



www.cnrs.fr

## DOSSIER DE PRESSE

# Voyage de presse Zone atelier Armorique

*Jeudi 6 juin 2013 à Rennes*



Bocage dense                      Bocage très ouvert  
Trois principaux paysages de la Zone atelier Armorique en 2012  
© CNRS Photothèque / Air Papillon

Marais du Bas-Couesnon

### Contact

Presse CNRS | Priscilla Dacher | T 01 44 96 46 06 / 06 74 53 04 62 | [priscilla.dacher@cnrs-dir.fr](mailto:priscilla.dacher@cnrs-dir.fr)



www.cnrs.fr

---

## Sommaire

---

- > Qu'est-ce qu'une Zone atelier (ZA) ?
- > Histoire de la Zone atelier Armorique
- > La Zone atelier Armorique
- > Programme
- > Les chercheurs rencontrés
- > Principaux ateliers effectués lors de la visite

> **Visuels** disponibles

Sur demande à la photothèque du CNRS : [phototheque@cnrs-bellevue.fr](mailto:phototheque@cnrs-bellevue.fr) / T 01 45 07 57 97

D'autres visuels de la Zone atelier Armorique sont à votre disposition sur la banque d'images du CNRS :  
<http://bit.ly/1b3l5wj>



www.cnrs.fr

## Qu'est-ce qu'une Zone atelier ?

### Les Zones ateliers : un dispositif interdisciplinaire de recherche à long terme sur l'environnement et les interactions hommes-milieus

Les ZA sont des fédérations de recherches interdisciplinaires, inter instituts et inter organismes, portés par le CNRS, depuis 12 ans. Elles constituent un service national d'observation et de recherche en environnement, ancré dans un tissu international.

Les ZA mènent des recherches fondamentales et appliquées sur le long terme, dans le domaine de l'environnement, en réponse aux demandes de la société.

Les ZA sont organisées autour d'un élément structurant (fleuve, agropaysage, ville, parc naturel).

#### Liste des onze ZA actuellement en activité

##### Zone atelier Alpes (Agropaysage)

Zone géographique : Alpes (Vercors et Oisans)

1ère Labellisation : 2009

Site web : <http://www.za-alpes.org/>

La ZA Alpes étudie les dynamiques couplées des écosystèmes alpins, de leurs usages et du climat sur deux sites contrastés par leurs conditions naturelles et humaines : le Vercors et l'Oisans.

##### Zone atelier Armorique (Agropaysage)

Zone géographique : Bretagne (Ille et Vilaine)

1ère Labellisation : 2002

Site web : <http://osur.univ-rennes1.fr/za-armorique/>

La ZA Armorique mène des recherches sur les relations entre dynamiques sociétales et dynamiques environnementales, le long de gradients allant de l'urbain au rural, avec le paysage comme objet d'articulation.

##### Zone atelier Plaine et Val de Sèvre (Agropaysage)

Zone géographique : Plaine céréalière en Poitou-Charentes

1ère Labellisation : 2009

Site web : <http://www.zaplainevaldesevre.fr/>

L'objectif de cette ZA est d'inventer un système agricole alternatif au modèle productiviste, afin d'assurer une gestion durable des ressources naturelles.



www.cnrs.fr

#### Zone atelier Antarctique (environnement extrême-polaire)

Zone géographique : Antarctique (Terre Adélie), Iles Sub-antarctiques françaises et eaux subtropicales de l'océan Indien

1ère Labellisation : 2000

Site web : <http://za-antarctique.univ-rennes1.fr/>

Cette ZA mesure les impacts des changements climatiques et des activités humaines sur les écosystèmes antarctiques et subantarctiques.

#### Zone atelier Hwange (environnement extrême – savane)

Zone géographique : Sub-Saharan Africa (National Park of Hwange)

1ère Labellisation : 2010

Site web : <http://www.za-hwange.org/>

La ZA Hwange conduit une approche pluri-disciplinaire d'un système socio-écologique centré sur une aire protégée abritant une diversité de grands mammifères unique au monde et des enjeux cruciaux d'intégration de la conservation et du développement rural.

#### Zone atelier environnementale urbaine (ville)

Zone géographique : Alsace (Bas-Rhin)

1ère Labellisation : 2010

Site web : <http://za-eus.in2p3.fr/>

Cette ZA est un dispositif d'observation environnementale sur les zones urbaines en articulation avec les collectivités territoriales, menant des actions de structuration de la recherche sur des questionnements complexes liés aux processus naturels et aux dynamiques sociales.

#### Zone atelier Loire (Espace fluvial)

Zone géographique : Bassin versant de la Loire (127 000km<sup>2</sup>)

1ère Labellisation : 2001

Site web : <http://www.za-loire.org/>

La ZA Loire a pour objet l'observation de l'hydrosystème, des sociétés humaines et de leur coévolution sur le bassin versant de la Loire, sur une échelle de 15 000 ans.

#### Zone atelier Bassin du Rhône (Espace fluvial)

Zone géographique : bassin du Rhône

1ère Labellisation : 2001

Site web : <http://www.zabr.org>



www.cnrs.fr

Cette ZA aborde par différentes disciplines, les interactions entre le milieu fluvial et périfluvial rhodanien et les sociétés qui se développent sur le bassin versant.

**Zone atelier Bassin de la Moselle (Espace fluvial / Agropaysage)**

Zone géographique : Lorraine (Moselle)

1ère Labellisation : 2000

Site web : [http://apps.ensic.inpl-nancy.fr/Zam/index\\_fr.html](http://apps.ensic.inpl-nancy.fr/Zam/index_fr.html)

Cette ZA a pour objectif principal d'acquérir des connaissances afin d'aider à la maîtrise de l'impact des activités humaines sur la qualité des ressources en eau en Lorraine, dans le bassin versant de la Moselle.

