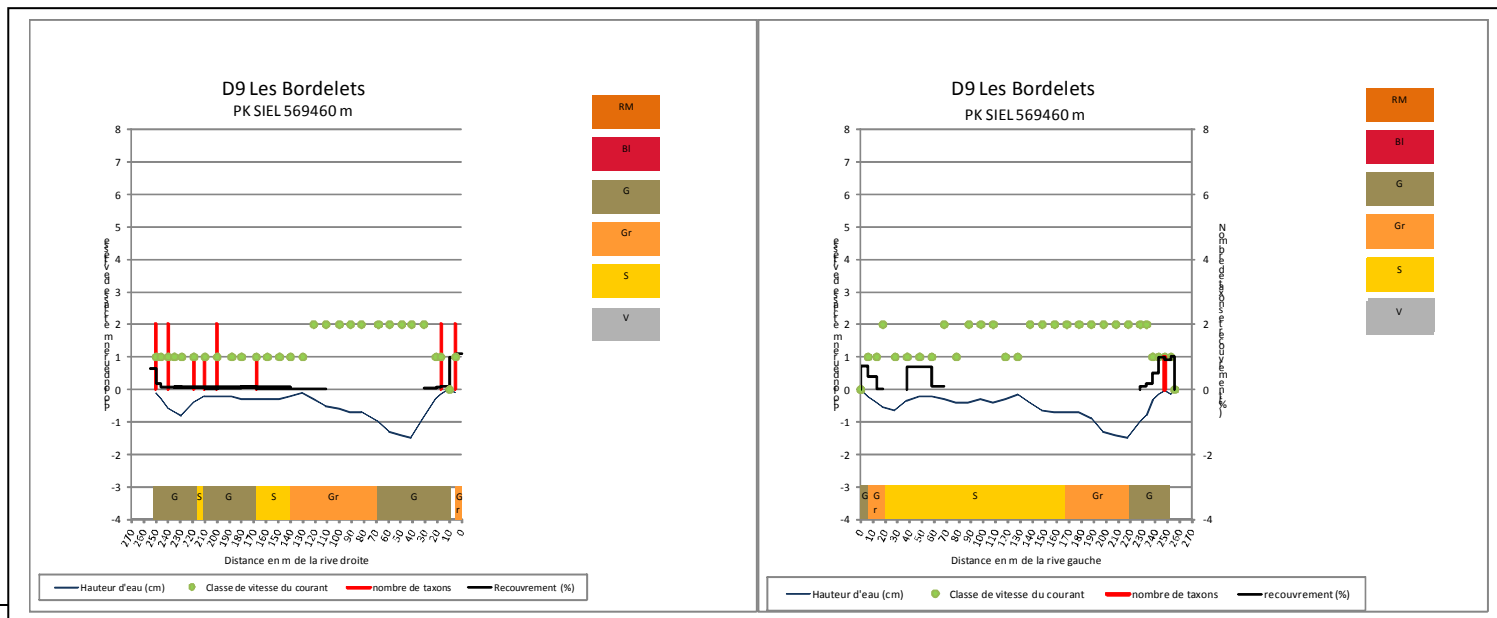


Profil N° 9 Dampierre

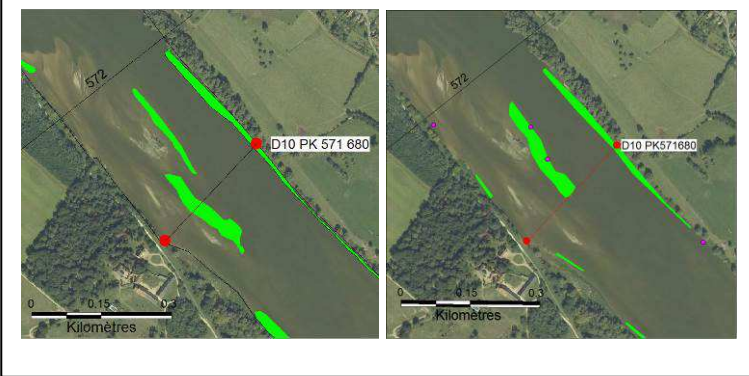


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 667493 m Y = 6733910 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 667374 m Y = 6733692 m (GPS)

Localisation du profil sur l’image aérienne SIEL du 09/2005

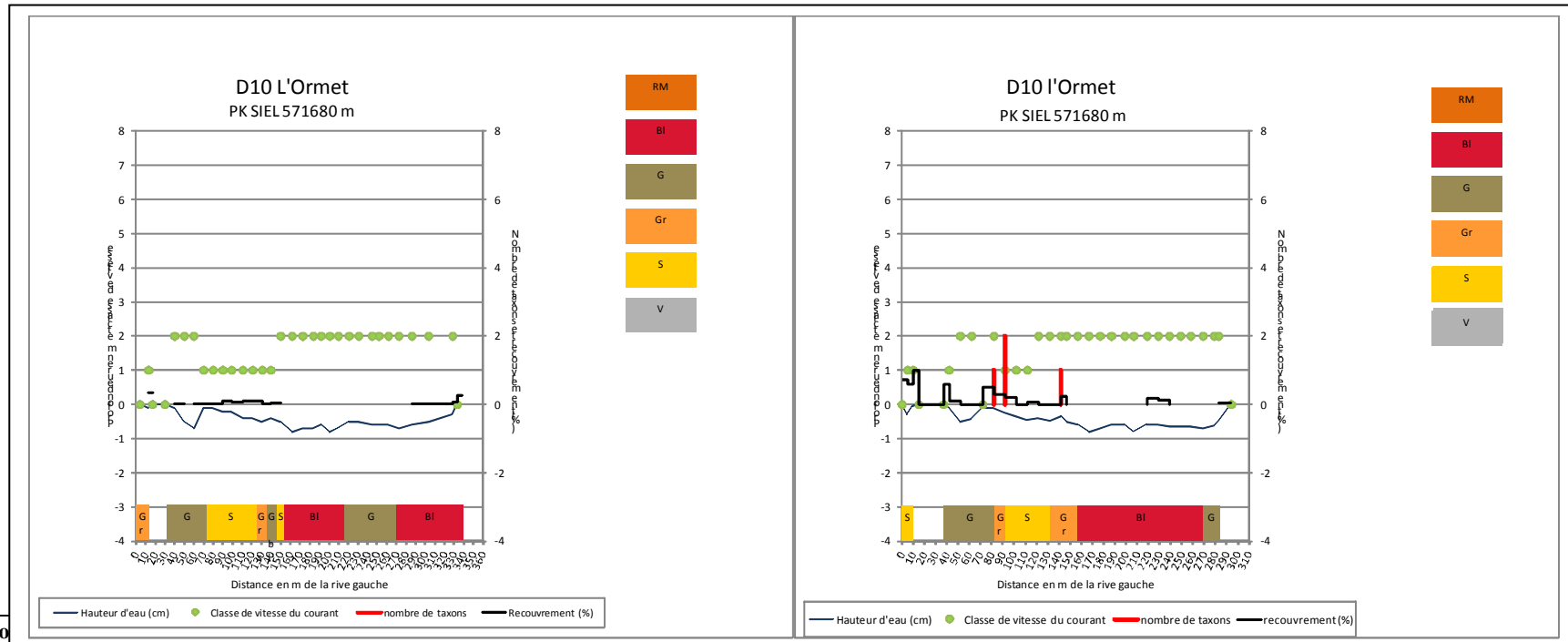


Profil N° 10 Dampierre



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 665868 m Y = 6735350 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 665673 m Y = 6735143 m (GPS)

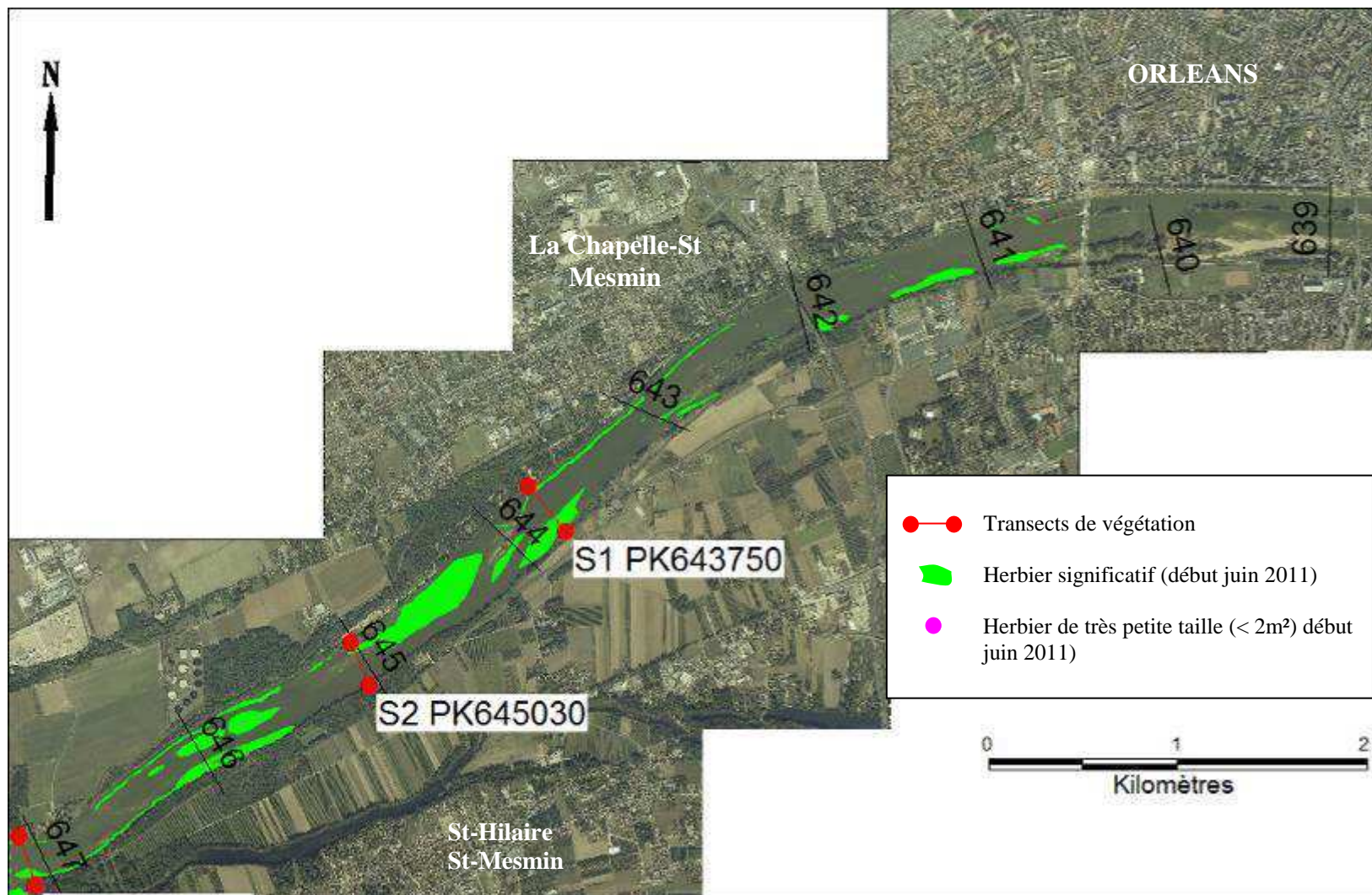
Localisation du profil sur l'image aérienne SIEL du 09/2005



**Annexe 9 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Saint Laurent amont.**

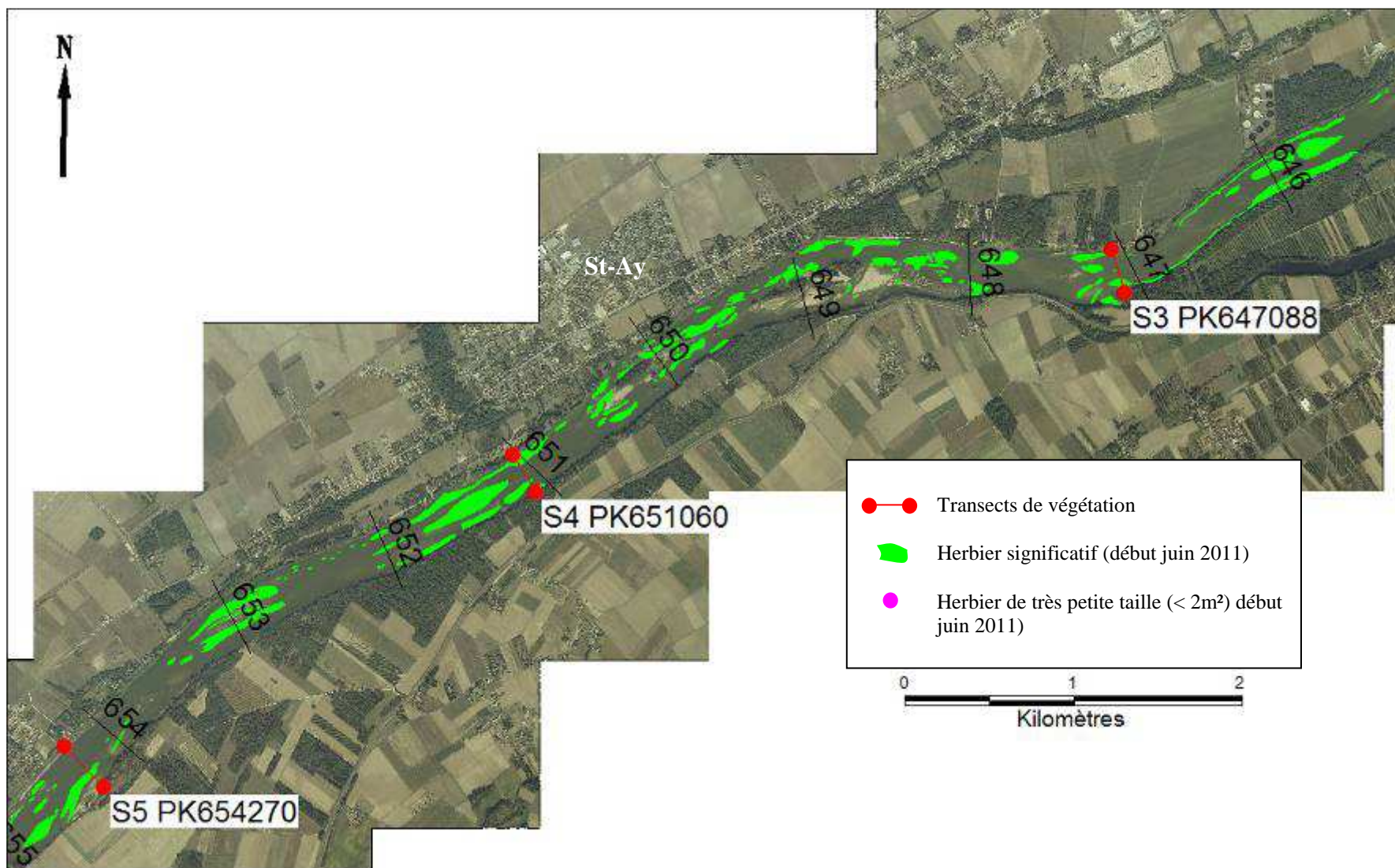
Site de Saint Laurent						
profil N°	Nom	PK SIEL DREAL Centre	Rive droite		Rive gauche	
		(m)	X L93 (m)	Y L93 (m)	X L93 (m)	Y L93 (m)
1	La Croix Micy	643750	613080	6754280	613280	6754040
2	La Chapelle Bicross	645030	612139	6753448	612243	6753225
3	Pointe de Courpain	647088	610387	6752424	610468	6752170
4	Camping de Saint Ay	651060	606836	6751211	606972	6750988
5	Mareau	654270	604178	6749487	604412	6749240
6	Meung sur Loire	656000	603021	6748207	603221	6748021
7	Baule Confluent Mauve	659122	601614	6745398	601888	6745281
8	Baule Ile	661292	600248	6744155	600298	6743847
9	Beaugency Les belettes	666300	597160	6740719	597380	6740594
10	Tavers	668890	596098	6738445	596260	6738255

Annexe 10 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Saint Laurent amont, de l'amont vers l'aval.

