

**IRD / UMR CBGP**

Campus de Baillarguet - CS 30016  
34988 Montferrier-sur-Lez Cedex - France  
Tél 33 (0)4 99 62 33 13  
Fax 33 (0)4 99 62 33 45  
email: [Thierry.Mateille@ird.fr](mailto:Thierry.Mateille@ird.fr)  
web : [www1.montpellier.inra.fr/CBGP](http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP)

## Rapport de prospection nématologique « écosystèmes résiduels » landais 20-21 juillet 2010

**Participants :** S. Barbier (CBNSA Audenge), V. Edel-Hermann (UMR MSE, INRA Dijon), G. Granereau (ONF Pouillon), C. Héraud (UMR MSE, INRA Dijon), D. Jimenez (CG40 Pissos), B. Martiny (IRD Montpellier), T. Mateille (IRD Montpellier).

**Accompagnateurs :** personnel du Camp Militaire du Poteau.

**Agenda :** 20 juillet 2010 : prospection centrée sur les tourbières (Pissos et Callen)  
21 juillet 2011 : prospection centrée sur les landes (Camp du Poteau)

### 1. OBJECTIFS

Cette prospection s'insère dans le cadre de l'action « T\_5 : Mécanismes écologiques mobilisables pour la gestion de bioagresseurs telluriques » du projet « SYSBIOTEL : gestion intégrée des bio-agresseurs telluriques en systèmes de cultures légumiers » ([www.inra.fr/sysbiotel](http://www.inra.fr/sysbiotel)) financé par l'ANR\_SYSTERRA ([www.agence-nationale-recherche.fr](http://www.agence-nationale-recherche.fr)).

Cette action a pour objectif d'envisager la gestion des bioagresseurs à partir d'un questionnement construit dans le cadre conceptuel de l'écologie des communautés, avec une attention particulière pour la biodiversité et sa contribution aux services écologiques.

Cette action se concentre sur l'écologie de communautés de bioagresseurs (considérées comme répondant à des filtres environnementaux et anthropiques) et sur la gestion de la biodiversité de ces bioagresseurs en vue d'une sauvegarde de la production végétale (considérée comme une réponse aux fonctions de parasitisme).

Parce que les nématodes phytoparasites ainsi que les champignons pathogènes sont généralement trouvés en communautés, ces deux groupes de bioagresseurs sont proposés comme modèles d'étude pour mieux comprendre les déterminants de la co-existence des espèces et les conséquences pathologiques pour les cultures.

Ainsi, pour partie, cette action étudie la structuration des communautés dans l'espace et dans le temps, en réponse aux stress induits par les changements d'usage des sols. Elle utilise pour cela l'agro-système forestier des Landes de Gascogne qui a connu des changements d'usage importants au cours des derniers siècles. Les forêts de pin (*Pinus pinaster*) ont été plantées il y a 200 ans sur des landes. Depuis les années 50, la déforestation a été entreprise dans quelques zones pour faire place à la monoculture de maïs et, depuis une quinzaine d'années, à des successions maïs-carotte.

La prospection décrite ici avait pour objectif d'analyser les communautés de nématodes phytoparasites et des champignons pathogènes dans les éco-systèmes landais résiduels les plus proches de la situation qui prévalait avant la forestation massive des Landes de Gascogne, à savoir des landes rases et, plus localement, des tourbières.

**Remarque :** le présent rapport concerne exclusivement l'analyse des communautés de nématodes phytoparasites dans la mesure où l'analyse des communautés fongiques par l'INRA de Dijon est en cours. Ce décalage s'explique par le développement préalable d'outils moléculaires d'analyse *in situ* de la diversité (extraction de l'ADN total du sol, mise au point de sondes moléculaires, quantification moléculaire).

### 2. MATERIELS & METHODES

#### 21. Sites d'échantillonnage

Deux sites de tourbière ont été choisis dans le Département des Landes (Fig. 1), l'un sur la commune de Pissos (lieu-dit Langue, secteur communal de la tourbière<sup>1</sup>), l'autre sur la commune de Callen (lieu-dit Parias, sous gestion de la FDCL<sup>2</sup>). Dans les deux cas, la molinie (*Molinia caerulea*) était la plante majoritaire de la flore présente<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Autorisation d'accès délivrée par la Mairie de Pissos.

<sup>2</sup> Autorisation d'accès délivrée par la FDCL.

<sup>3</sup> La composition floristique précise de ces sites est disponible auprès du CG40.