**Zone atelier Seine (Espace fluvial / Agropaysage)**

Zone géographique : Bassin versant de la Seine

1ère Labellisation : 2001

Site web : <http://www.piren-seine.fr>

La ZA Seine s'interroge sur la manière dont le bassin parisien, sa géologie, son climat, sa végétation et ses activités agricoles, domestiques et industrielles fabriquent à la fois le milieu aquatique et la qualité de l'eau des rivières et des nappes.

**Zone atelier Brest Iroise (environnement côtier)**

Zone géographique : Bretagne (Finistère)

1ère Labellisation : 2012

Site web : <http://www-ium.univ-brest.fr/>

Cette ZA a pour objectif l'étude du fonctionnement et de l'évolution à long terme du socio-écosystème côtier de la baie de Brest et de la mer d'Iroise dans un contexte de changements et dans une perspective de gestion intégrée des zones côtières.

Pour en savoir plus sur toutes les ZA : <http://www.za-inee.org/>

**Contact :**

Cécile Maréchal

Chargée de mission à l'Institut écologie et environnement du CNRS pour le réseau des ZA

[cecile.marechal@cnrs-dir.fr](mailto:cecile.marechal@cnrs-dir.fr)



www.cnrs.fr

## Histoire de la Zone atelier Armorique

---

La formation de cette Zone atelier a débuté en 1990 avec la soumission d'un projet de recherche portant sur la biodiversité dans la zone de polders au nord du site de Pleine-Fougères.

En 1993, deux projets complémentaires émergent :

- un projet européen sur la biodiversité des bordures de champs
- un projet « structures linéaires boisées » du ministère chargé de l'environnement.

Ils ont justifié l'extension de la zone d'étude à des sites bocagers « du plateau ». Pour ces projets, trois sites bocagers distants de quelques kilomètres ont été retenus afin de comparer des situations paysagères différentes dans un contexte géographique et agricole semblable. D'une superficie approximative de 500ha, ils ont été différenciés par leur densité de haies.

Une deuxième extension sur trois sites différents (un site densément bocager, un second ouvert et un troisième intermédiaire) a été réalisée en 1997 pour couvrir deux bassins versants de façon exhaustive. À l'intérieur de chaque site, a été choisi un « mini-réseau » d'une cinquantaine de haies dont la totalité de la flore herbacée a été analysée et dont tous les bords de champ sont observés depuis 1994 pour repérer les pratiques d'entretien.

En 2000, l'intérêt des chercheurs pour le site de Pleine-Fougères augmentant, il a été décidé de constituer un **site unique pour suivre les dynamiques d'occupation du sol et des paysages**. Les limites prenaient en compte les bassins versants, avec le Guyout comme limite ouest.

En 2006, le site a été étendu à l'est pour incorporer le marais de Sougéal, zone « Natura 2000 », en bordure ouest du Couesnon.

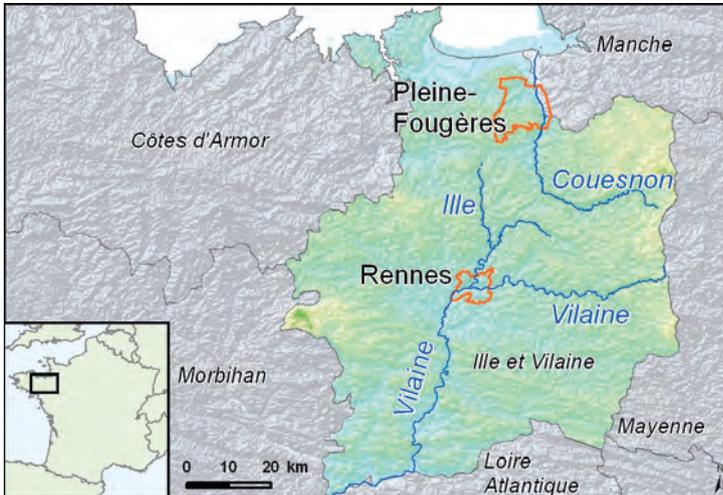
En 2011, suite aux recommandations du comité d'évaluation de la Zone atelier ainsi qu'à l'évolution des problématiques de recherche, le site a été étendu de manière significative pour incorporer Rennes Métropole qui constitue ainsi un observatoire urbain. D'autres paysages sont échantillonnés sur l'ensemble de l'Ille-et-Vilaine car ils correspondent soit à des gradients de type d'occupation du sol (importance des éléments semi-naturels) ou à une importance plus ou moins grande de l'agriculture biologique.

Pour en savoir plus : <http://osur.univ-rennes1.fr/za-armorique/>



# Zone Atelier Armorique

## LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE



Le paysage agricole de Pleine-Fougères, le marais de Couesnon, et la ville de Rennes

## DATE DE LABELLISATION

2001

## ÉLÉMENT STRUCTURANT

Deux gradients paysagers : un gradient agricole du bocage traditionnel à l'openfield et au marais ; et un gradient de l'urbain au péri-urbain agricole.