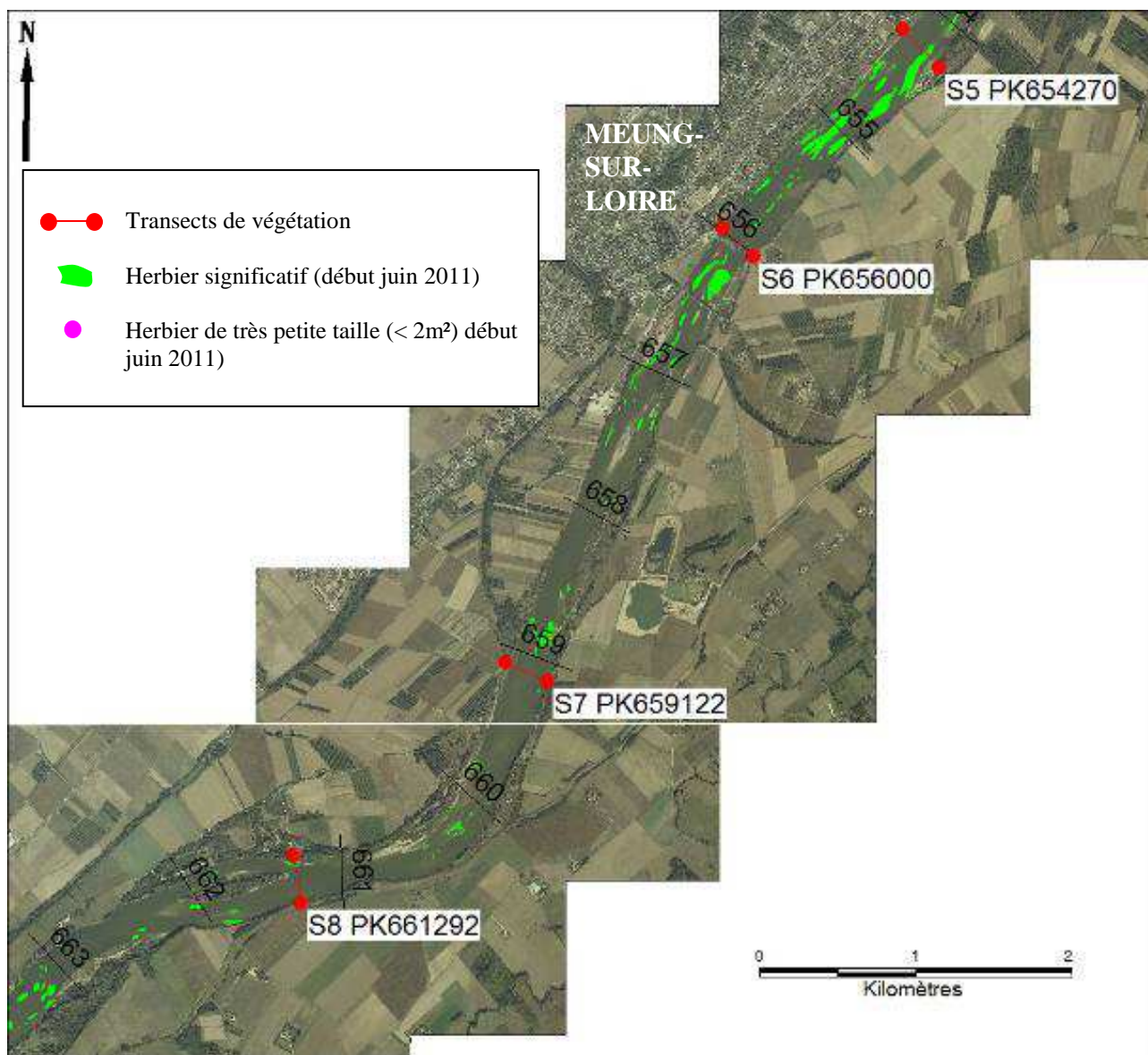


Localisation des transects de végétation secteur de Saint-Laurent – section entre les communes d'Orléans et St Hilaire-St-Mesmin.

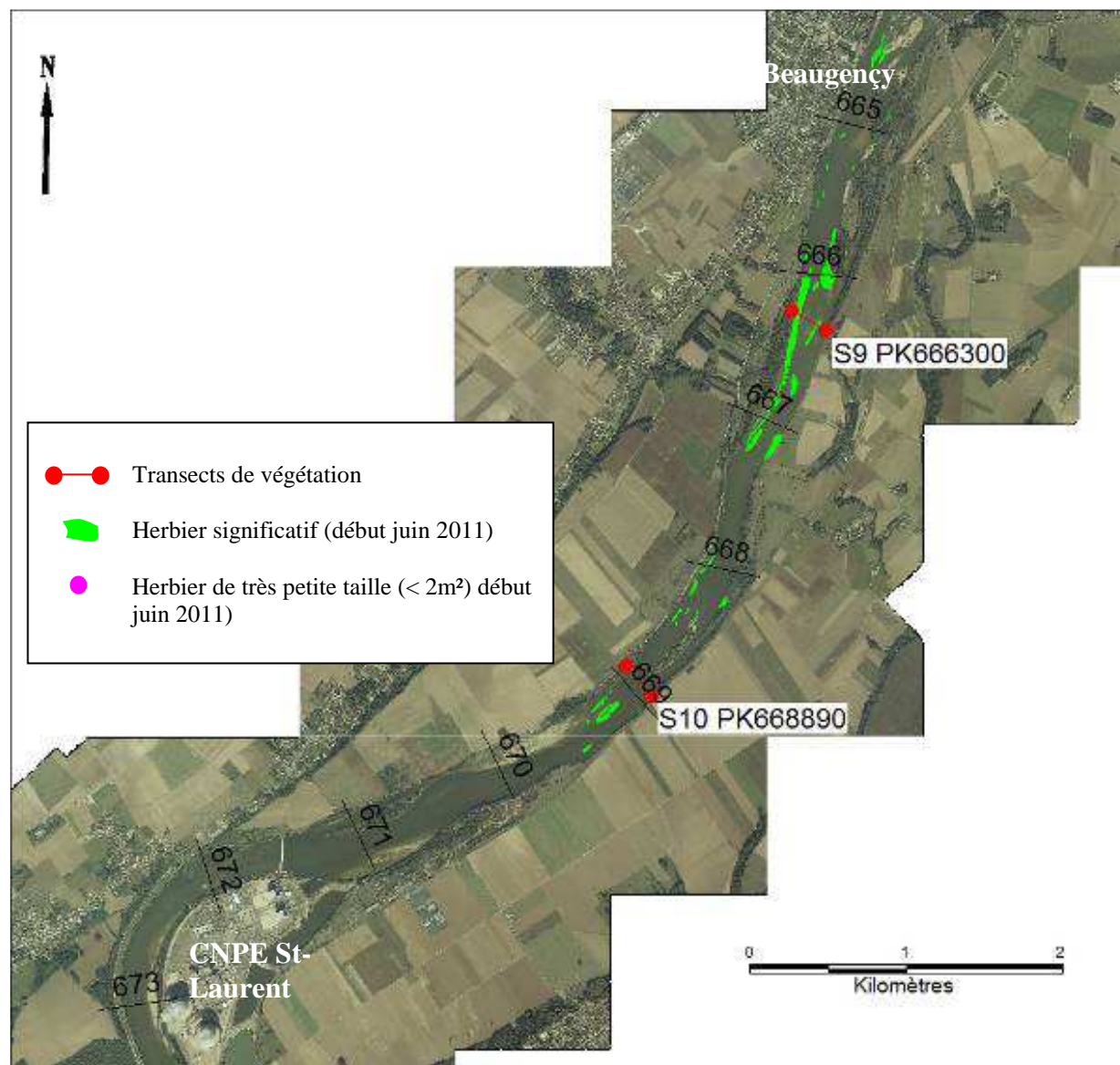




Localisation des transects de végétation secteur de Saint-Laurent – section de l'amont de St-Ay à l'amont de Meung-sur-Loire.



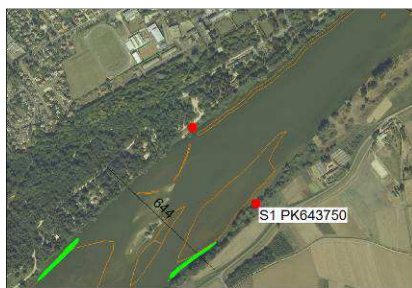
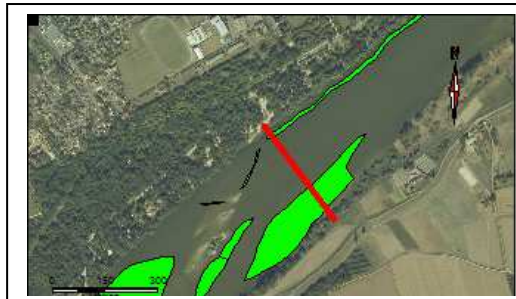
Localisation des transects de végétation secteur de Saint-Laurent – section entre les communes de Meung-sur-Loire et de Beaugency



Localisation des transects de végétation secteur de Saint-Laurent – section entre la commune de Beaugency et le CNPE de St Laurent

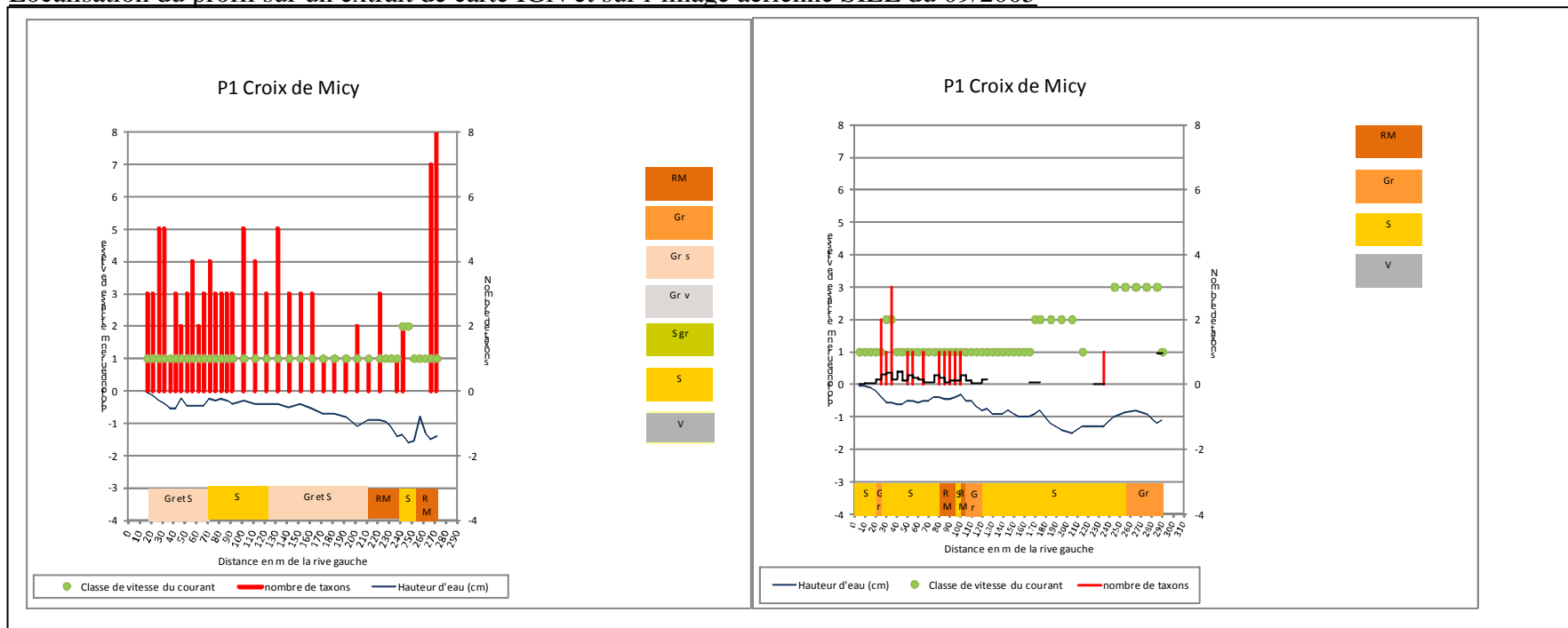
Annexe 11 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de St Laurent amont, de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).

Profil N° 1 La Croix de Micy

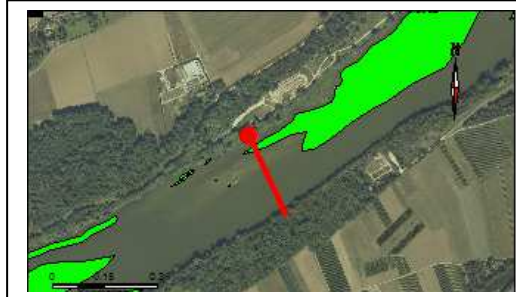


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 613080 m Y = 6754280 m (SIG)  
 Rive gauche : X = 613280 m Y = 6754040 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

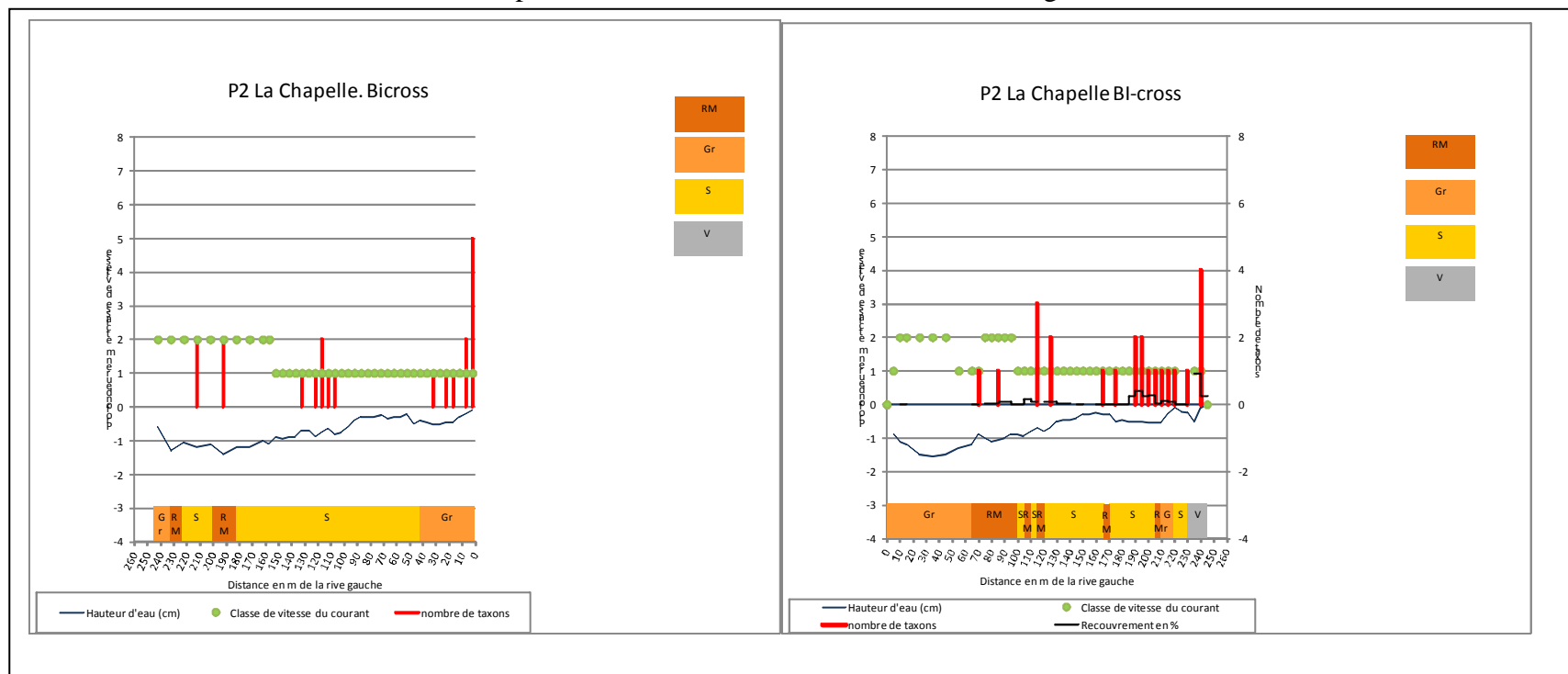


Profil N° 2 La Chapelle. Bicross

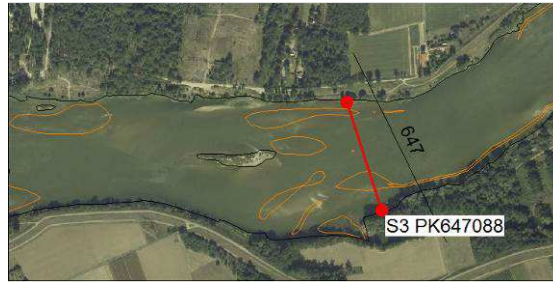
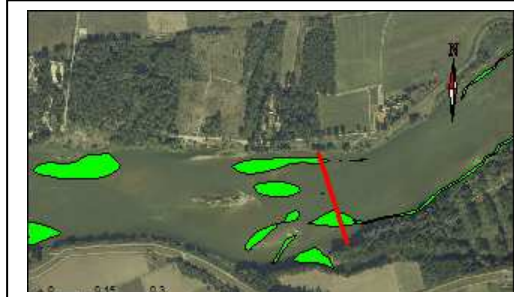