Le site de landes rases a été choisi sur le Camp du Poteau situé sur les communes de Callen, Luxey, Lencouacq, Retjons (Département des Landes), Lucmau et Captieux (Département de la Gironde)<sup>1</sup>.

## 22. Modalités analysées et collectes (Tab. 1)

Dans le cas des tourbières, les pinèdes contiguës à chacune des tourbières, âgées d'environ 40 ans, ont été choisies comme modalités de référence.

Dans le cas du Camp du Poteau, 4 modalités ont été analysées : un site de landes hygrophiles, un site de landes méso-hygrophiles, un site de chênaie et un site de pinède (Fig. 2).

Dans chacune des modalités analysées, les collectes de sol rhizosphérique ont été réalisées soit à l'aide d'un transplantoir à bulbe (environ 250cm<sup>3</sup>) dans l'horizon -5-20cm pour les plantes à rhizosphère peu profonde, soit à l'aide d'une gouge (Ø2cm, environ 150cm<sup>3</sup>) dans l'horizon -5-60 cm pour les pins, et répliquées 5 fois le long de transects, à raison d'une collecte tous les 10m.

## 23. Extraction des nématodes du sol et quantification

Les nématodes ont été extraits d'un aliquote de 250cm<sup>3</sup> de sol de chacune des collectes selon la méthode d'éluatriation<sup>2</sup>. Les nématodes phytoparasites (NPP) ont été caractérisés au rang de la famille et du genre<sup>3</sup> et dénombrés dans des cellules de comptage sous stéréomicroscope (grossissement x40)<sup>4</sup>. Les niveaux de populations de NPP ont été exprimés par dm<sup>3</sup> de sol frais. Les suspensions de NPP ont ensuite été poolées pour chaque modalité et fixées<sup>5</sup> à des fins de caractérisation au rang de l'espèce (diagnostic en cours par un laboratoire spécialisé).

## 24. Indices écologiques

Quelques indices écologiques ont été affectés ou calculés pour analyser la diversité des communautés de NPP :

- le groupe trophique.
- la valeur  $C_p$  (colonisateur/persistant)<sup>6</sup>.
- la fréquence des taxons rencontrés (F%) et l'abondance moyenne des taxons dans les collectes où il est présent ( $\log_{10}$  abondance)<sup>7</sup>. Un seuil de fréquence est établi à 30% et un seuil d'abondance à 200 individus/dm<sup>3</sup> de sol.
- le nombre total de NPP présents dans les collectes (N).
- la richesse (S = nombre de taxons dans la communauté).
- l'indice de diversité de Shannon-Wiener ( $H' = -\sum p_i \ln p_i$  où  $p_i$  est la proportion d'individus du taxon  $i$ ).
- l'équitabilité ( $E = H'/\ln S$ ) qui quantifie la représentativité numérique des taxons dans une communauté.

## 25. Analyses des données

Les données ont été analysées par ANOVA. Le test de Student-Newman-Keuls a été utilisé pour comparer les données entre modalités au seuil de 0.05%.

# 3. RESULTATS

## 31. La nématofaune détectée

La nématofaune phytoparasite rencontrée dans les sites échantillonnés se compose de 6 genres représentant chacun de 6 familles, et de 3 familles pour lesquelles la caractérisation morphologique au rang du genre est très difficile sous stéréomicroscope ou à cause de la présence exclusive de juvéniles (cas des Heteroderidae) (Tab. 2). La totalité de ces taxons a déjà été répertoriée dans les Landes de Gascogne au cours de prospections réalisées soit dans les années 80<sup>8</sup>, soit plus récemment dans le cadre du projet SYSBIOTEL, à l'exception d'*Hirschmanniella* spp.

Deux taxons (*Tylenchorhynchus* spp. et Tylenchidae) ont été observés dans toutes les modalités échantillonnées. Des représentants de la famille Les Heteroderidae et *Xiphinema* spp. n'ont été rencontrés que sur le site du Poteau sur pinède et sur lande méso-hygrophile respectivement. Les représentants des Trichodoridae, principaux parasites sur maïs et carotte dans les Landes de Gascogne, et *Hemicyclophora* spp. n'ont pas été détectés dans les sites de tourbière et les pinèdes voisines. Fait exceptionnel : *Hirschmanniella* spp., nématode inféodé aux cultures inondées (e.g. riz), parce qu'adapté aux conditions d'anaérobiose, a été détecté dans la tourbière de Callen. Ce genre n'a jamais été rencontré dans les autres écosystèmes landais. Tous les taxons rencontrés appartiennent aux groupes trophiques strictement parasites (« plant feeders » et « root-hair feeders »). Aucun spécimen appartenant aux autres groupes trophiques phytoparasites (= également bactérivores, fongivores) n'a été détecté. En revanche, toutes les classes  $C_p$  des phytoparasites ( $C_p \geq 2$ ) sont représentées.