## OBJET D'ÉTUDE ET TERRITOIRE

La Zone Atelier comprend trois entités complémentaires :

- Le paysage de Pleine-Fougères, correspondant à un territoire bocager plus ou moins dégradé géré par des systèmes de polyculture-élevages



- Le marais du Couesnon, situé dans la basse vallée du Couesnon, et comprenant un écosystème de plusieurs marais de configurations paysagères très variées issues de différentes trajectoires historiques en termes de gestion de l'eau et de pratiques agricoles
- L'observatoire urbain de Rennes Métropole qui se concentre sur l'étude du gradient urbain-périurbain

## PROBLÉMATIQUE SOCIO-ÉCOLOGIQUE

Les recherches visent à analyser comment des territoires urbains ou ruraux maintiennent ou restaurent des services écosystémiques, utilisés localement ou non. La spécificité de cette Zone Atelier est de s'intéresser à une thématique commune – le paysage – en abordant les questions scientifiques ou sociétales qui s'y rattachent par des approches pluridisciplinaires. Les conséquences des modifications des paysages sur la biodiversité ordinaire et les services écosystémiques sont plus particulièrement étudiées.

## THÉMATIQUES CLÉS

- Hétérogénéité spatio-temporelle des paysages : du temps court (saison, année) au temps long (millénaire, siècle)
- Gestion des paysages (systèmes d'exploitation agricole, parcs urbains, aménagement)
- Impact des structures paysagères et de leur modification sur les services écosystémiques (service de régulation, conservation d'espèces, protection des sols, maintien de la qualité de l'eau...)
- Le rôle des politiques publiques de préservation de l'environnement sur la dynamique d'aménagement et d'usage des paysages



Jacques Baudry  
jacques.baudry@rennes.inra.fr

INRA SAD  
65, rue de St-Brieuc  
CS 84215  
35042 Rennes Cedex –France

Cendrine Mony  
cendrine.mony@univ-rennes1.fr

UMR ECOBIO,  
Université de Rennes 1  
Avenue du Général Leclerc  
35042 Rennes cedex

<http://osur.univ-rennes1.fr/za-armorique/>





www.cnrs.fr

## Programme (jeudi 6 juin 2013)

---

**7h45** : Rendez-vous à Paris - Gare de Montparnasse

**8h08** : Départ de Paris - Gare de Montparnasse

**10h27** : Arrivée en gare de Rennes

**10h30 – 11h45** : Trajet Rennes / site de Pleine-Fougères en bus

En compagnie de Jacques Baudry, chercheur Inra de l'unité SAD-Paysage, co-responsable de la Zone atelier Armorique avec Cendrine Mony de l'unité « Ecosystèmes, biodiversité, évolution » (Ecobio, CNRS / Université Rennes 1)

*Présentation de l'histoire de la Zone atelier, du site, des acteurs, du rôle dans l'enseignement et de ses principales thématiques de recherche : les paysages et leurs dynamiques spatiales.*

**11h45 – 12h40** : Arrivée sur le site de Pleine-Fougères (sud de la baie du Mont-Saint-Michel)

- **Reconstitution de paysages passés et de leur évolution** à partir de l'étude de restes de moulins médiévaux
- **Utilisation des pollens dans les tourbières** pour reconstituer les végétaux passés

Par Aurélie Reinbold, doctorante à l'Université de Rennes 2

**12h45 – 16h30** : Arrivée sur le site équipé pour les études sur l'eau et la biodiversité

- **Circulation et qualité de l'eau** : mesures de flux d'eau de nutriments (nitrates) dans les divers compartiments du paysage (sol, plantes)  
Par Zahra Thomas, maître de conférences à Agrocampus Ouest, et Gilles Pinay, directeur de recherche CNRS à Ecobio et directeur de l'OSUR
- **Rôle des bandes enherbées** (bandes d'herbes implantées dans le cadre de la politique agricole commune, pour éviter que l'agriculteur épande dans le cours d'eau) : prélèvement d'eau, mesure *in situ* de la quantité de polluants dans l'eau et analyse de la vitalité des plantes  
Par Cécile Sulmon, maître de conférences à l'unité Ecobio

Déjeuner pique-nique



www.cnrs.fr

- **Etude des relations entre paysages et risques sanitaires** (dont la maladie de Lyme) à partir de différentes méthodes de piégeage d'insectes  
Par Oliver Plantard, chargé de recherche à l'Inra de Nantes, et Alain Butet, chercheur CNRS à Ecobio

### Biodiversité et bocage

- **Comment circulent les espèces en fonction du paysage** (bocage, parcelles agricoles)  
Par Jacques Baudry et Françoise Burel, directrice de recherche CNRS à Ecobio

### Téledétection et cartographie

- **Observation, caractérisation des paysages**, à partir de photos aériennes, images satellitales, etc., et **production de cartes thématiques**  
Par Julie Betbeder, doctorante, et Jean Nabucet, ingénieur de recherche CNRS, tous deux travaillant au sein du laboratoire « Littoral, environnement, télédétection et géomatique » (LETG, CNRS / Univ. Rennes 2, Nantes et Angers / UCN / UBO)
- **Observation par radar terrestre**. Il permet d'analyser les structures de la végétation.  
Par Stéphane Méric, Fred Boutet et Cécile Leconte de l'Institut d'électronique et des télécommunications de Rennes (Université de Rennes 1 / CNRS / Insa Rennes / Supelec / Université de Nantes)

**16h45 – 17h30 : Le marais du Bas-Couesnon**, « corridor » alluvial riche en espèces patrimoniales « Espace remarquable de Bretagne », Zone Natura 2000

- **Recherches sur les plantes patrimoniales et invasives**  
Par Cendrine Mony et Aurélien Bellanger, chargé de mission en charge de la gestion de la Réserve naturelle régionale
- **Climat et utilisation des terres**  
Par Hervé Quénot, chargé de recherche CNRS au LETG-Rennes