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 612139 m Y = 6753448 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 612243 m Y = 6753225 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

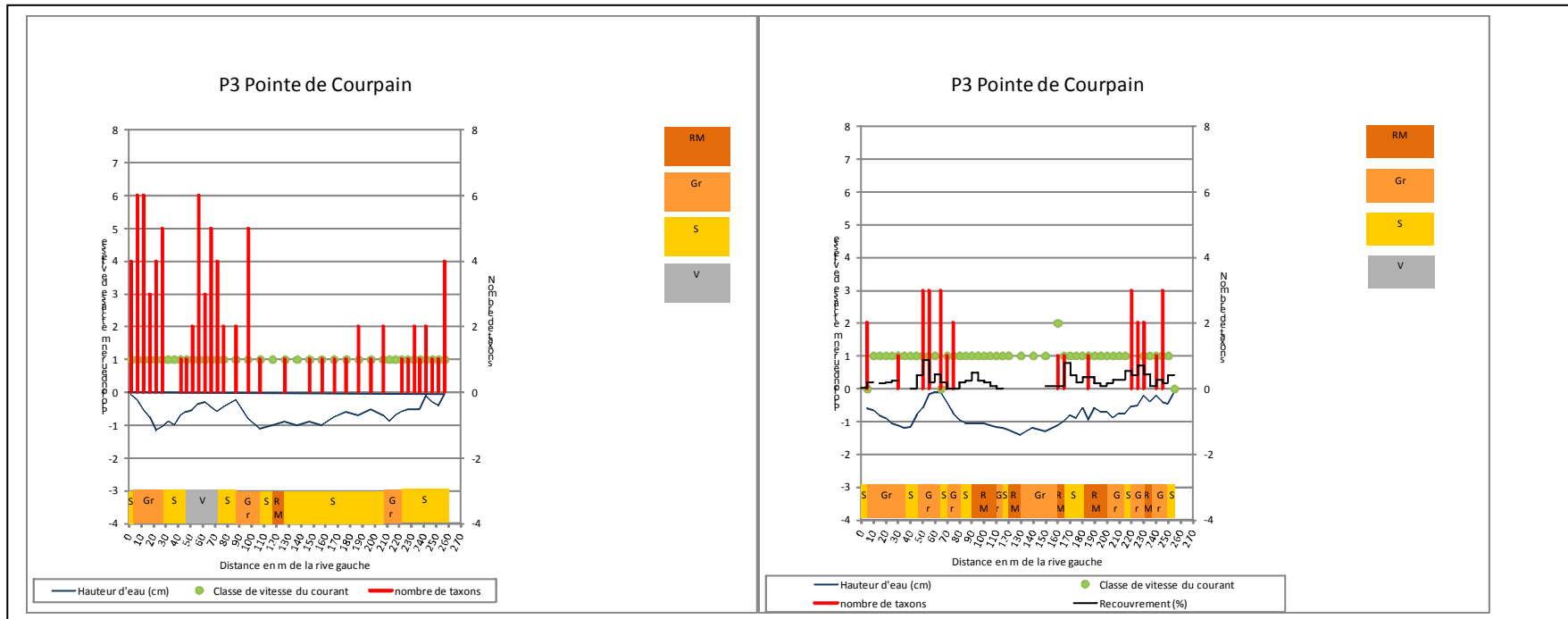


Profil N° 3 Pointe de Courpain

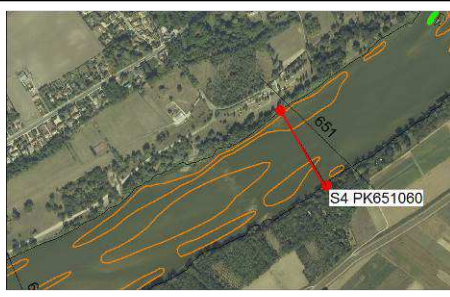
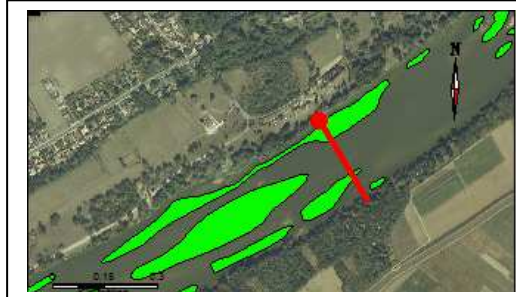


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 610387 m Y = 6752424 m (SIG)  
 Rive gauche : X = 610468 m Y = 6752170 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

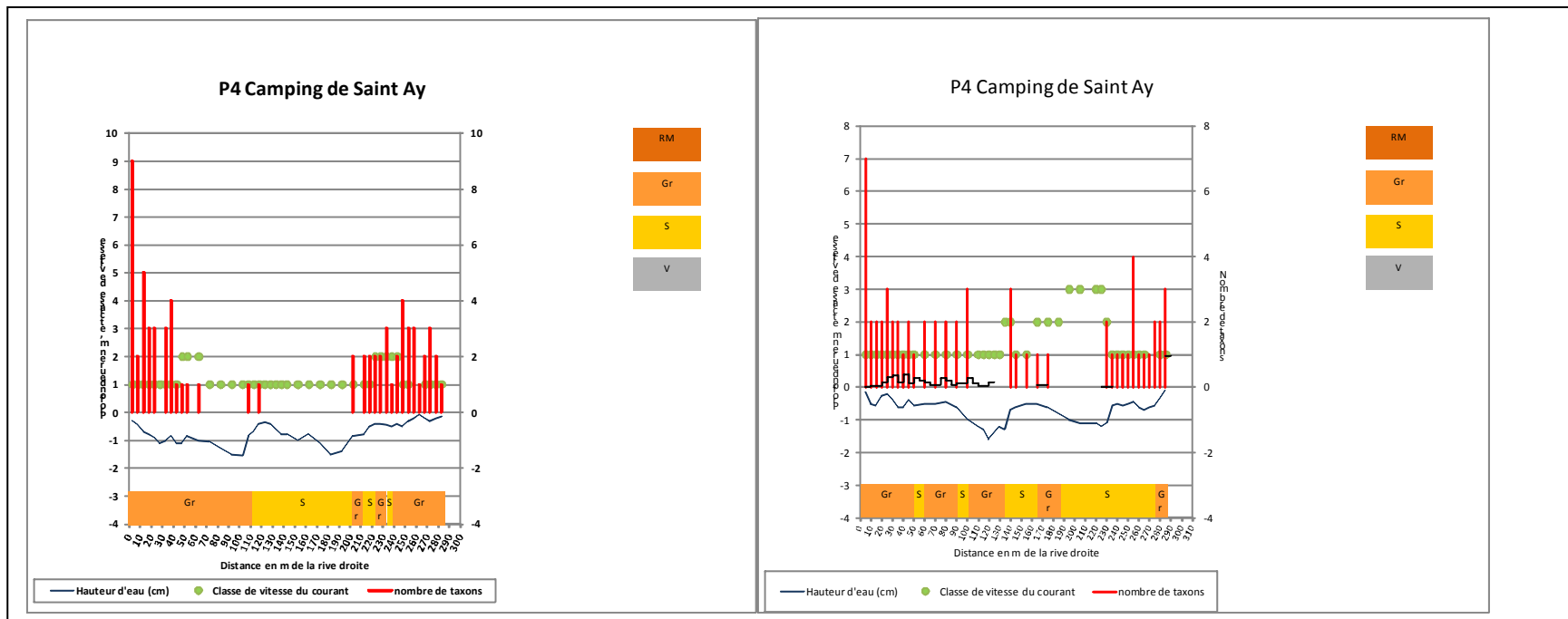


Profil N° 4 Camping de Saint Ay



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 606836 m Y = 6751211 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 606972 m Y = 6750988 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

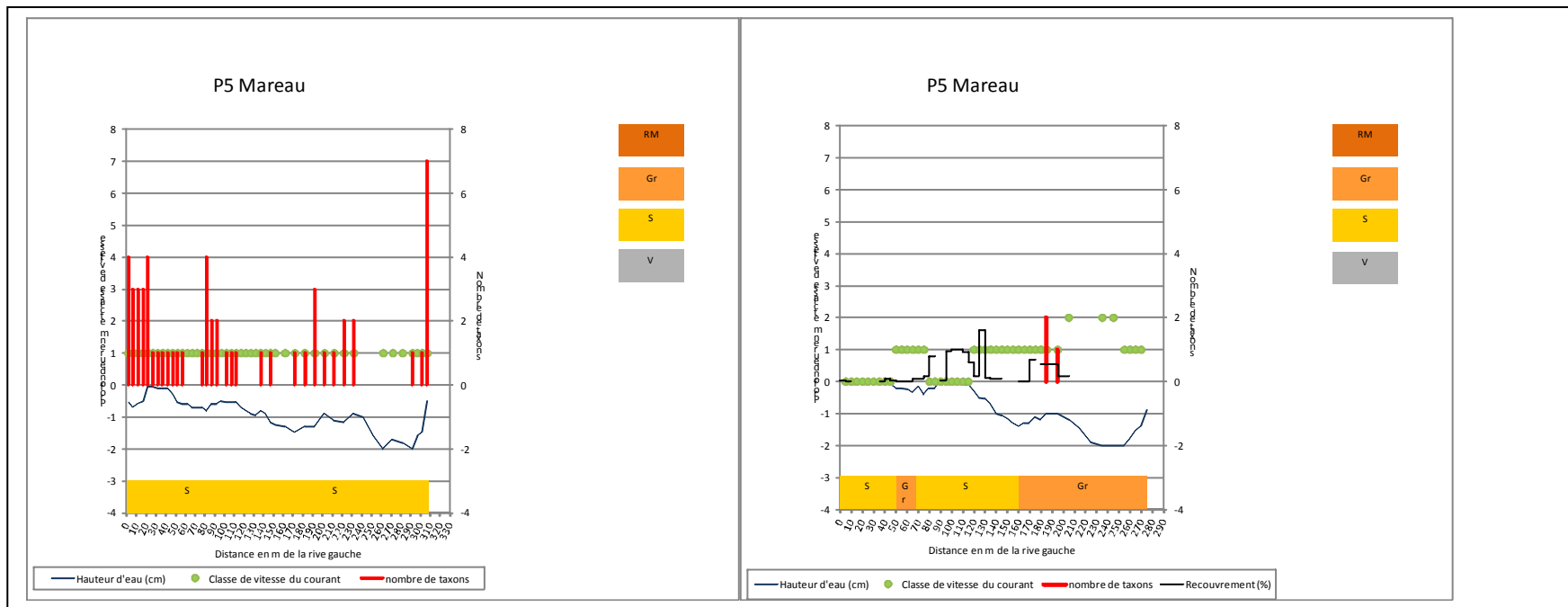


Profil N° 5 Mareau



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 604178 m Y = 6749487 m (SIG)  
 Rive gauche : X = 604412 m Y = 6749240 m (GPS)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l’image aérienne SIEL du 09/2005



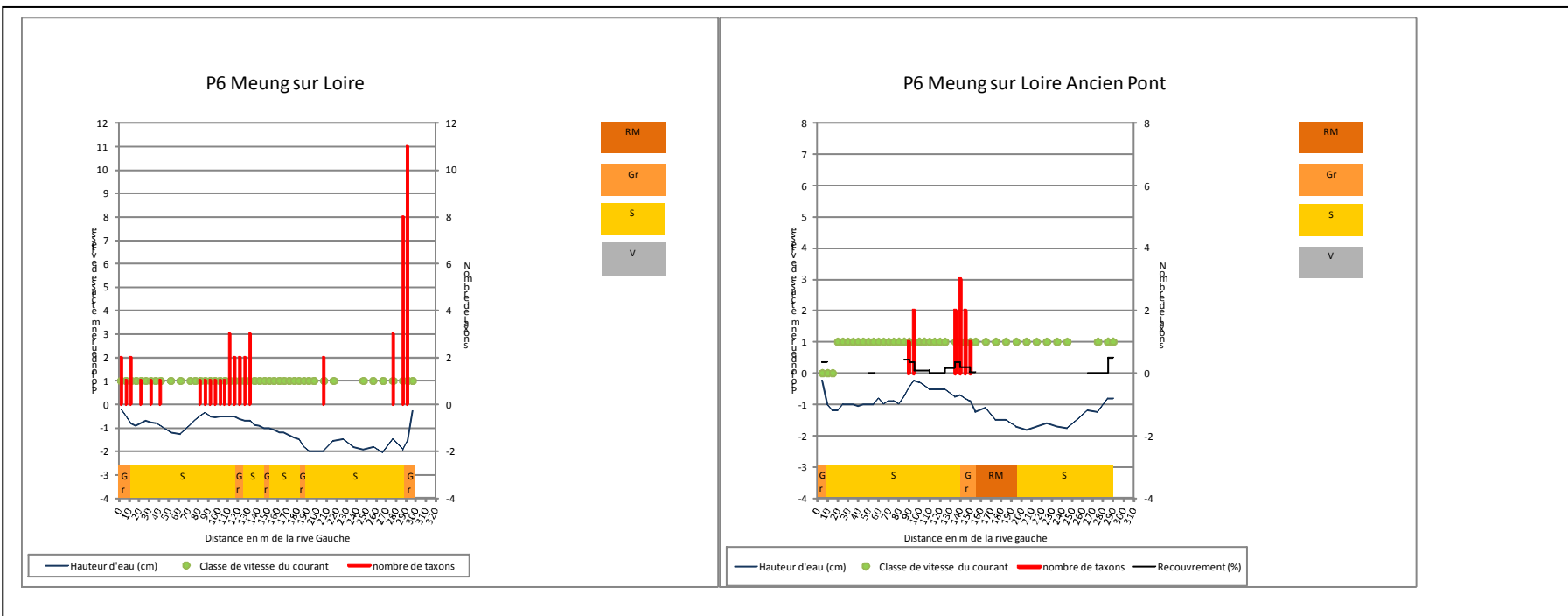


Profil N° 6 Meung sur Loire Ancien pont

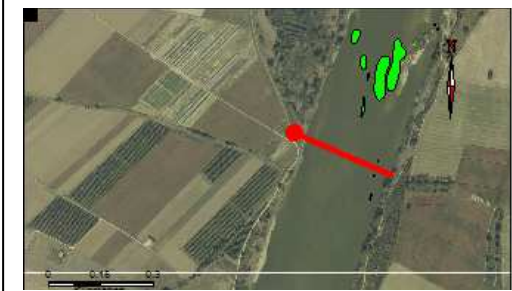


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 603021 m Y = 6748207 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 603221 m Y = 6748021 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l’image aérienne SIEL du 09/2005