## 32. Distribution des taxons

<sup>1</sup> La composition floristique précise de ce site est disponible auprès du CBNSA.

<sup>2</sup> Seinhorst, J.W. 1962. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8: 117-128.

<sup>3</sup> Mai, W.F. & Mullin, P.G. 1996. *Plant-parasitic nematodes. A pictorial key to genera*. Cornell Univ. Press, New York, 277p.

<sup>4</sup> Merry, G. & Luc, M. 1969. Les techniques d'évaluation des populations dans le sol. In: Lamotte, M., Bourlière, F. (Eds.), *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux dans les milieux terrestres*, Masson, Paris, pp. 257-292.

<sup>5</sup> De Grisse, A.T. 1969. Redescription ou modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasites. *Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen Gent*, 34: 351-369.

<sup>6</sup> Bongers, T. 1990. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbances based on nematode species composition. *Oecologia*, 83: 14-19.

<sup>7</sup> Fortuner, R. & Mery, G. 1973. Les nématodes parasites des racines associés au riz en Basse Casamance (Sénégal) et en Gambie. *Cah. ORSTOM. Sér. Biol.*, 21: 3-20.

<sup>8</sup> Baujard, P., Comps, B. & Scotto La Massèze, C. 1979. Introduction à l'étude écologique de la nématofaune tellurique du massif landais (France). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 16: 61-78.

Outre la présence/absence de taxons selon les modalités échantillonnées, leur distribution est très hétérogène (Fig. 3).

#### **Site de Langue**

Les 3 taxons (*Rotylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. et *Tylenchidae*) sont très fréquents ( $\geq 60\%$ ). Cependant, on observe que l'abondance de *Rotylenchus* spp. est plus élevée en tourbière qu'en pinède.

#### **Site de Parias**

Les 2 taxons communs à la tourbière et à la pinède (*Tylenchorhynchus* spp. et *Tylenchidae*) ont des niveaux de populations similaires dans ces 2 écosystèmes. En revanche, les *Tylenchidae* sont plus fréquents en pinède qu'en tourbière. On n'a pas détecté *Rotylenchus* spp. en pinède. On note la fréquence relativement élevée ( $>30\%$ ) de faibles populations d'*Hirschmanniella* spp.

#### **Site du Poteau**

Quatre taxons (*Hemicycliophora* spp., *Rotylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. et *Tylenchidae*) sont communs aux 4 modalités échantillonnées. *Hemicycliophora* spp. est généralement peu fréquent et peu abondant, sauf sur lande hygrophile où les niveaux des populations sont plus élevés. Les 3 autres taxons sont peu ou prou les plus représentés dans ce site.

Sur ce site, on rencontre plus ou moins fréquemment des représentants de la famille des *Trichodoridae*, toujours en faibles effectifs. Absent des landes, *Criconema* spp. est rarement présent et en faible quantité en pinède, alors qu'il a été systématiquement détecté sous chênaie.

### **33. Biodiversité**

Malgré le nombre restreint de répétitions par modalité et bien que les modalités diffèrent entre elles par une multitude de facteurs, la comparaison de quelques indicateurs de la diversité nématologique indique une disparité importante de la biodiversité (Fig. 4).

La pinède de Callen présente des indicateurs de biodiversité très bas, à relier directement à une richesse taxonomique très faible (Fig. 3). A l'opposé, la lande hygrophile du Poteau semble héberger des communautés de NPP riches, abondantes, avec un taux de trade-off élevé. Les autres milieux semblent être plus perturbants dans la mesure où la richesse taxonomique élevée s'oppose à des effectifs plus faibles.

## **4. CONCLUSIONS**

Il est difficile, dans le cadre précis de cette prospection, de développer une analyse plus fonctionnelle et moins descriptive de la diversité des communautés de nématodes rencontrées dans ces écosystèmes. Il apparaît nécessaire de :

- les compléter par des caractérisations spécifiques des taxons rencontrés.
- les compléter par des analyses environnementales plus précises, comme celles de la végétation associée et des sols échantillonnés.
- replacer ces données dans le contexte plus large d'analyses comparatives (changements d'usages) exploratoires de données biologiques et environnementales ( patrons de communautés) en cours.