**17h30** : Départ vers Rennes, trajet en bus

**19h03** : Départ de la gare de Rennes, arrivée à Paris Gare de Montparnasse à **21h15**



www.cnrs.fr

## Les chercheurs

### Les deux co-responsables de la Zone atelier Armorique



**Jacques Baudry** est directeur de recherche à l'Inra. Cet ingénieur agronome et docteur ès Science est à l'initiative de la Zone atelier Armorique, dont il coordonne désormais les recherches avec Cendrine Mony. Il a participé aux premiers travaux en écologie du paysage à l'université Rutgers (Etats-Unis) et à l'université d'Ottawa (Canada). En 1993, Jacques Baudry a mis en place à Rennes un laboratoire qui étudiait spécifiquement les relations entre les activités agricoles et les dynamiques écologiques des paysages. Depuis 2000, il coordonne le programme du service de la recherche du ministère en charge de l'environnement portant sur les relations entre action publique, agriculture et biodiversité. Il représente le réseau français des Zones ateliers auprès du réseau international des sites de recherche à long terme en écologie (ILTER, International Long Term Ecological Research). Jacques Baudry a reçu, en 2007, le *Distinguished Scholarship Award* de l'International Association for Landscape Ecology<sup>1</sup>.

Contact : T 02 23 48 56 21 / 06 42 40 24 40 | [jacques.baudry@rennes.inra.fr](mailto:jacques.baudry@rennes.inra.fr)



**Cendrine Mony** est maître de conférences au sein du laboratoire « Ecosystèmes, biodiversité, évolution » (Ecobio, CNRS / Université de Rennes 1). Ses recherches visent à mieux comprendre les mécanismes de coexistence des espèces au sein des communautés végétales et plus particulièrement le rôle de leurs traits biologiques. Il s'agit principalement d'analyser l'impact des facteurs environnementaux et des pratiques agricoles sur ces processus. L'objectif est d'établir des préconisations de gestion plus respectueuses de la biodiversité et des services écologiques rendus par les écosystèmes. Elle est co-responsable de la Zone atelier Armorique depuis 2010 et s'intéresse plus particulièrement aux prairies humides situées dans la basse-vallée du Couesnon, à l'est de la Zone atelier.

Contact : T 02 23 23 64 79 | [cendrine.mony@univ-rennes1.fr](mailto:cendrine.mony@univ-rennes1.fr)

<sup>1</sup> <http://www.landscape-ecology.org/>



www.cnrs.fr

### Autres scientifiques rencontrés



**Julie Betbeder** est ingénieure agronome de l'Ecole supérieure d'agriculture d'Angers depuis 2010. Elle a ensuite travaillé en tant qu'ingénieure d'étude au sein de différentes structures de recherche, comme le CIRAD et l'IRD. Ses recherches portaient alors sur la cartographie des habitats tropicaux à partir de la télédétection. Elle est actuellement en doctorat au laboratoire « Littoral, environnement, télédétection et géomatique » (LETG, CNRS / Univ. Rennes 2, Nantes et Angers / UCN / UBO) où elle travaille sur la caractérisation des corridors écologiques à partir d'imagerie optique et radar couplée à une approche de terrain. Sa bourse de doctorat est co-financée par le CNES et la région Bretagne.

Contact : [betbederjulie@gmail.com](mailto:betbederjulie@gmail.com)



**Françoise Burel** est directrice de recherche au CNRS. Elle a reçu la médaille d'argent 2009 du CNRS pour ses travaux en écologie du paysage. Elle s'est spécialisée sur l'étude de la biodiversité dans les paysages agricoles, en particulier sur le rôle de l'hétérogénéité spatiale et de la connectivité sur les populations et individus d'insectes. Ses travaux sur les corridors écologiques ont conduit à de nombreuses publications internationales. Françoise Burel développe aujourd'hui des recherches associant sciences de la nature et sciences sociales sur les questions liées à la gestion des paysages. Elle coordonne plusieurs projets de recherche, nationaux et internationaux s'appuyant sur la Zone atelier. En novembre 1999, elle a publié avec Jacques Baudry le livre « *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications* ».

Contact : [francoise.burel@univ-rennes1.fr](mailto:francoise.burel@univ-rennes1.fr)



**Gilles Pinay** est directeur de recherche au CNRS. Après quatre années passées sur un poste de professeur à l'Université de Birmingham au Royaume-Uni, il dirige aujourd'hui l'Observatoire des sciences de l'Université de Rennes (OSUR) qui fédère les recherches rennaises en environnement, et plus particulièrement sur la dynamique des paysages. Il a notamment présidé la section Surfaces et interfaces continentales du Comité national de la recherche scientifique (2005-2007). Ses recherches portent sur l'analyse des mécanismes biogéochimiques qui régulent les transferts d'azote depuis les sols jusqu'aux bassins versants. Elles visent à quantifier les relations existantes entre la structure des paysages et leurs capacités à recycler et retenir l'azote. Principale application : limiter les fuites d'azote dans les bassins versants agricoles. Ses travaux ont été récompensés en 2008 par la médaille d'argent du CNRS.

Contact : [gilles.pinay@univ-rennes1.fr](mailto:gilles.pinay@univ-rennes1.fr)



www.cnrs.fr



**Olivier Plantard** est chargé de recherche à l'Inra au sein du laboratoire « Biologie, épidémiologie et analyse de risque en santé animale » à Nantes. Ses travaux portent sur l'écologie et la biologie évolutive des parasites et des « interactions durables » hôtes-parasites. Depuis 2007, il travaille sur la génétique des populations de tiques. Les tiques sont des vecteurs de nombreuses maladies humaines (maladie de Lyme, encéphalite à tique) et animales (piroplasmose et anaplasmose bovines...). À travers une meilleure connaissance de la dispersion et de la variabilité génétique de ces vecteurs, ses recherches tentent d'aider à mettre au point des méthodes de lutte contre ces maladies.