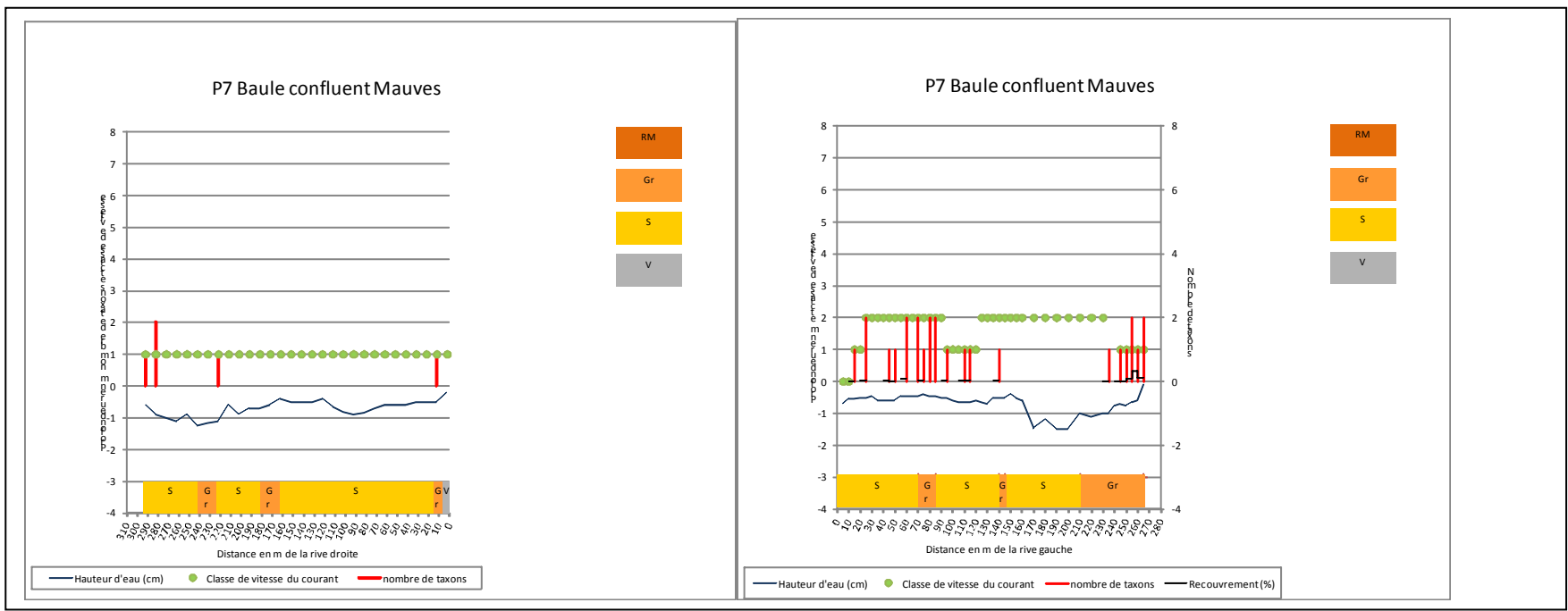


Profil N° 7 Baule confluent Mauves



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 601614 m Y = 6745398 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 601888 m Y = 6745281 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

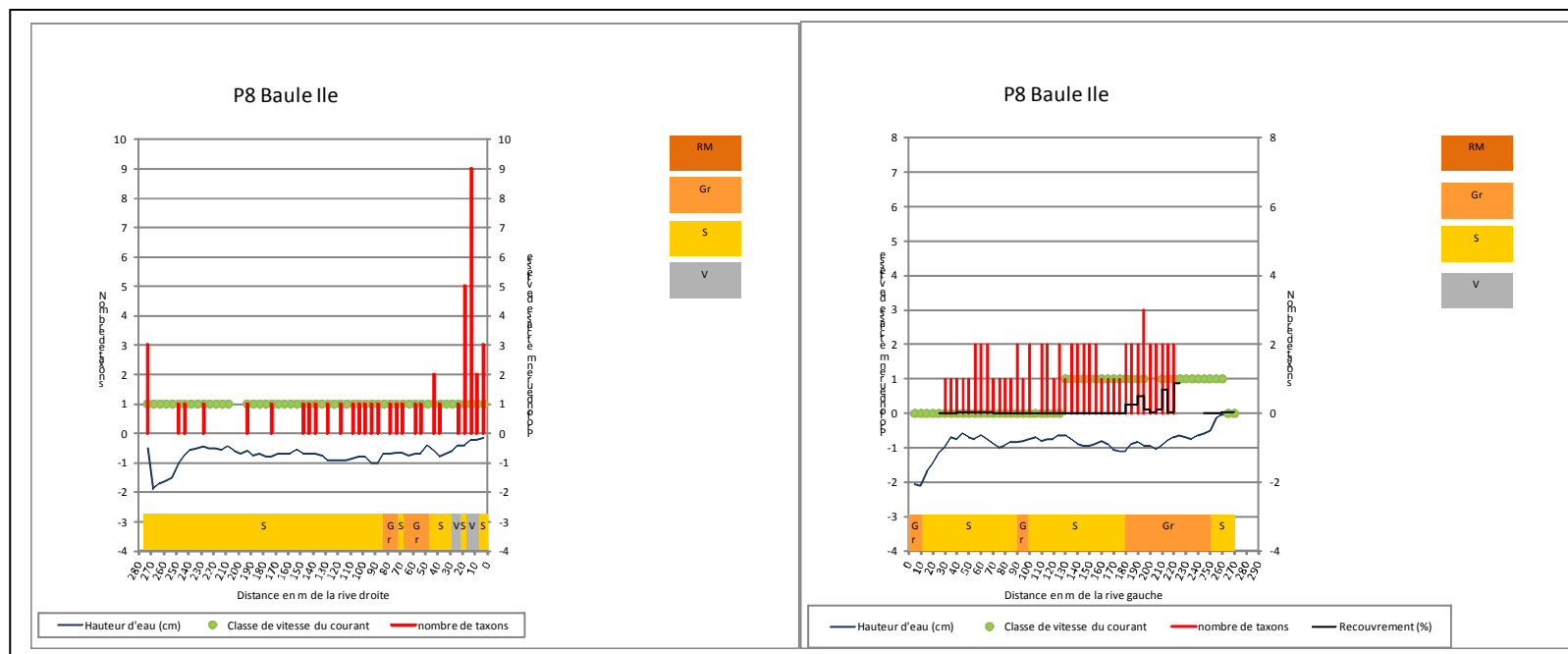


Profil N° 8 Baule Ile



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 600248 m Y = 6744155 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 600298 m Y = 6743847 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

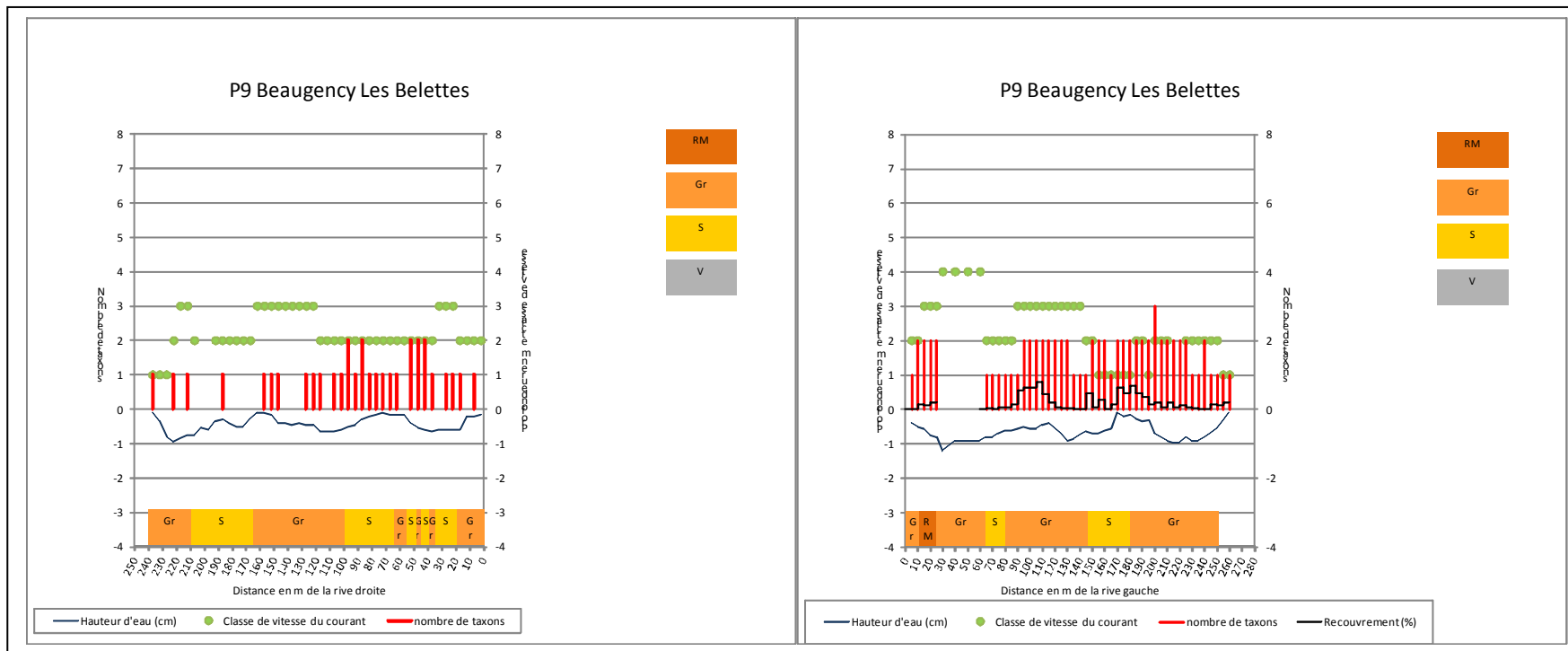


Profil N° 9 Beaugency Les belettes

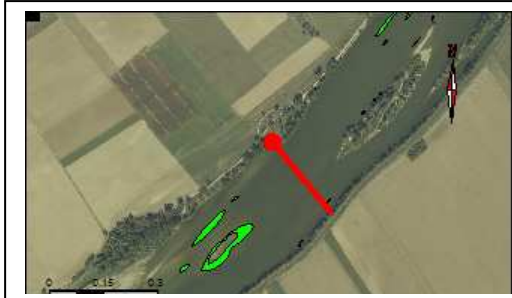


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 597160 m Y = 6740719 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 597380 m Y = 6740594 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

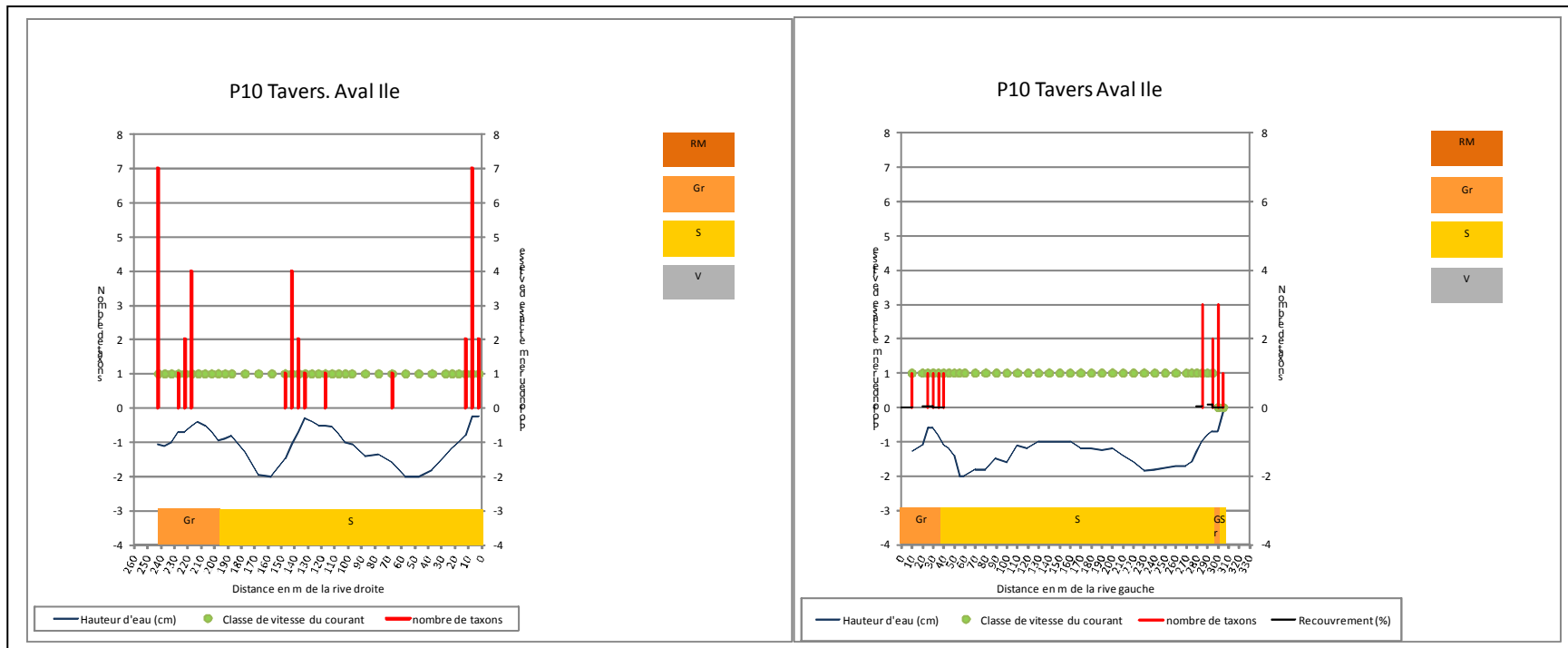


Profil N° 10 Tavers. Aval Ile



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 596098 m Y = 6738445 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 596260 m Y = 6738255 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

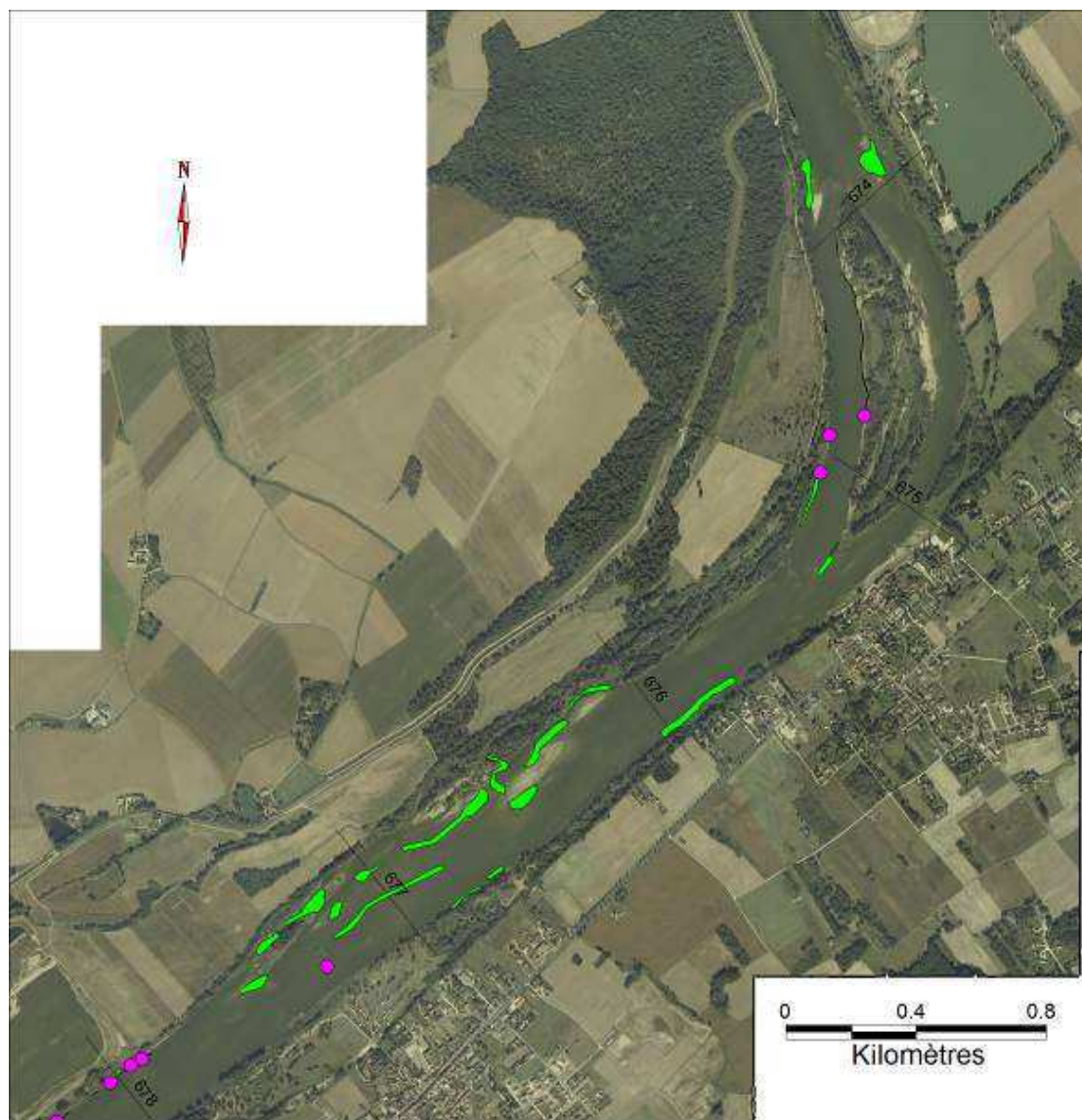


**Annexe 12 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Saint Laurent aval.**

Site de Saint Laurent aval					
profil N°	PK SIEL DREAL Centre	Rive droite		Rive gauche	
	(m)	X L93 (m)	Y L93 (m)	X L93 (m)	Y L93 (m)
1	673810	593144	6735496	593388	6735578
2	675300	593113	6734320	593320	6734194
3	676930	591849	6733409	592024	6733174
4	679270	590008	6731982	590135	6731789
5	682780	587111	6730084	587209	6729909