Néanmoins, compte tenu des données acquises à ce jour dans les autres systèmes landais (pinède et cultures), nous confirmons que :

- les taxons majeurs rencontrés en pinède (*Rotylenchus* spp.) et sous culture (*Trichodoridae*) étaient déjà présents dans les landes rases avant la mise en place des forêts. Les changements d'usage font dériver les structures des communautés : (i) maintien de *Rotylenchus* spp. sous forêt puis épuisement sous culture ; (ii) épuisement des *Trichodoridae* sous forêt et pullulation sous culture.
- *Rotylenchus* spp. est également adapté aux conditions particulières des tourbières.
- *Pratylenchus* spp., principal parasite du maïs et de la carotte, souvent rencontré en forêt, n'est pas détectable dans les landes rases, sans doute pour des raisons de seuil de détection des méthodes d'extraction.

## **5. REMERCIEMENTS**

Les équipes de l'IRD et de l'INRA adressent leur plus vifs remerciements à S. Barbier (CBNSA Audenge), G. Granereau (ONF Pouillon) et D. Jimenez (CG40 Pissos) pour leur accueil, leur disponibilité et leur appui technique à la préparation et la réalisation de la prospection.

Ils remercient également le Commandant de la Base Militaire du Poteau (Captieux), ainsi que son personnel civil et militaire pour l'accueil qui leur ont réservé et pour la protection sécuritaire qui leur ont apportée.

Tableau 1 : Localisation géographique des collectes.