Il coordonne le projet OSCAR (Outil de simulation cartographique à l'échelle du paysage agricole du risque acarologique) dans le cadre duquel de nombreuses investigations (collectes de tiques, capture de micromammifères...) sont réalisées au sein de la Zone atelier Armorique.

Contact : T 02 40 68 78 42 | [olivier.plantard@nantes.inra.fr](mailto:olivier.plantard@nantes.inra.fr)



**Jean Nabucet** est ingénieur d'étude CNRS au sein du laboratoire « Littoral, environnement, télédétection et géomatique » (LETG, CNRS / Univ. Rennes 2, Nantes et Angers / UCN / UBO). Ses activités de recherche sont principalement centrées sur l'utilisation des outils de télédétection pour le suivi des éléments de paysage. Il s'intéresse plus particulièrement à l'évaluation des données de télédétection à très haute résolution spatiale (satellite, drone, lidar...) pour la cartographie des continuités écologiques dans un contexte de gradient de paysage

du rural à l'urbain. Il est également en charge du service de gestion de données numériques de l'Observatoire des sciences de l'Université de Rennes qui a vocation à mettre à disposition les données produites dans le cadre de ses projets de recherche.

Contact : T 02 99 14 18 54 | [jean.nabucet@uhb.fr](mailto:jean.nabucet@uhb.fr)



**Aurélie Reinbold** est doctorante en archéologie médiévale à l'Université de Rennes 2 au sein de deux laboratoires rattachés au CNRS : le Centre de recherches historiques de l'Ouest (CNRS / Universités de Rennes 2, Angers, Maine et Bretagne-Sud) et le Centre de recherche en archéologie, archéosciences, histoire (CReAAH, CNRS / Univ. de Rennes 1, Rennes 2, Nantes, Le Mans / ministère de la Culture / Inrap). Depuis 2010, elle mène une thèse co-financée par le CNRS et la région Bretagne sur les paysages ruraux du Moyen-Age. Dans ce cadre, elle analyse les pollens fossiles conservés dans les sols humides afin de reconstituer les paysages anciens. Elle effectue également des recherches sur les sources écrites médiévales

traitant du paysage. En parallèle, elle dirige une prospection archéologique sur l'ensemble des aménagements hydrauliques construits sur la Zone atelier entre le XI<sup>e</sup> et le XIX<sup>e</sup> siècle.

Contact : T 02 99 14 18 25 | [aurelie.reinbold@gmail.com](mailto:aurelie.reinbold@gmail.com)



www.cnrs.fr



**Cécile Sulmon** est maître de conférences au sein de l'unité Ecobio (CNRS / Université de Rennes 1). Ses recherches portent sur les réponses physiologiques et moléculaires des plantes aux contaminants (essentiellement les pesticides). Il s'agit principalement de caractériser les systèmes de tolérance mis en place par les plantes pour « accepter » ces composés toxiques, et de déterminer les capacités « phytoremédiatrices »<sup>2</sup> de ces plantes dans un contexte de pollution environnementale. Une des applications de ses recherches, menées à la fois au laboratoire et sur le terrain, est d'évaluer, dans un contexte de bandes enherbées, les fonctions du compartiment végétal dans la rétention des pesticides d'origine agricole.

Contact : T 02 23 23 51 23 | [cecile.sulmon-maisonneuve@univ-rennes1.fr](mailto:cecile.sulmon-maisonneuve@univ-rennes1.fr)



**Zahra Thomas** est maître de conférences en hydraulique à Agrocampus Ouest. Dans le cadre de ses recherches, elle observe et modélise des flux d'eau et d'énergie dans les paysages. Son objectif est de mieux comprendre les liens entre le climat, la végétation et les ressources en eau (qualité et quantité). Les expérimentations mises en place sur la Zone atelier Armorique permettent de prendre en compte les interactions entre le milieu physique (structures du paysage, distribution spatiale des sols, topographie, etc.) et l'acquisition de la qualité de l'eau. Le suivi des paramètres chimiques dans les cours d'eau, associé à des mesures dans le sol et la nappe (superficielle et profonde), vise à mieux comprendre les processus impliqués dans le transfert de l'eau et des solutés (nitrate en particulier) dans les trois compartiments clés (sol, nappe et rivière).

Contact : T 02 23 48 58 78 | [zthomas@agrocampus-ouest.fr](mailto:zthomas@agrocampus-ouest.fr)

<sup>2</sup> La phytoremédiation est un ensemble de « technologies » utilisant les plantes pour réduire, dégrader ou immobiliser des composés organiques polluants du sol, de l'eau ou de l'air, provenant d'activités humaines.



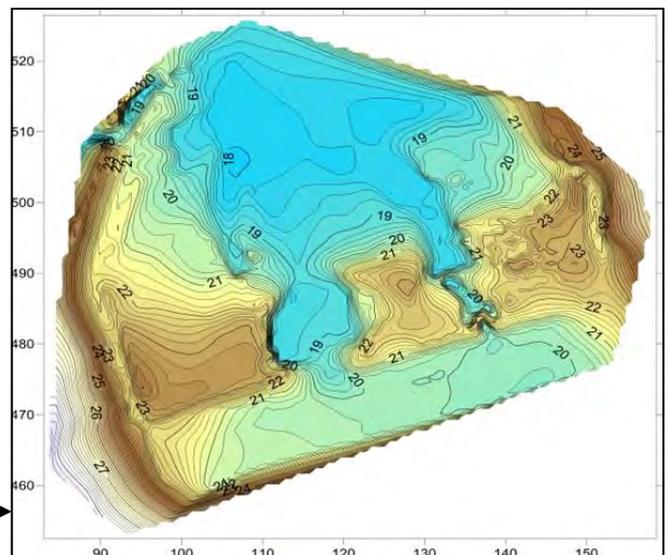


www.cnrs.fr

> RESULTATS :