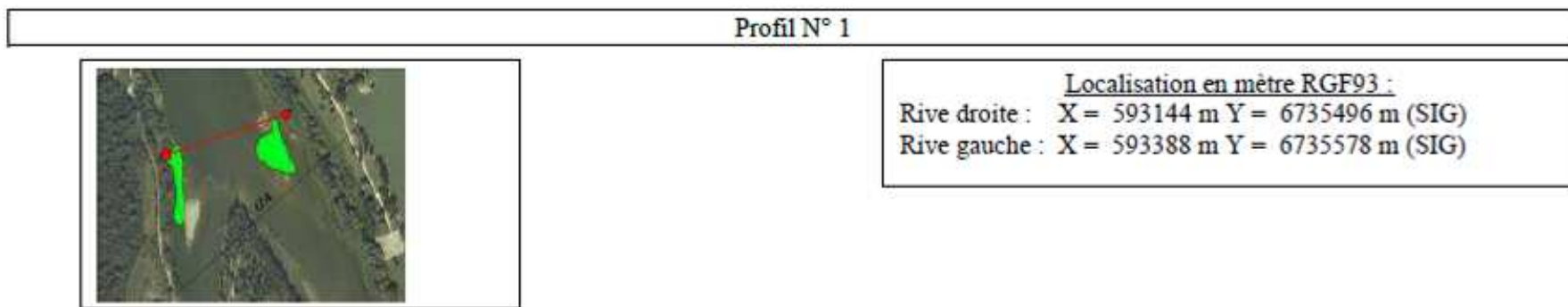
Annexe 13 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Saint Laurent aval.



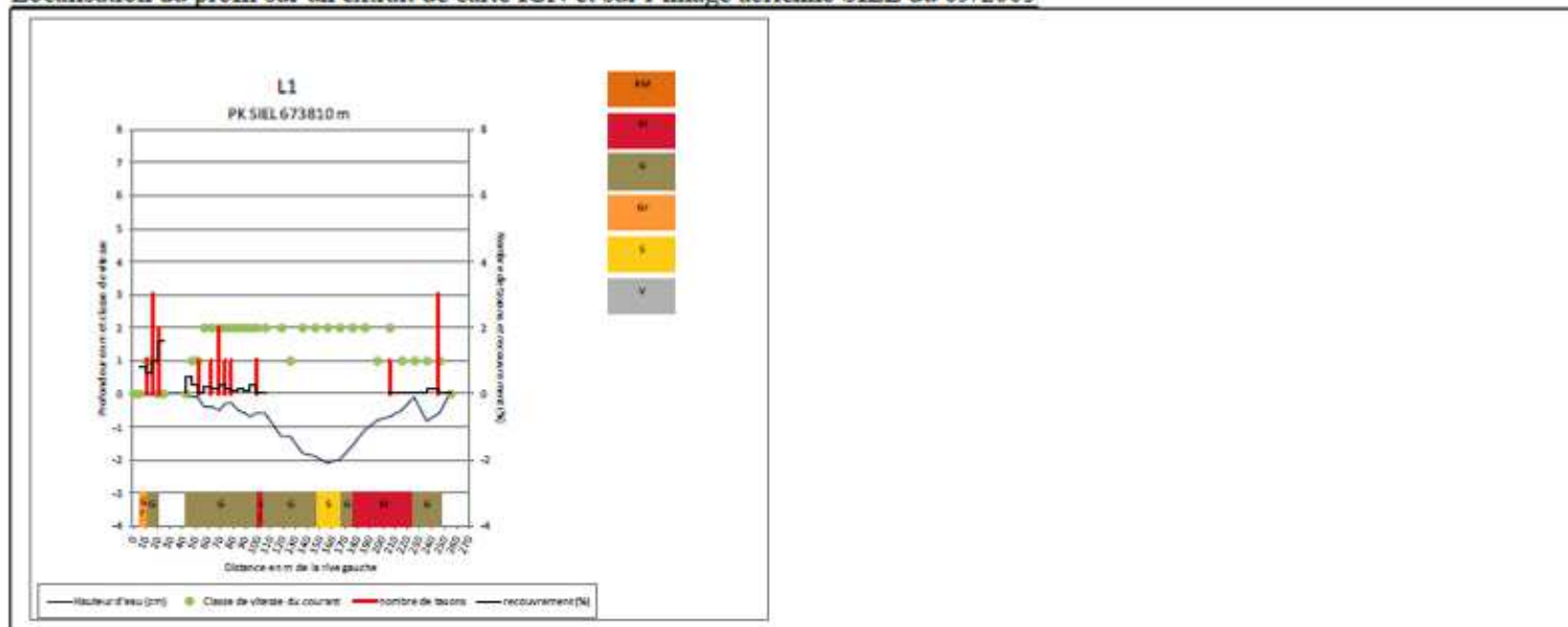




Annexe 14 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de St Laurent aval, de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).



Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

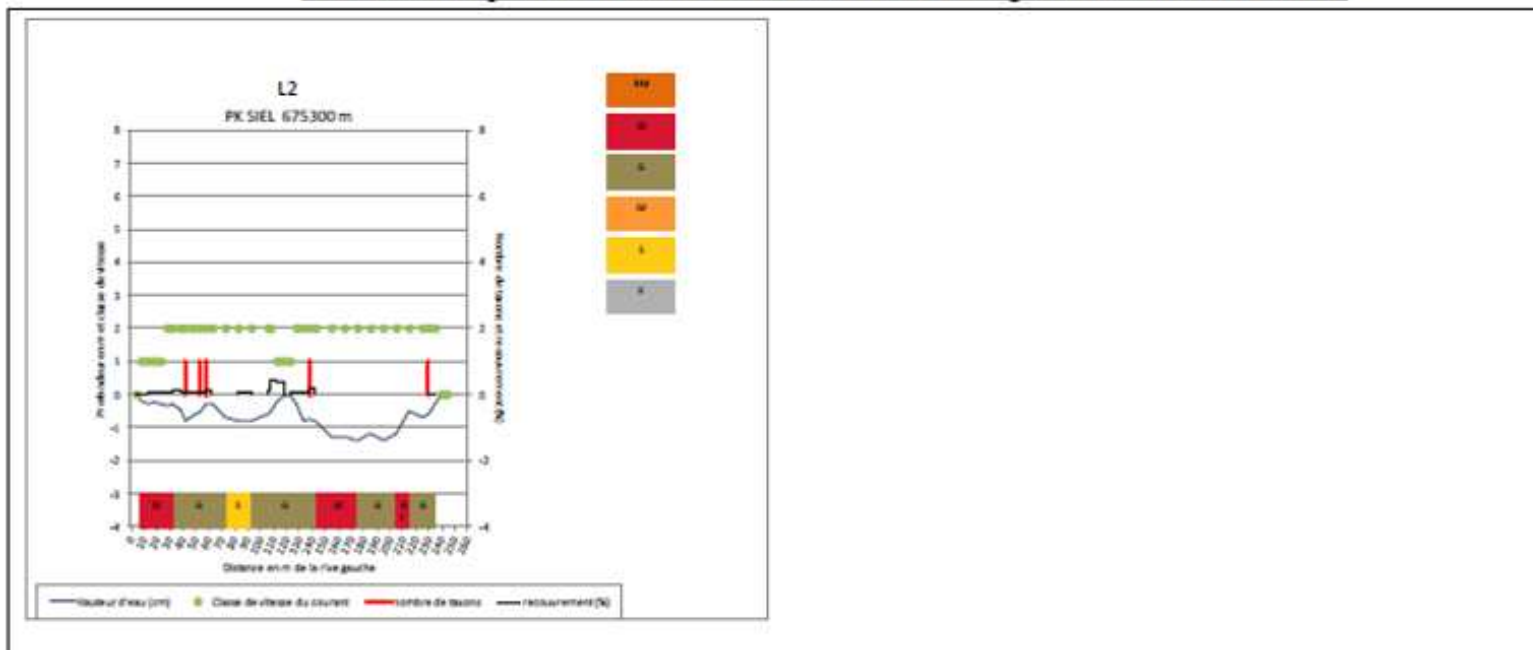


Profil N° 2

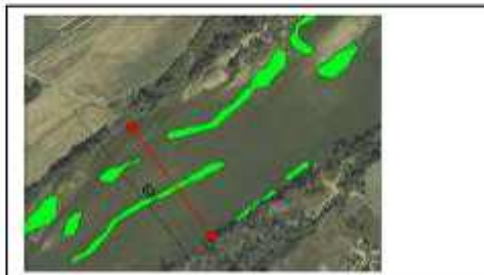


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 593113 m Y = 6734320 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 593320 m Y = 6734194 m (GPS)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

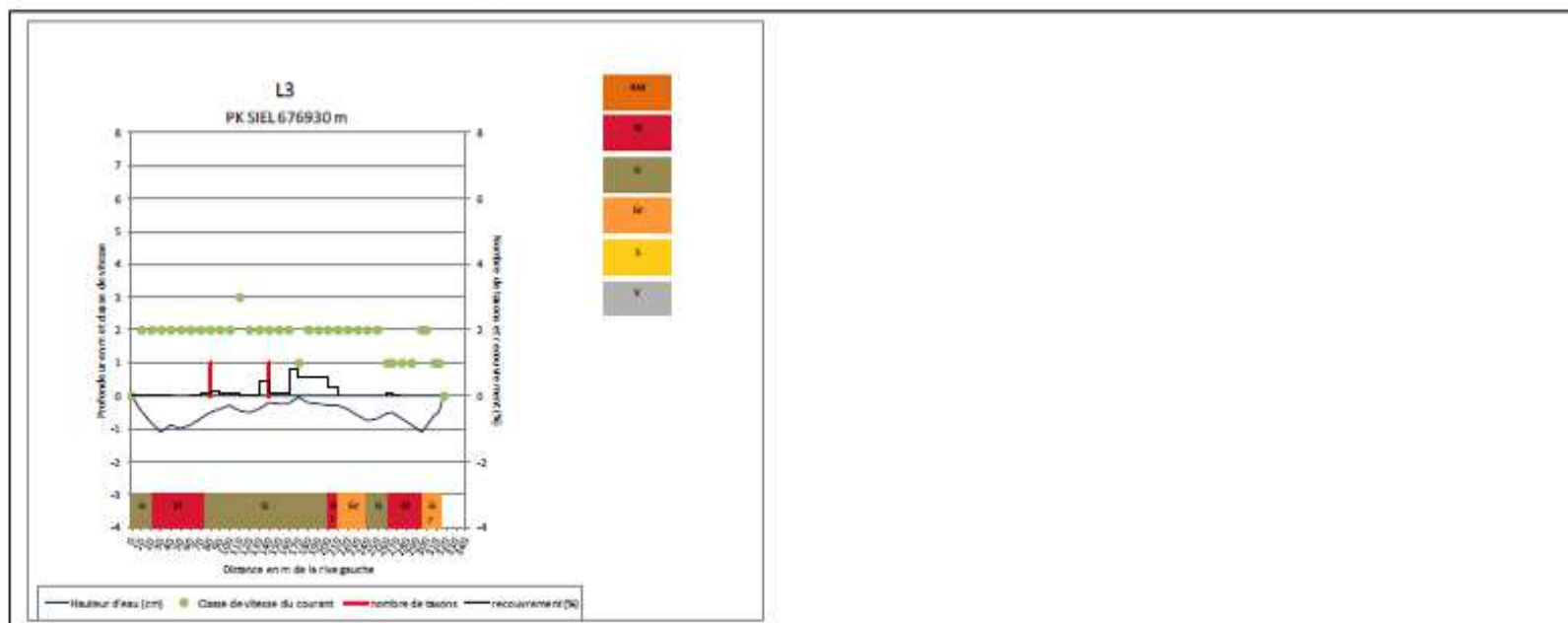


Profil N° 3



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 591849 m Y = 6733409 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 592024 m Y = 6733174 m (GPS)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

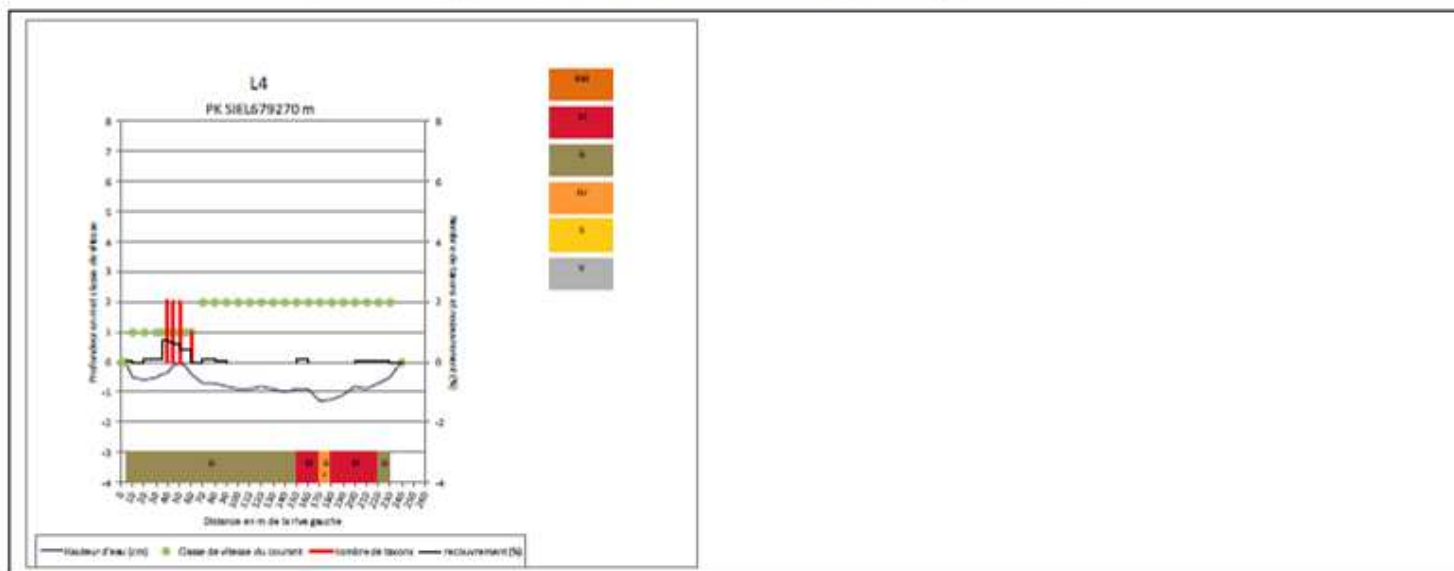


Profil N° 4



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 590008 m Y = 6731982 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 590135 m Y = 6731789 m (SIG)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