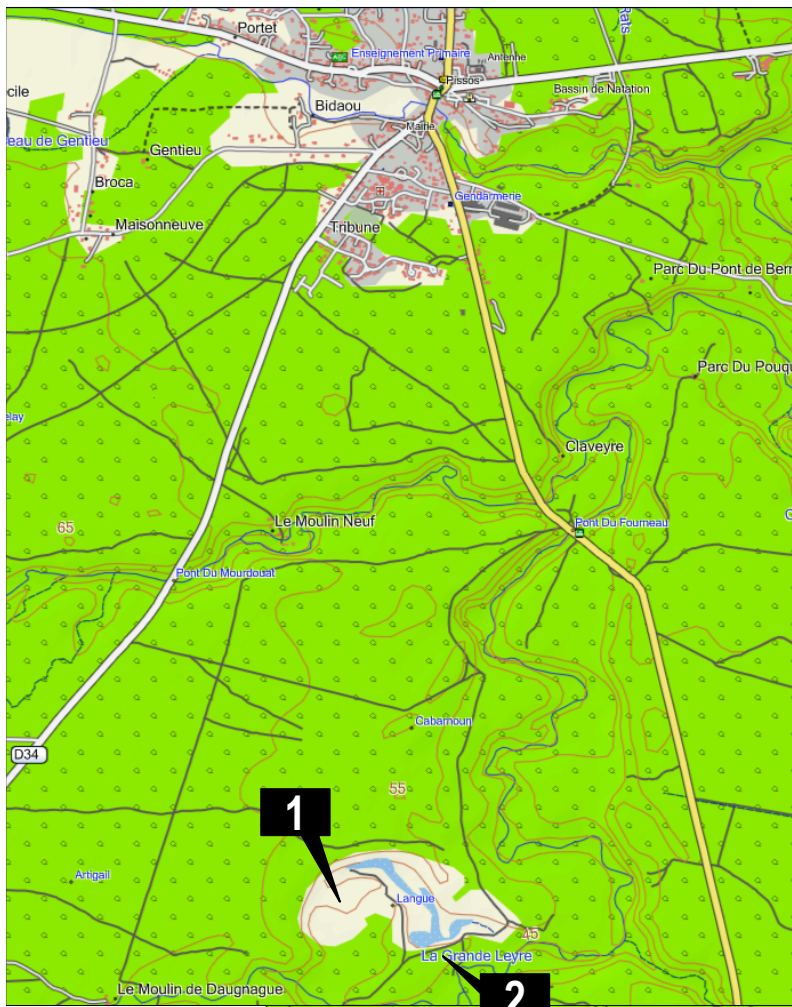
| Département | Commune    | Site       | Ecosystème       | Echantillon | GPS_N      | GPS_W                |
|-------------|------------|------------|------------------|-------------|------------|----------------------|
| 40          | Pissos     | Langue     | tourbière        | 103624      | 44°16 426  | 0°47 040             |
|             |            |            |                  | 103625      | 44°16 428  | 0°47 030             |
|             |            |            |                  | 103626      | 44°16 434  | 0°47 023             |
|             |            |            |                  | 103627      | 44°16 433  | 0°47 017             |
|             |            |            |                  | 103628      | 44°16 436  | 0°47 008             |
|             |            |            | pinède           | 103629      | 44°16.391' | 0°46.820'            |
|             |            |            |                  | 103630      | 44°16.402' | 0°46.822'            |
|             |            |            |                  | 103631      | 44°16.402' | 0°46.827'            |
|             |            |            |                  | 103632      | 44°16.396' | 0°46.841'            |
|             |            |            |                  | 103633      | 44°16.398' | 0°46.850'            |
|             | Callen     | Parias     | tourbière        | 103634      | 44°18.175' | 0°26.686'            |
|             |            |            |                  | 103635      | 44°18.172' | 0°26.691'            |
|             |            |            |                  | 103636      | 44°18.170' | 0°26.700'            |
|             |            |            |                  | 103637      | 44°28.166' | 0°26.708'            |
|             |            |            |                  | 103638      | 44°18.173' | 0°26.711'            |
| pinède      |            |            | 103639           | 44°18.101'  | 0°26.720'  |                      |
|             |            |            | 103640           | 44°18.114'  | 0°26.707'  |                      |
|             |            |            | 103641           | 44°18.113'  | 0°26.704'  |                      |
|             |            |            | 103642           | 44°18.113'  | 0°26.700'  |                      |
|             |            |            | 103643           | 44°18.114'  | 0°26.705'  |                      |
| 33          | Lucmau     | Poteau     | lande hygrophile | 103644      | 44°15.075' | 0°23.466'            |
|             |            |            |                  | 103645      | 44°15.080' | 0°23.467'            |
|             |            |            |                  | 103646      | 44°15.085' | 0°23.467'            |
|             |            |            |                  | 103647      | 44°15.090' | 0°23.467'            |
|             |            |            |                  | 103648      | 44°15.095' | 0°23.468'            |
|             |            |            |                  | Captieux    | Poteau     | lande mésohygrophile |
|             | 103650     | 44°14.400' | 0°20.057'        |             |            |                      |
|             | 103651     | 44°14.401' | 0°20.052'        |             |            |                      |
|             | 103652     | 44°14.401' | 0°20.043'        |             |            |                      |
|             | 103653     | 44°14.403' | 0°20.036'        |             |            |                      |
|             | chênaie    | 103654     | 44°13.677'       |             |            | 0°18.497'            |
|             |            | 103655     | 44°13.677'       |             |            | 0°18.496'            |
|             |            | 103656     | 44°13.670'       |             |            | 0°18.501'            |
|             |            | 103657     | 44°13.664'       |             |            | 0°18.495'            |
|             | 40         | Retjons    | Poteau           | pinède      | 103658     | 44°13.661'           |
| 103659      |            |            |                  |             | 44°11.798' | 0°17.184'            |
| 103660      |            |            |                  |             | 44°11.806' | 0°17.156'            |
| 103661      |            |            |                  |             | 44°11.800' | 0°17.153'            |
| 103662      |            |            |                  |             | 44°11.801' | 0°17.135'            |
| 103663      | 44°11.800' | 0°17.119'  |                  |             |            |                      |

Tableau 2 : Taxons de nématodes phytoparasites détectés dans les différents écosystèmes (GT = groupes trophiques ; PF = « plant feeders » ; RHF = « root-hair feeders » ; Cp = indice colonisateur/persistant ; LT = Langue-tourbière ; LP = Langue-pinède ; CT = Callen –tourbière ; CP = Callen-pinède ; PLH = Poteau-lande hygrophyle ; PLM = Poteau-lande mésohygrophyle ; PC = Poteau-chênaie ; PP = Poteau-pinède).