Relevés archéologiques au tachéomètre laser d'une ancienne digue d'étang



Exemple de relevé topographique : digue de l'étang de Launay (Trans-la-Forêt, 35) (17<sup>e</sup>?-20<sup>e</sup> siècle)

Longueur : 160 m, largeur : 15 m



www.cnrs.fr

## Utilisation des pollens dans les tourbières pour reconstituer les paysages anciens

> OBJECTIF : reconstituer le paysage ancien et son évolution à partir de l'étude des pollens fossiles conservés dans des carottes de tourbe

> METHODES :



*Sondage palynologique sur le marais du Mesnil à l'aide d'un carottier*



*Partie d'une carotte de sédiment*

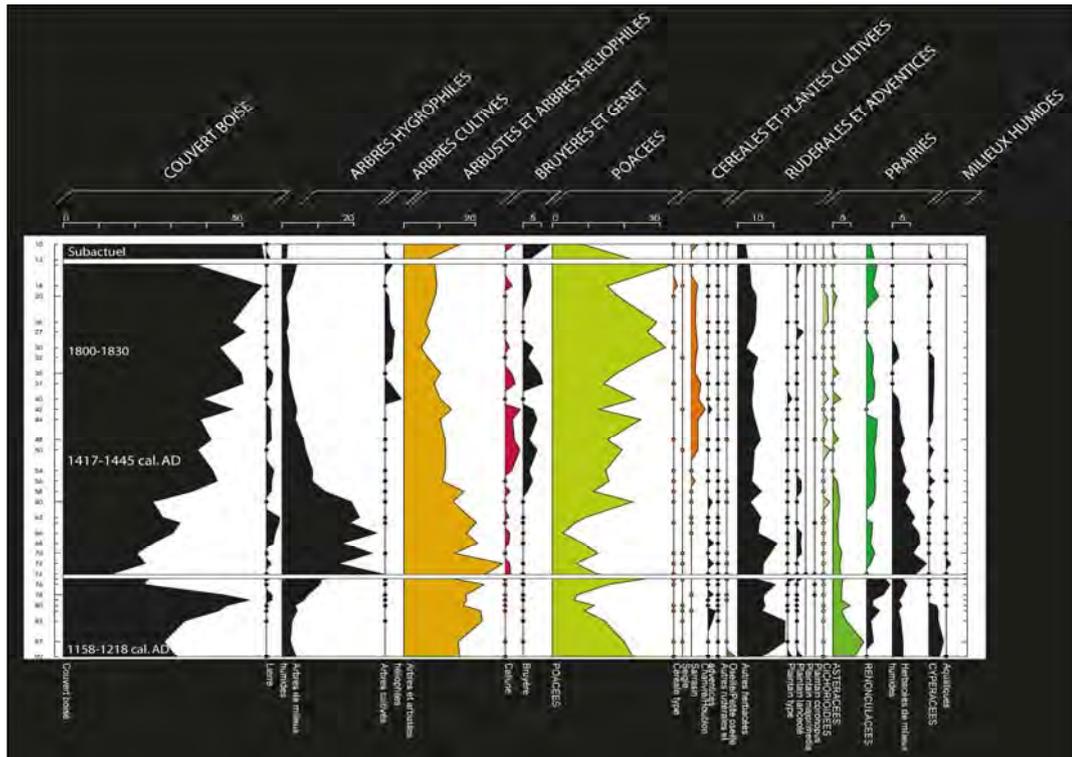
= 1 cm



*Détermination de 500 pollens pour chaque centimètre traité.*

*Ici : pollen d'aulne*

*Extraction des pollens par traitement chimique pour chaque centimètre*



Le graphique ci-dessus représente la quantité de pollen de différents groupes de plantes accumulé à différentes profondeurs dans la tourbe, chaque niveau correspondant à une date (1158, 1417, 1800). Ceci donne une image de l'évolution de la végétation depuis l'an 1200 (environ) jusqu'à l'actuel. Les dates sont déterminées par le carbone 14.

> **RESULTATS :**

L'assemblage des taux de chaque pollen pour chaque centimètre de sédiment traité retranscrit l'évolution de la végétation sur plusieurs siècles.

Les résultats sont présentés dans le schéma ci-dessus sous la forme d'un diagramme palynologique. Les chercheurs ont ainsi pu mettre en évidence, selon toute vraisemblance, la plantation d'une haie de châtaignier vers 1400 car le pollen de cette espèce augmente à cette période alors que celui des espèces des champs et des prairies ne diminue pas, comme c'est le cas en période d'abandon de l'agriculture et de progression des boisements.



www.cnrs.fr

## Circulation et qualité de l'eau

La Zone atelier Armorique présente une grande diversité en termes de structures du paysage avec un gradient de densité du bocage décroissant de l'amont vers l'aval du bassin versant. Le réseau hydrographique se caractérise par la présence de **plusieurs zones humides**. Le contexte topographique, géologique et pédologique<sup>3</sup> du site de Pleine-Fougères en fait un site privilégié pour étudier les relations entre les structures du paysage et les flux d'azote à l'exutoire des bassins versants qui les drainent (cet exutoire peut être un cours d'eau ou bien la mer).