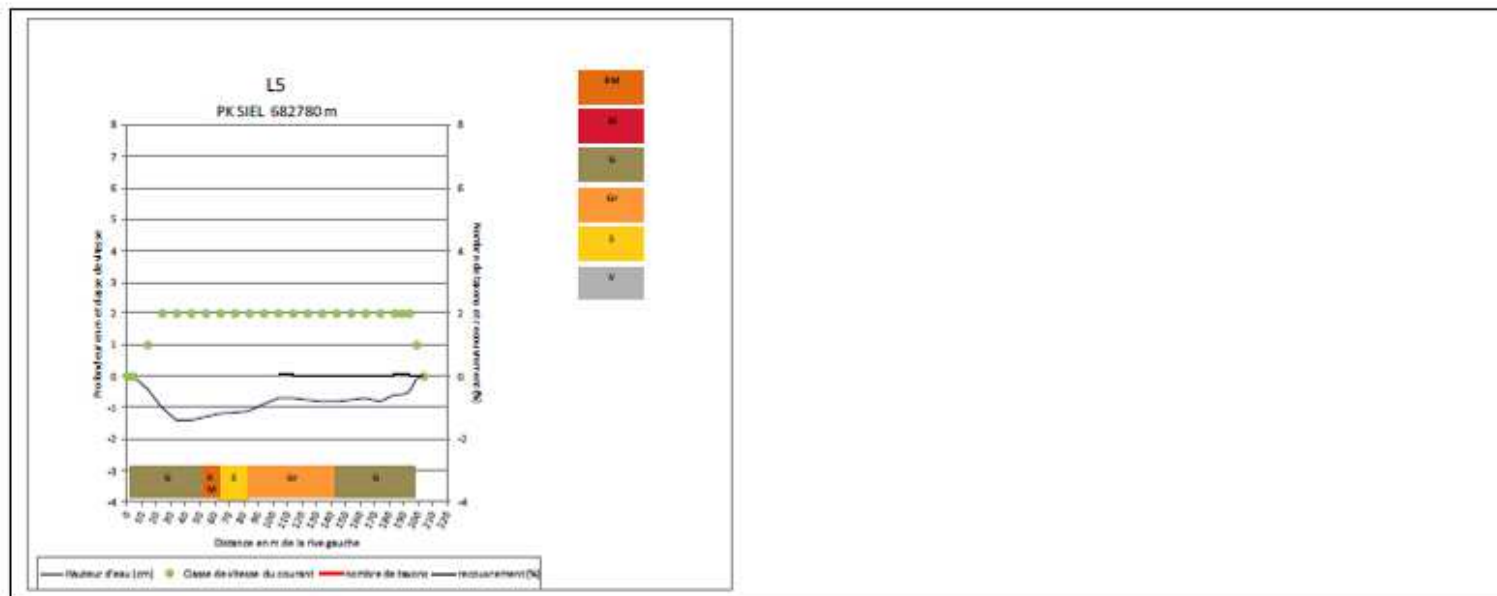


Profil N° 5



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 587111 m Y = 6730084 m (SIG)  
 Rive gauche : X = 587209 m Y = 6729909 m (GPS)

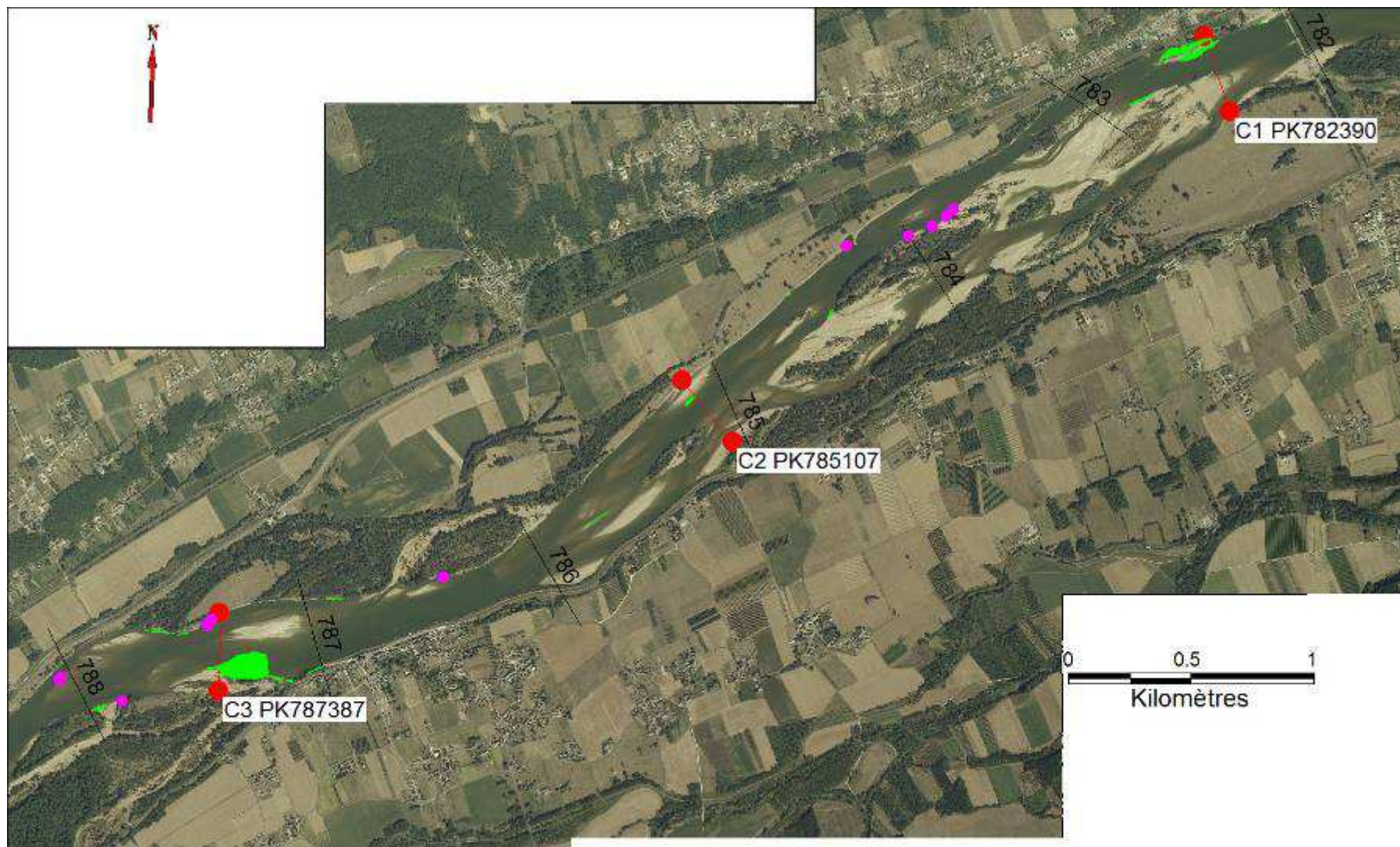
Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

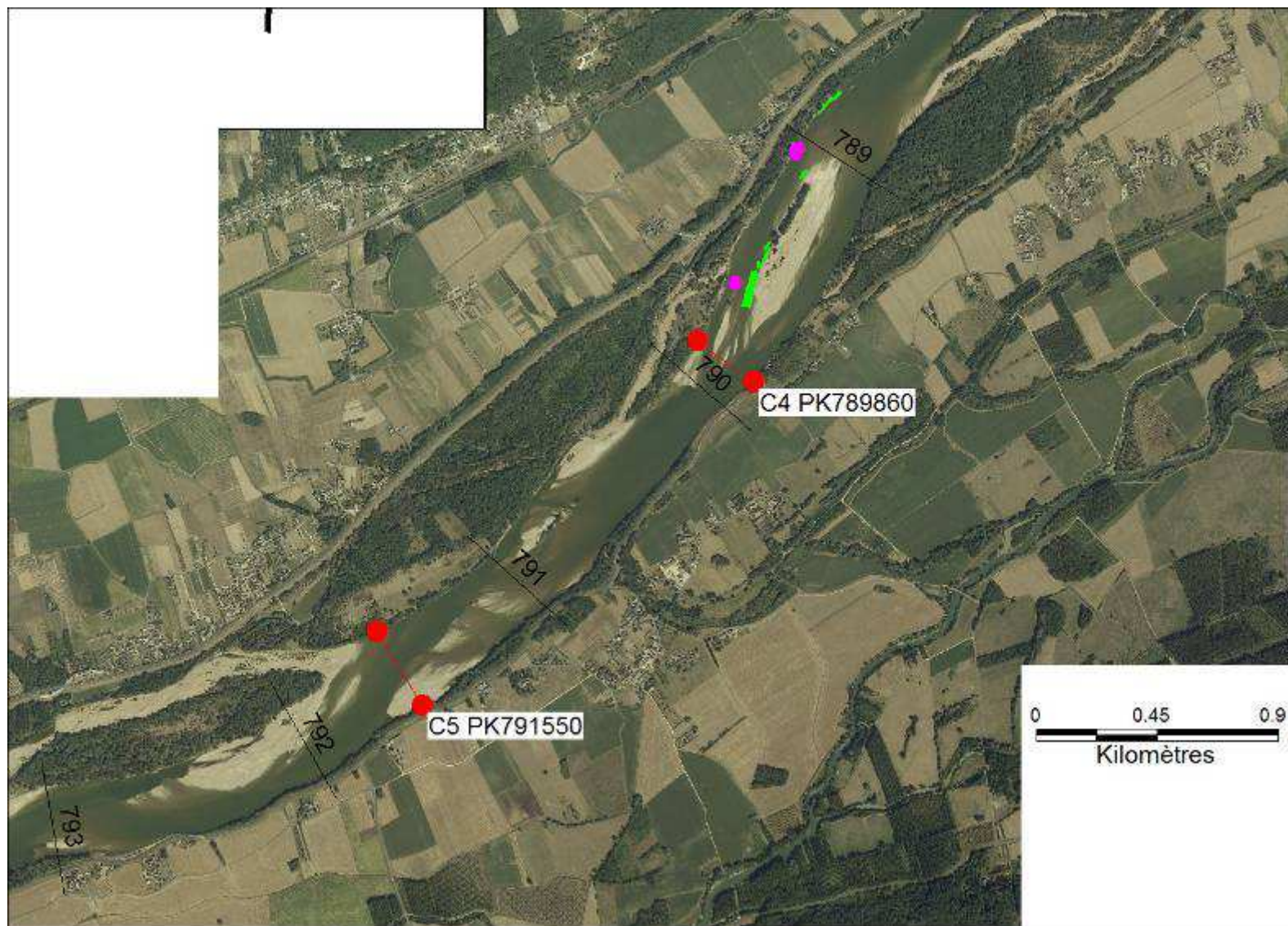


**Annexe 15 : Coordonnées des transects de végétation dans le secteur de Chinon.**

Site de Chinon						
profil N°	Nom	PK SIEL DREAL Centre (m)	Rive droite		Rive gauche	
			X L93 (m)	Y L93 (m)	X L93 (m)	Y L93 (m)
1	STEP Langeais	782390	503580	6694271	503688	6693964
2	Les Blanchets	785107	501452	6692866	501657	6692616
3	Iles de la Férandière	787387	499567	6691919	499560	6691600
4	Iles du Buisson Pichet	789860	497789	6690208	497997	6690052
5	Port Plat	791550	496592	6689121	496760	6688846
6	Ile Saint barbe	793436	494949	6688416	494947	6688179
7	Beaulieu	795882	492563	6687872	492703	6687580
8	La Chapelle sur Loire	798546	490172	6686848	490377	6686486
9	La Croix Rouge	800696	488218	6686068	488381	6685698
10	Port d'Ablevois	801621	487418	6685828	487422	6685474

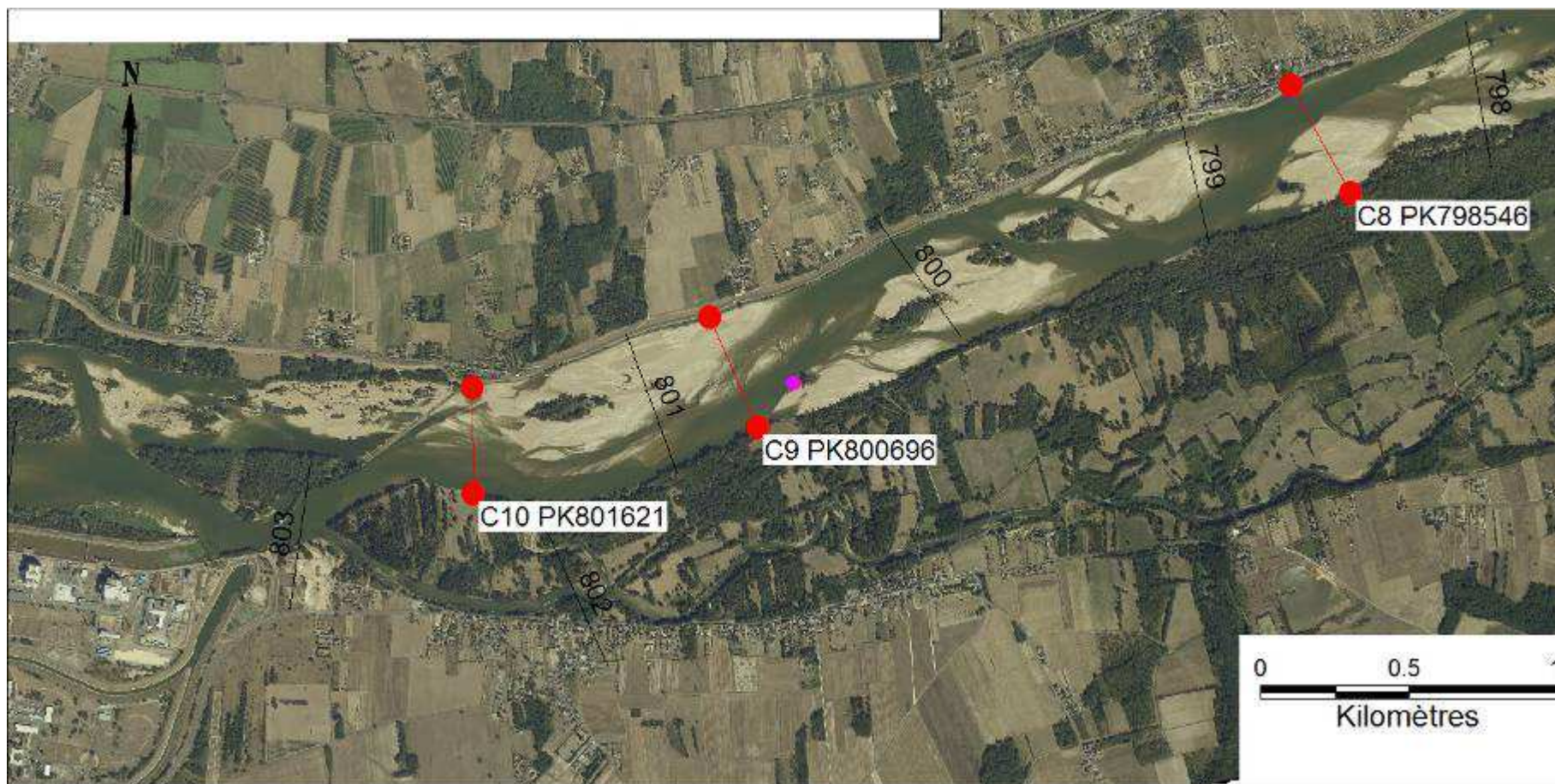
Annexe 16 : Localisation des transects de végétation dans le secteur de Chinon, de l'amont vers l'aval.