| Ordre       | Famille           | Genre                   | Code | Référence                | Groupe trophique | Cp value | Sites |    |    |    |     |     |    |    |
|-------------|-------------------|-------------------------|------|--------------------------|------------------|----------|-------|----|----|----|-----|-----|----|----|
|             |                   |                         |      |                          |                  |          | LT    | LP | CT | CP | PLH | PLM | PC | PP |
| Dorylaimida | Longidoridae      | <i>Xiphinema</i>        | Xip  | Cobb, 1913               | PF               | 5        |       |    |    |    |     | +   |    |    |
|             | Trichodoridae     |                         | Tri  | Thorne, 1935             | PF               | 4        |       |    |    |    | +   | +   | +  |    |
| Tylenchida  | Cricematidae      | <i>Criconema</i>        | Cri  | Hofmänner & Menzel, 1914 | PF               | 3        |       |    |    |    |     |     | +  | +  |
|             | Hemicyclophoridae | <i>Hemicyclophora</i>   | hCyc | De Man, 1921             | PF               | 3        |       |    |    |    | +   | +   | +  | +  |
|             | Heteroderidae     |                         | Het  | Schmidt, 1871            | PF               | 3        |       |    |    |    |     |     |    | +  |
|             | Hoplolaimidae     | <i>Rotylenchus</i>      | Rot  | Filipjev, 1936           | PF               | 3        | +     | +  | +  |    | +   | +   | +  | +  |
|             | Pratylenchidae    | <i>Hirschmaniella</i>   | Hir  | Luc & Goodey, 1964       | PF               | 3        |       |    | +  |    |     |     |    |    |
|             | Telotylenchidae   | <i>Tylenchorhynchus</i> | Tyle | Cobb, 1913               | PF               | 3        | +     | +  | +  | +  | +   | +   | +  | +  |
|             | Tylenchidae       |                         | Tyl  | Orley, 1880              | RHF              | 2        | +     | +  | +  | +  | +   | +   | +  | +  |

Figure 1 : plan d'échantillonnage des sites de tourbière.