Les bassins versants de la Zone atelier ont été étudiés dans le cadre du projet ANR Acassya<sup>4</sup> : un suivi hydrologique et climatique a été installé en 2009. L'instrumentation mise en place permet de suivre les chemins de l'eau à l'échelle du versant (suivi de l'eau du sol, de la dynamique de la nappe et du débit à l'exutoire). Ce suivi a été récemment complété par un suivi hydrogéochimique au niveau de six bassins versants. Six points de mesure sont équipés avec des sondes multi-paramètres qui permettent de **mesurer en continu le nitrate**, l'ammonium, la conductivité électrique, le pH, la température, et le niveau de l'eau dans le cours d'eau.

> **OBJECTIF** : relier les flux d'éléments dissous mesurés dans la nappe et à la sortie des bassins versants aux structures du paysage en amont (bocage, ripisylve<sup>5</sup>, pratiques agricoles, étendue des zones ripariennes – ce sont des zones plus ou moins larges longeant un cours d'eau soumises à des inondations et recouvertes de végétation<sup>6</sup>, ...).

La connaissance des sources et des puits de l'azote dans les versants et dans la zone riparienne est nécessaire pour différencier les processus hydrogéochimiques du sol et de la nappe de ceux des cours d'eau.

### > EXPERIENCES PRESENTEES :

- Au niveau du versant, réaliser des mesures de la teneur en eau du sol (sonde capacitive), du haut de la nappe (capteur de niveau et sonde lumineuse) et analyser la composition chimique de la nappe en utilisant la sonde UV (scan)
- Au niveau du cours d'eau, mesurer la minéralisation des nitrates et de l'ammoniaque grâce à la sonde scan

<sup>3</sup> Relatif à l'étude des sols

<sup>4</sup> Accompagner l'évolution agro-écologique des systèmes d'élevage dans les bassins versants côtiers

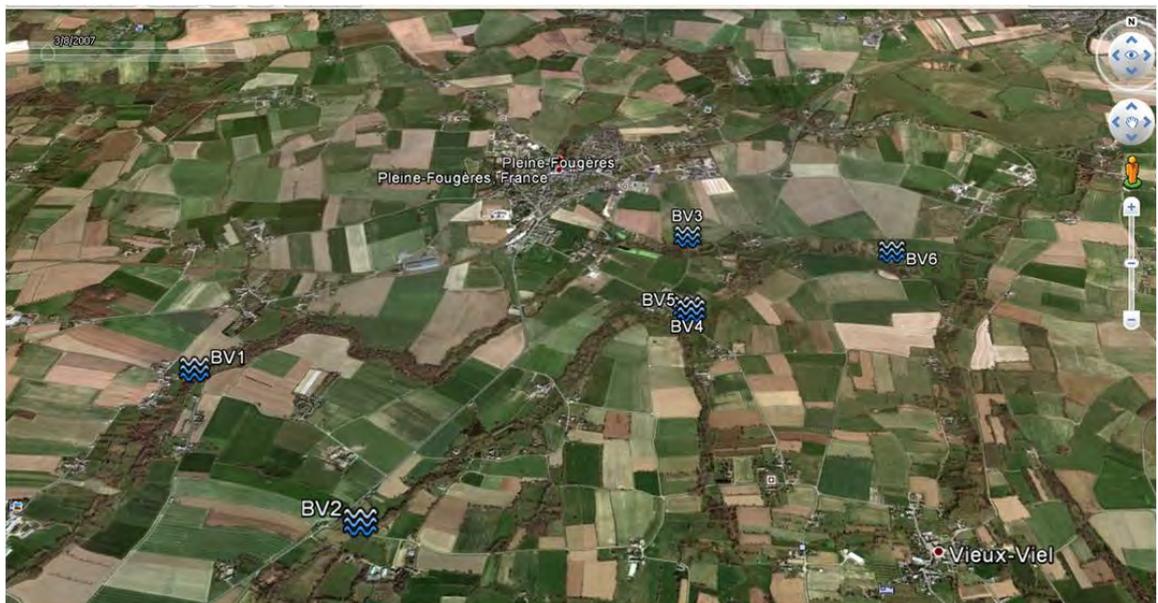
<sup>5</sup> Végétation bordant les milieux aquatiques

<sup>6</sup> Cette bande est une véritable zone tampon entre le cours d'eau et les terres environnantes. Ces zones ripariennes sont très importantes d'un point de vue écologique mais aussi pour la gestion du territoire, car, en plus d'être un écosystème riche, elles jouent un rôle important contre l'érosion des sols.



www.cnrs.fr

> DISPOSITIF de SUIVI des BASSINS VERSANTS :



Vue oblique de la position des points de prélèvements d'eau pour en mesurer les caractéristiques (image Google Earth)

> PRINCIPAUX RESULTATS :

Que ce soit pour la qualité physico-chimique de l'eau (teneur en nitrates, phosphates) ou la biodiversité aquatique, **le rôle du paysage du bassin versant est essentiel car il contrôle les relations entre le milieu terrestre et le milieu aquatique.** Les chercheurs ont montré que la charge en nutriments augmente des bassins forestiers aux bassins dominés par les cultures annuelles. *A contrario*, les prairies permanentes et les haies jouent un rôle tampon qui limite les apports en nutriments (azote, phosphore) du bassin versant au ruisseau.



www.cnrs.fr

## Rôle des bandes enherbées

### Réduction des contaminations environnementales d'origine agricole : importance du compartiment végétal dans les fonctions épuratrices des bandes enherbées

Depuis plusieurs décennies, l'agriculture s'est fortement intensifiée, ce qui s'est accompagné d'une très forte utilisation des produits phytosanitaires et des fertilisants. Or, une faible proportion des substances épandues atteint *in fine* leurs cibles. Le reste est dispersé dans l'environnement (eau, sol, atmosphère) aboutissant à une contamination générale des milieux (Inra/Cemagref, 2005). En Bretagne, 50% des rivières dépassent les seuils de contamination autorisés (Observatoire de l'eau, données 2006-2007). Ces **contaminations en produits azotés et phytosanitaires** ont des impacts significatifs sur l'environnement (dysfonctionnement des écosystèmes, modifications, voire érosion locale de la biodiversité) et en santé humaine (effets hormonaux, neurotoxiques et carcinogènes). La **réduction de la contamination des milieux** est donc aujourd'hui un sujet majeur d'actualité.