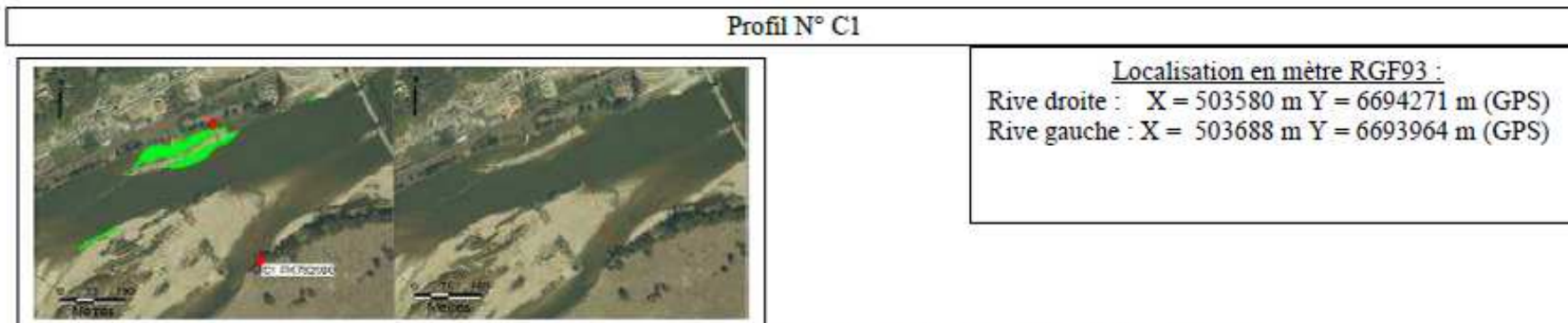




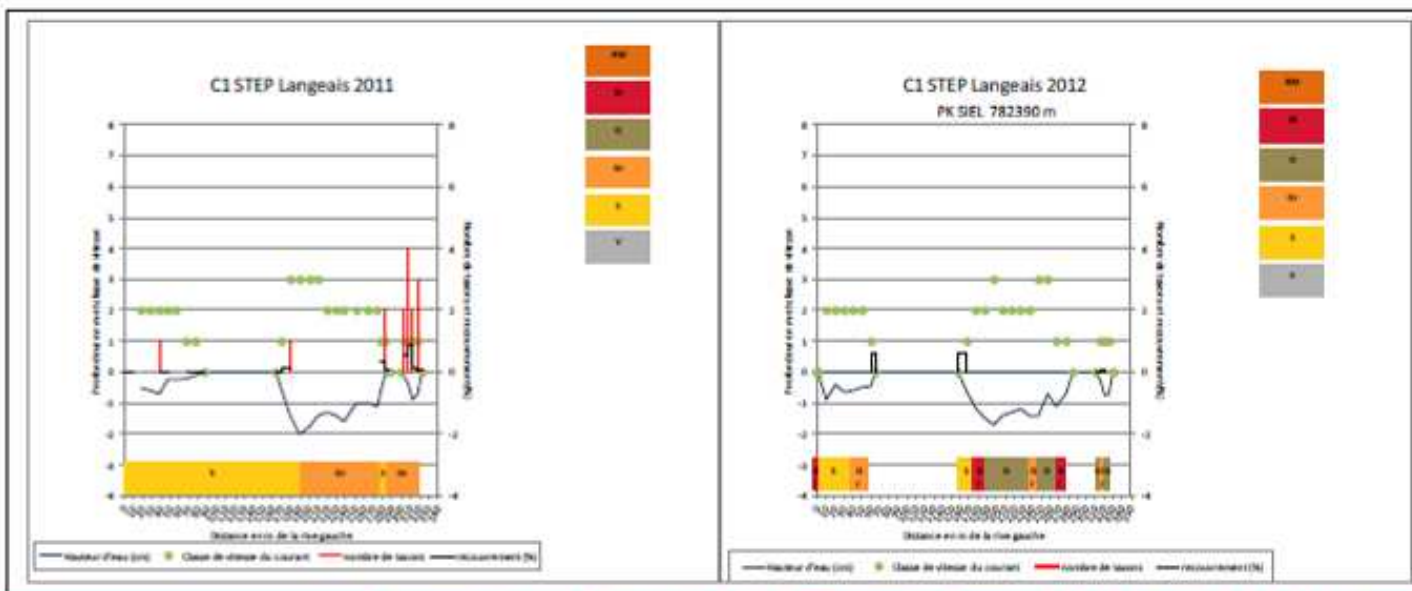


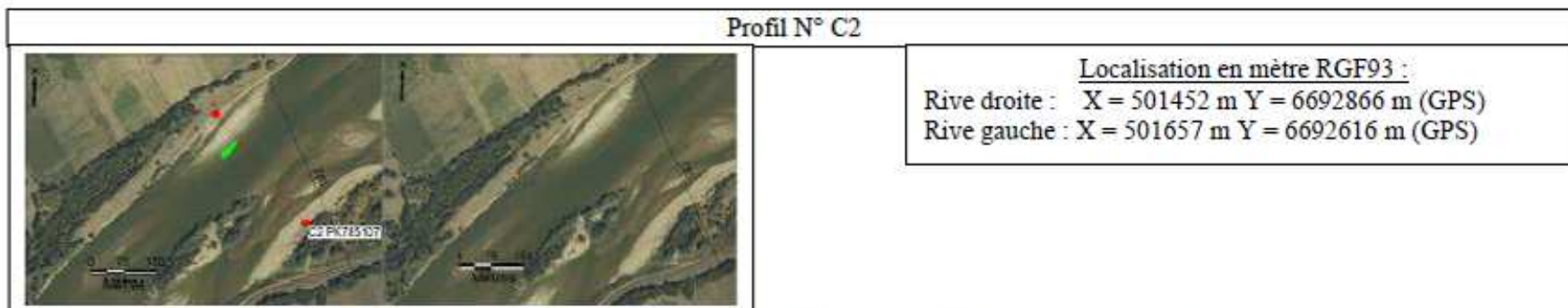


Annexe 17 : Représentations des résultats sur les transects de végétation dans le secteur de Chinon, de l'amont vers l'aval (à gauche 2011 et à droite 2012).

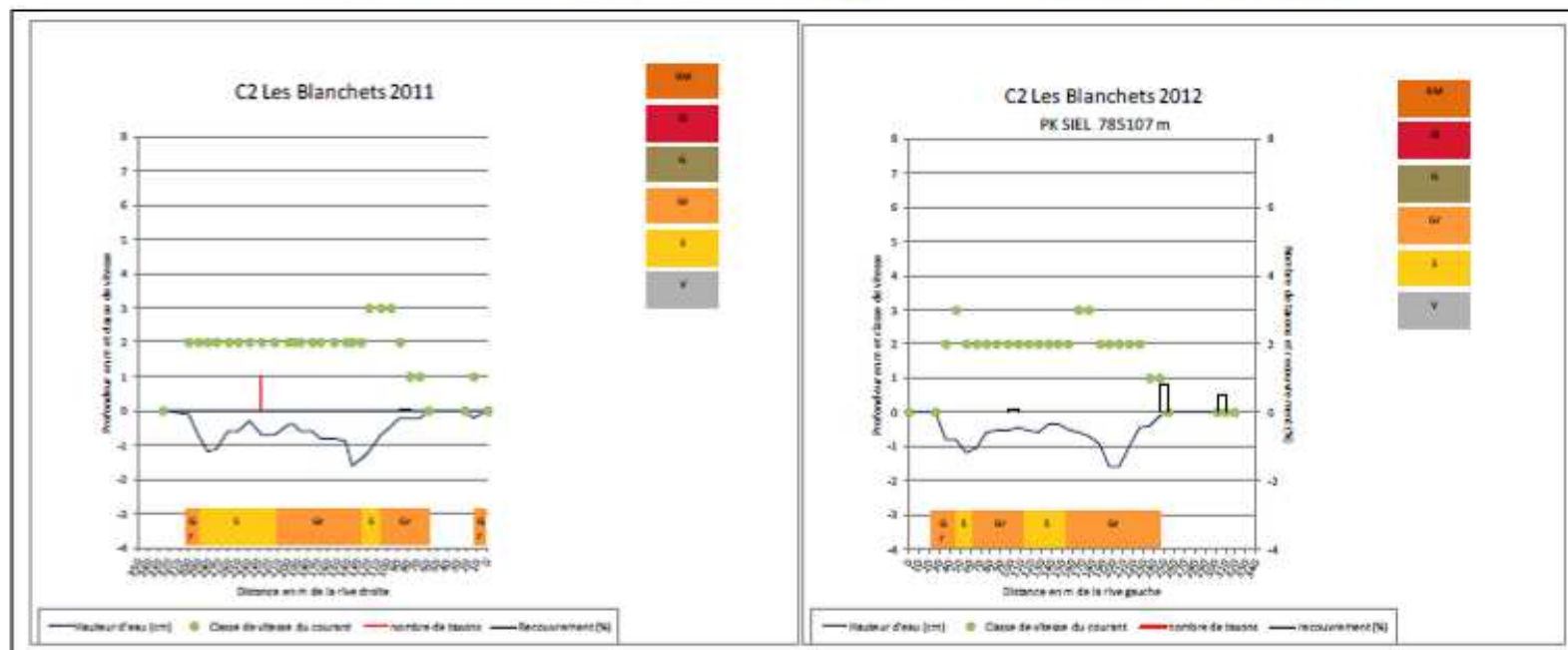


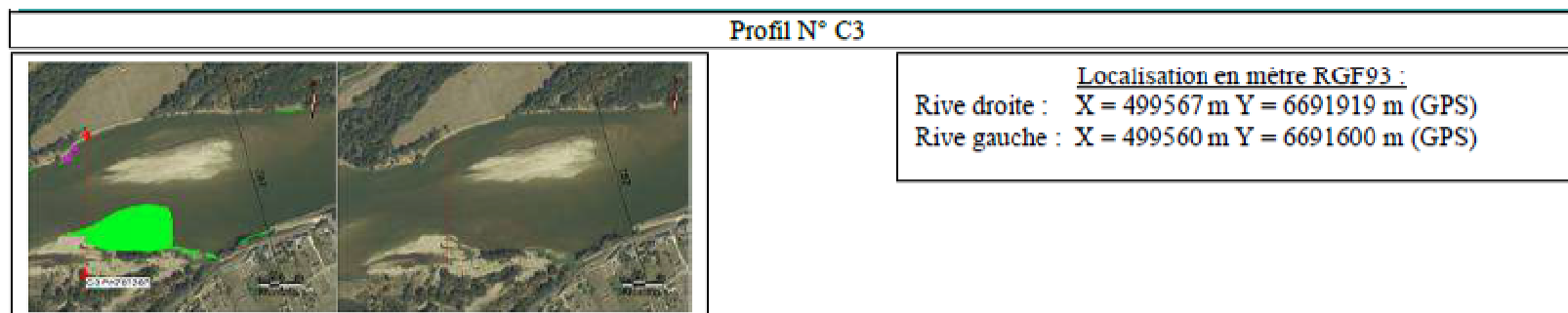
Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005



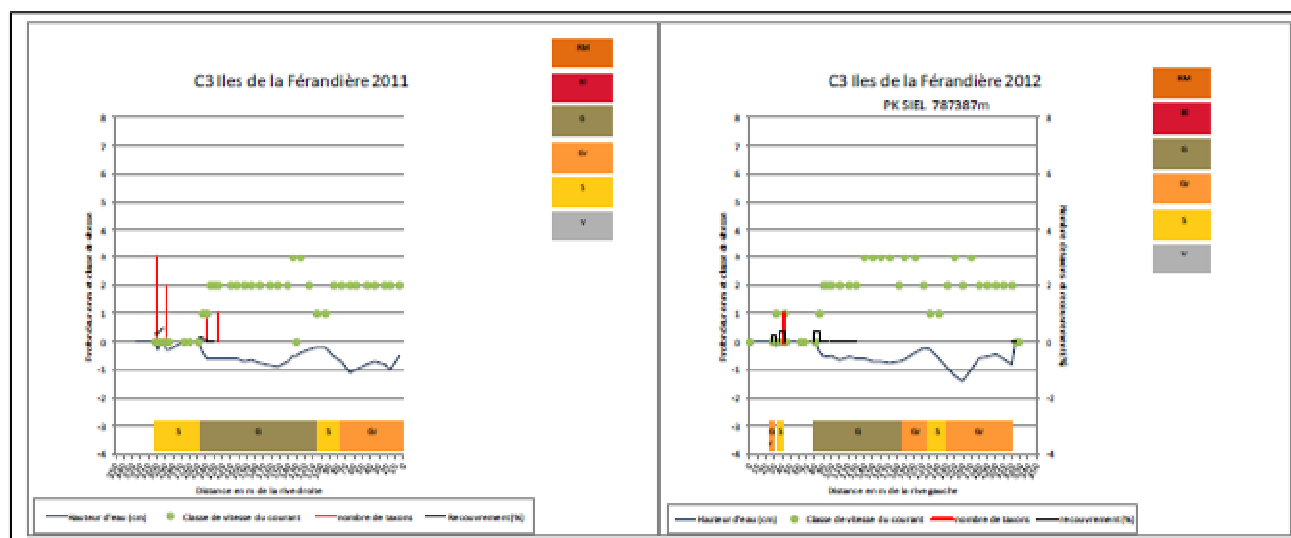


Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

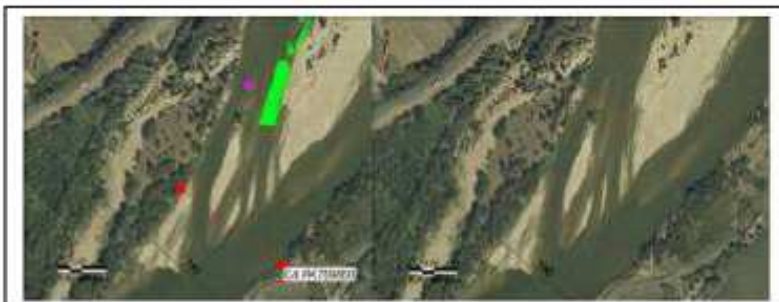




Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

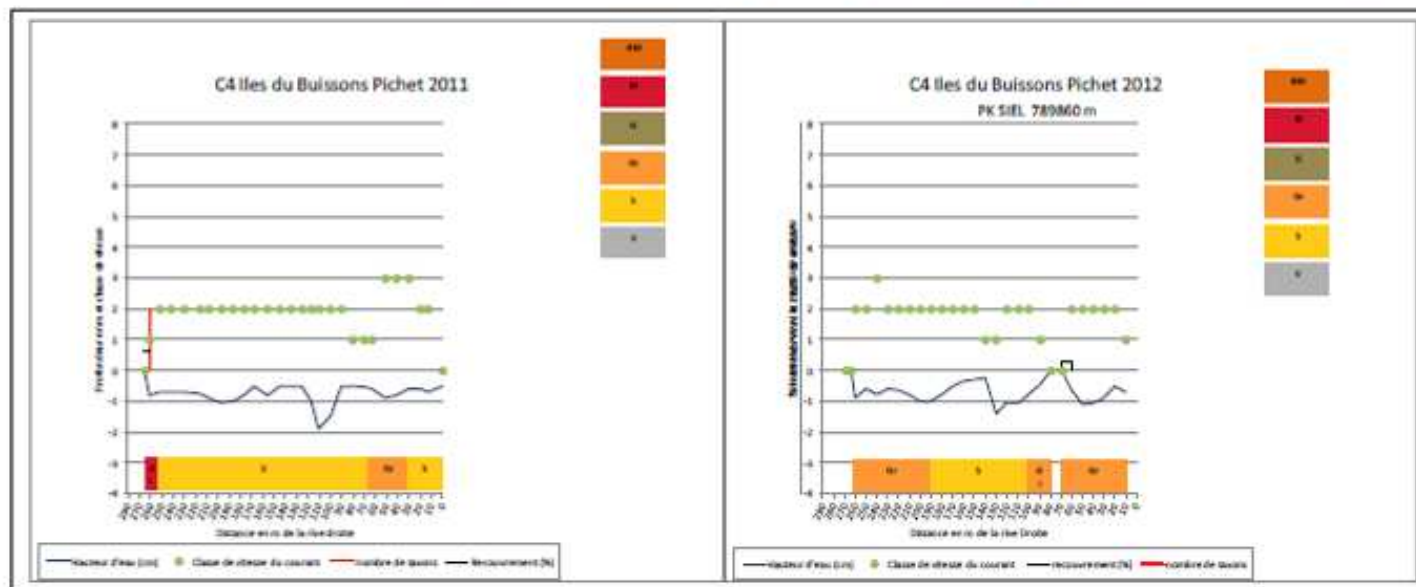


Profil N° C4



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 497789 m Y = 6690208 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 497997 m Y = 6690052 m (GPS)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