### Site de Langue



1 = transect tourbière  
2 = transect pinède

### Site de Parias

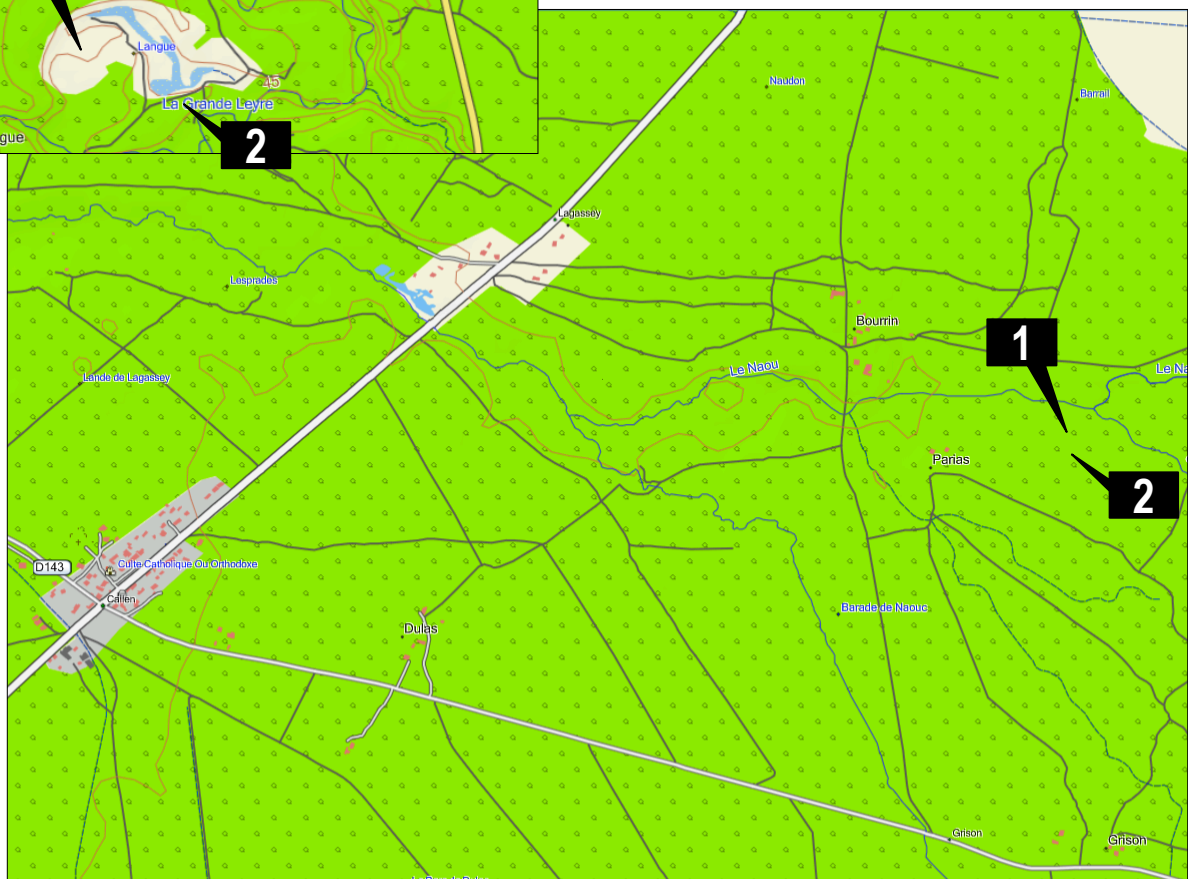
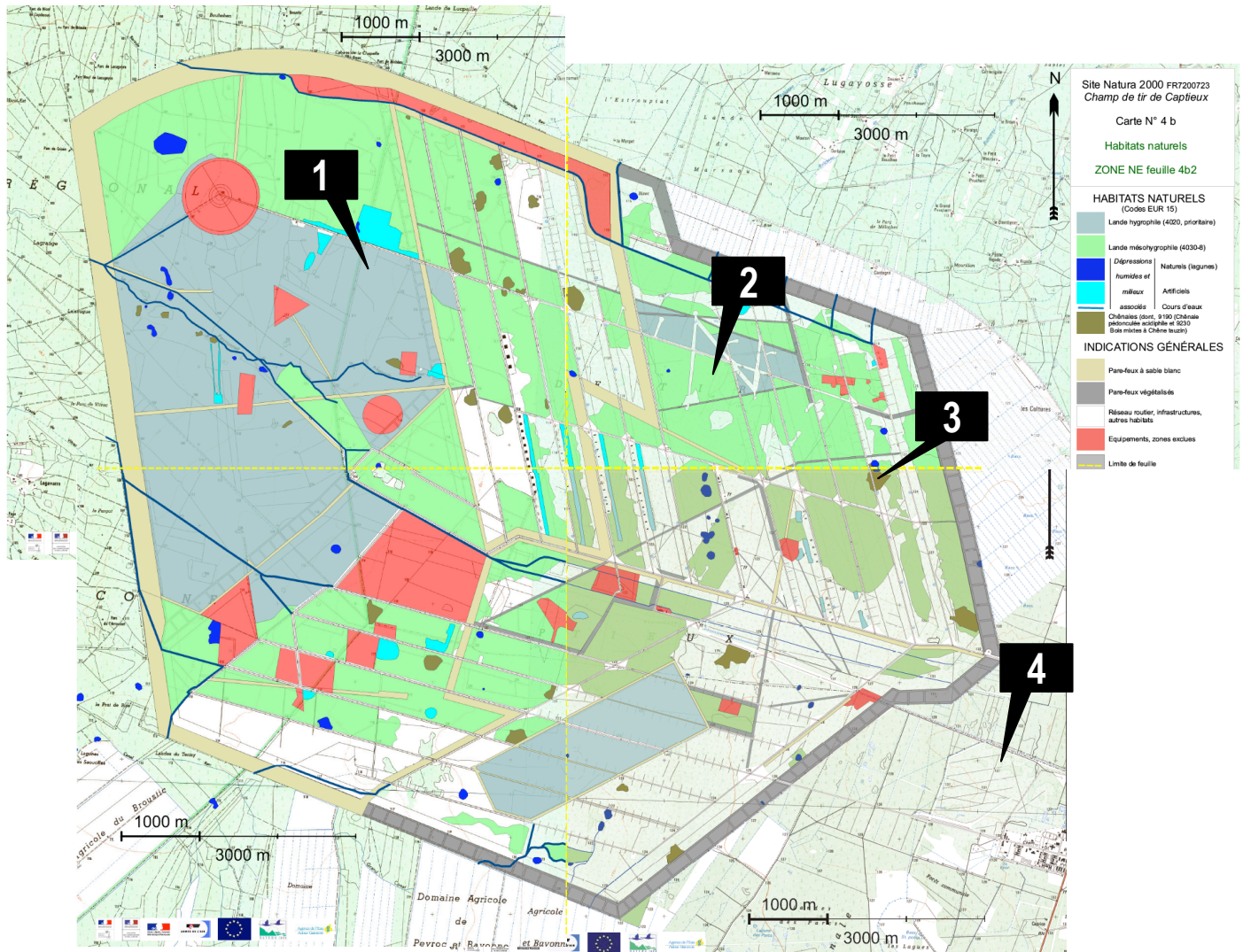


Figure 2 : plan d'échantillonnage du site du Poteau



- 1 = transect lande hygrophile
- 2 = transect lande mésohygrophile
- 3 = transect chênaie
- 4 = transect pinède

Figure 3 : diagrammes fréquence/abondance des taxons détectés (voir la légende des taxons dans le tableau 2).