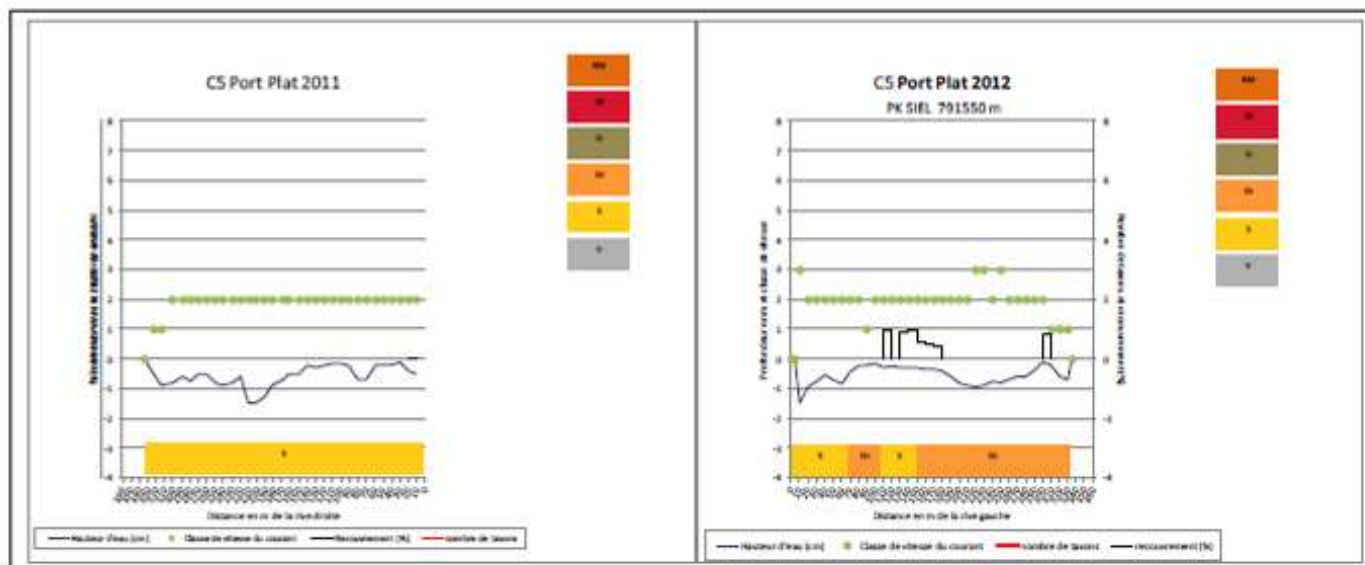


Profil N° C5



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 496592 m Y = 6689121 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 496760 m Y = 6688846 m (GPS)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

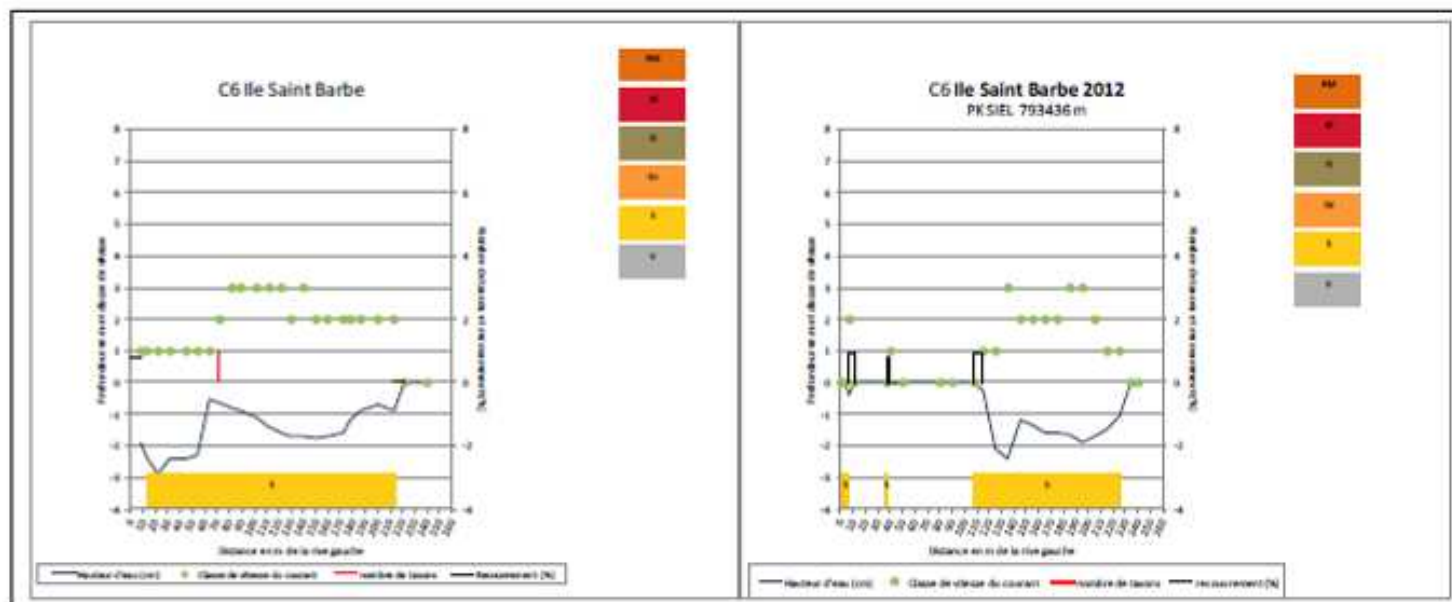


Profil N° C6

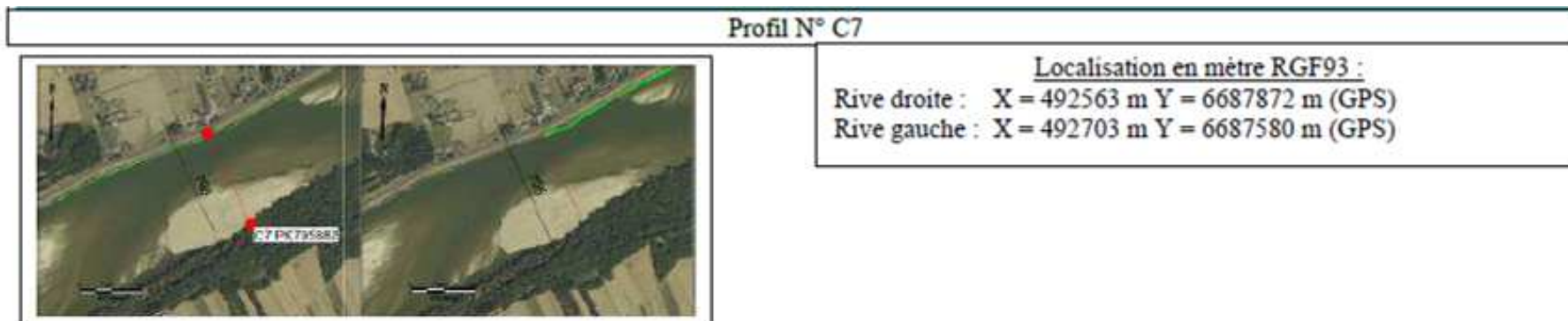


Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 494949 m Y = 6688416 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 494947 m Y = 6688179 m (GPS)

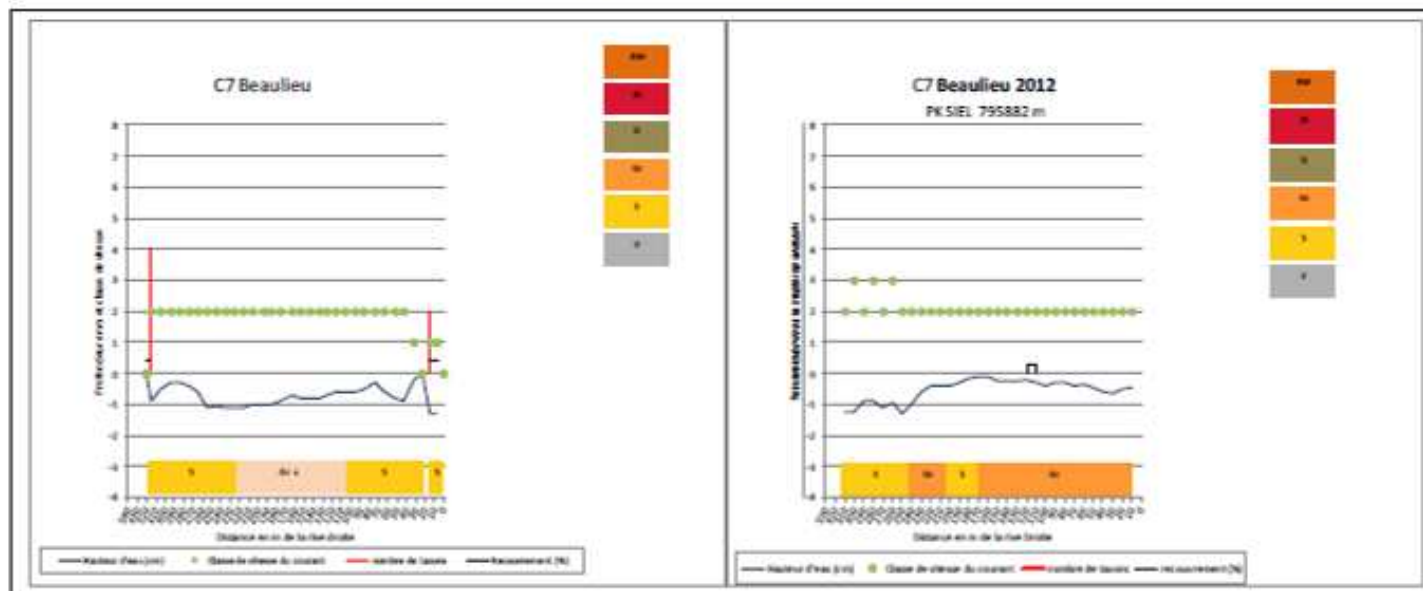
Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005







Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

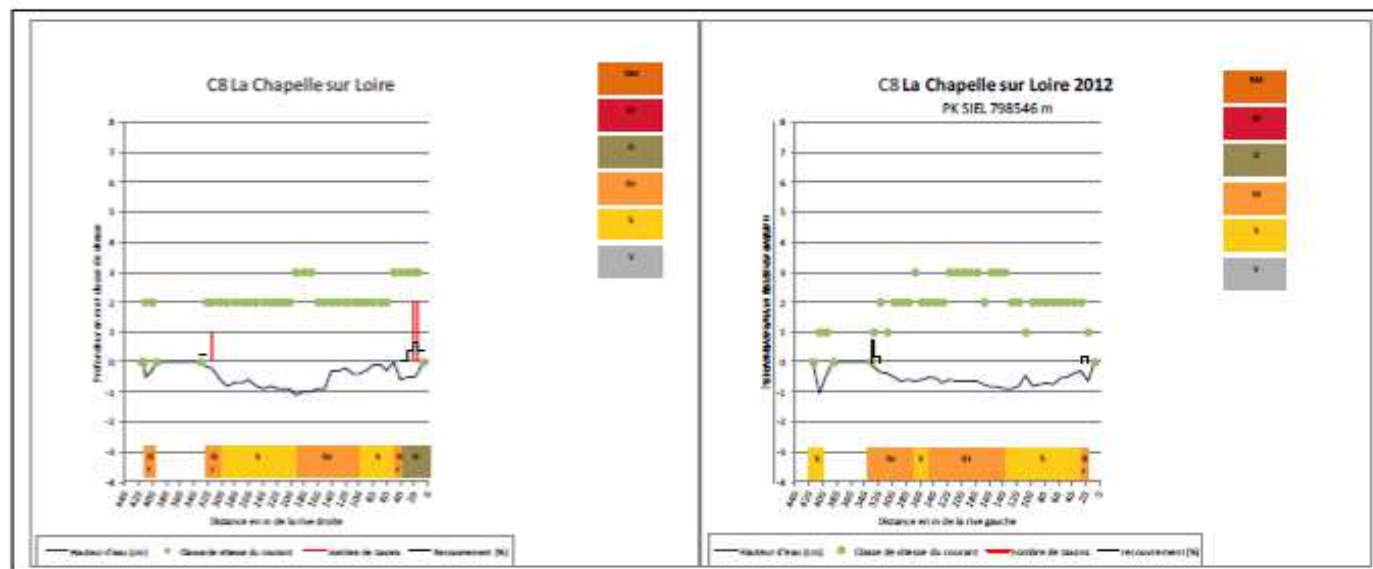


Profil N° C8



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 490172 m Y = 6686848 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 490377 m Y = 6686486 m (GPS)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

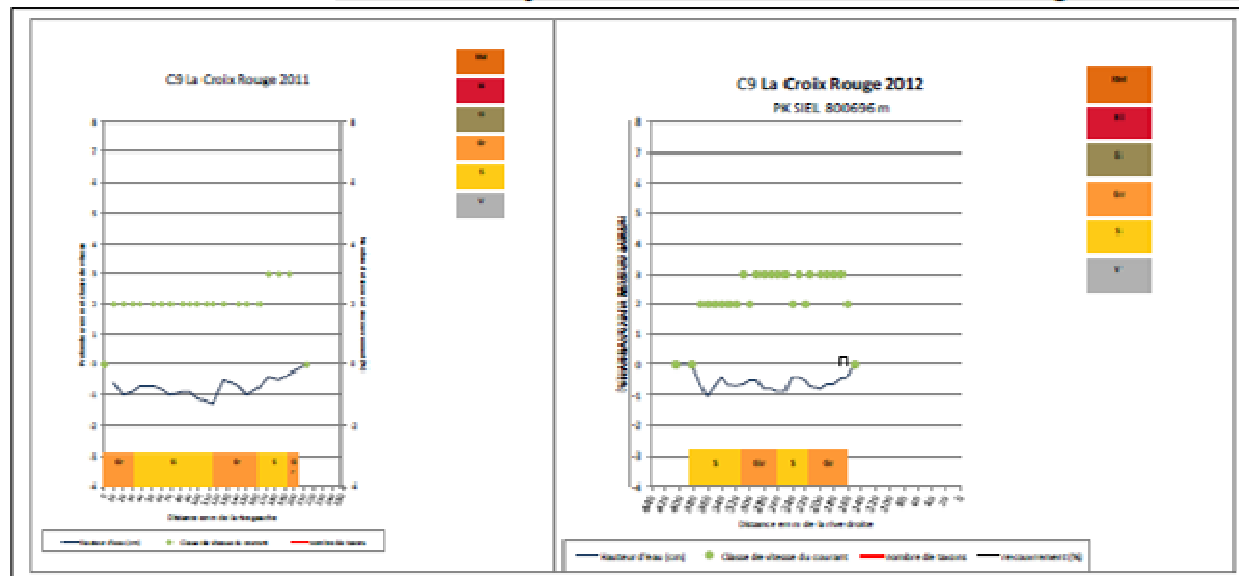


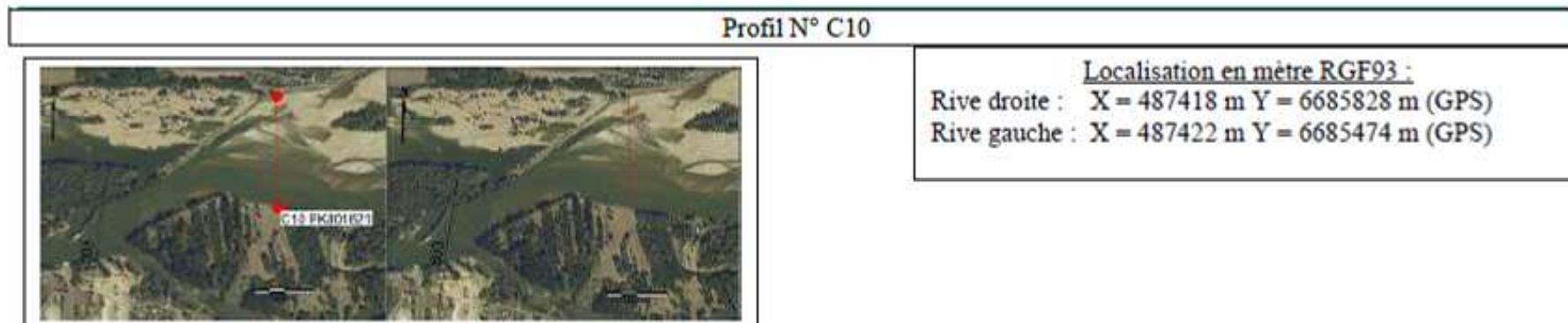
Profil N° C9



Localisation en mètre RGF93 :  
 Rive droite : X = 488218 m Y = 6686068 m (GPS)  
 Rive gauche : X = 488381 m Y = 6685698 m (GPS)

Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005





Localisation du profil sur un extrait de carte IGN et sur l'image aérienne SIEL du 09/2005