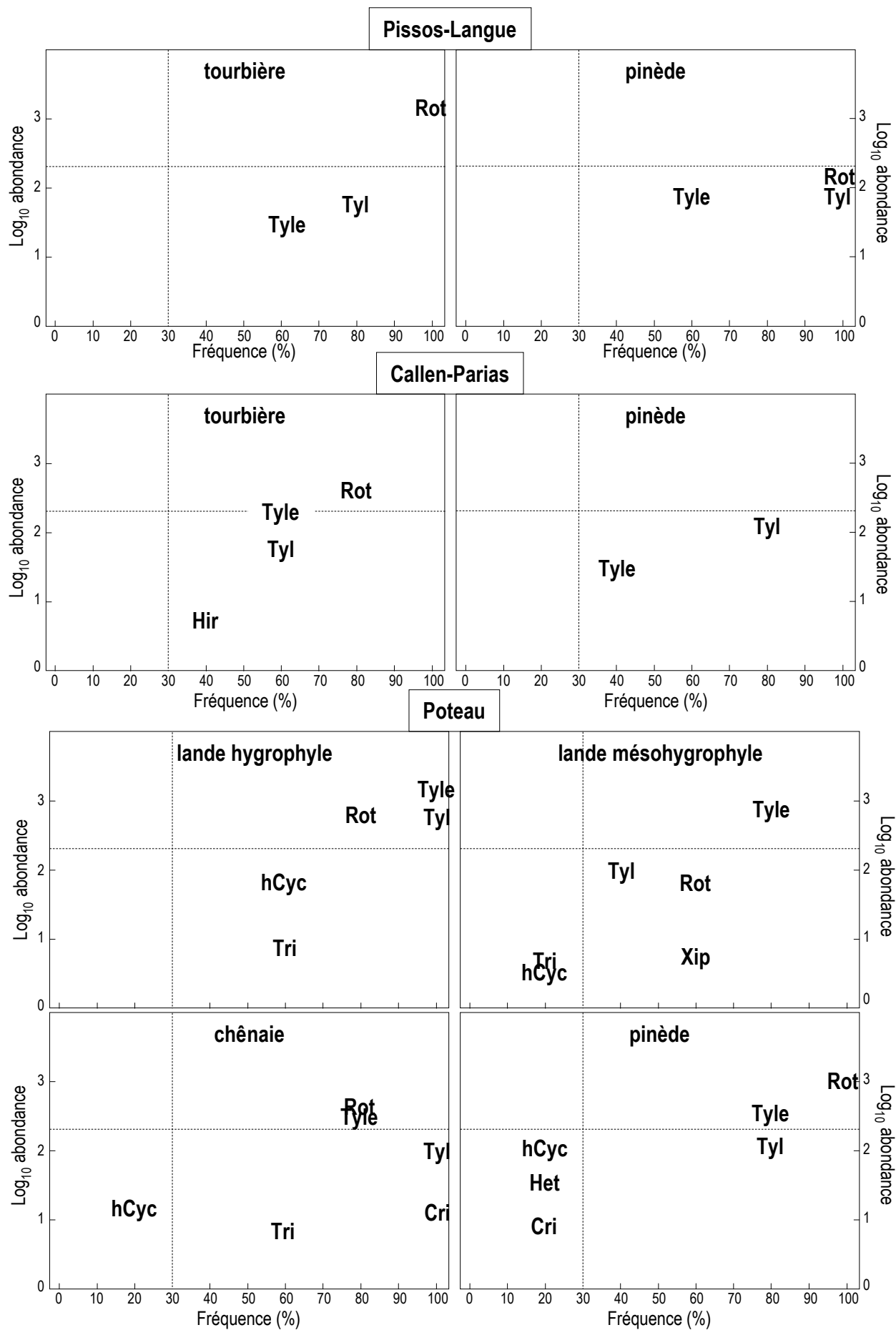




Figure 4 : biodiversité.