Afin de diminuer les contaminations d'origine agricole, de nouvelles législations ont été mises en place (Directive-Cadre sur l'Eau, 2000). Parmi elles, la mise en place le long des cours d'eau de dispositifs végétalisés agro-paysagers appelés **bandes enherbées** vise à limiter les flux de polluants, qu'il s'agisse de pesticides ou de fertilisants, en aval des cultures. Elles constituent des zones tampons capables de réduire la contamination des écosystèmes terrestres et aquatiques (Marshall et Moonen, 2002).

Le fonctionnement des bandes enherbées est en partie lié aux actions physiques et chimiques des plantes sur le sol. Ces bandes favorisent les phénomènes d'infiltration, de rétention, et de dégradation microbienne des contaminants. Dans un tel schéma, les plantes constituent des acteurs indirects de la réduction des contaminations environnementales. Cependant, les plantes peuvent présenter différents niveaux de sensibilité aux contaminants ainsi que différentes capacités d'absorption de polluants (i.e. pesticides). Le compartiment végétal, qui détermine le maintien pérenne de la couverture herbeuse, et qui représente une source potentielle de rétention des contaminants peut donc être aussi un acteur majeur du rôle tampon des bandes enherbées.

> **OBJECTIF** : caractériser le rôle du compartiment végétal dans la fonction épuratrice et remédiateur des bandes enherbées

> **PROBLEMATIQUES et PREMIERS RESULTATS** :

Pour cela, trois questions sont posées :

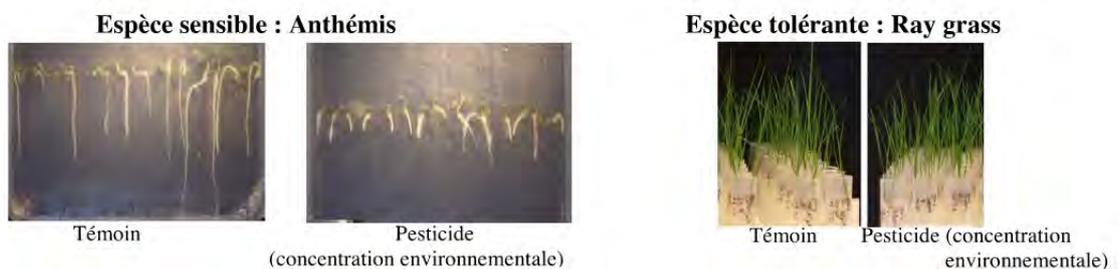
#### 1. *Quelles espèces végétales utiliser pour l'installation de bandes enherbées ?*

Il n'existe en effet aucune recommandation quant à la composition végétale des bandes enherbées. Or, les flux récurrents de contaminants sur ces bandes représentent pour les plantes un stress chimique. Les capacités des espèces à se développer et se maintenir en présence de contaminations agricoles constituent donc la clé de l'établissement et de la pérennité du couvert végétal de la bande. Ce projet cherche à caractériser au laboratoire le niveau de sensibilité ou de tolérance aux contaminations environnementales en pesticides de différentes espèces végétales susceptibles d'être implantées dans les bandes enherbées. **Parmi les espèces testées, certaines graminées** (par exemple, le ray-grass, une des graminées fourragères les plus utilisées en France et notamment en Bretagne) **se sont révélées**



www.cnrs.fr

particulièrement tolérantes aux contaminants et constituent donc de bonnes espèces candidates à implanter en bordure de champs.

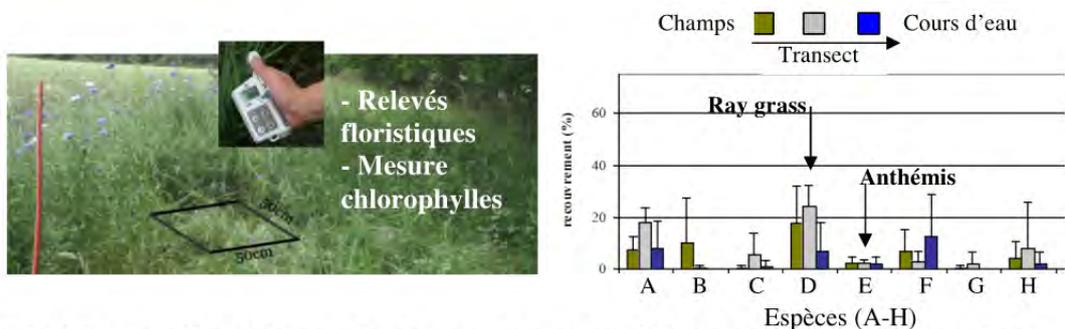


Mise en évidence des différences de réponses aux pesticides chez les espèces végétales testées.

## 2. Comment évolue au cours du temps la composition floristique des bandes enherbées ?

A partir d'un semis initial (2010) composé d'une dizaine d'espèces, la végétation a été suivie pendant deux ans afin de mettre en évidence l'évolution de la végétation sur des zones soumises à des flux récurrents de contaminants agricoles. Le niveau de pigments photosynthétiques a également été quantifié pour chaque espèce comme marqueur du stress subi par les plantes. L'un des objectifs était de voir si les espèces identifiées comme tolérantes aux pesticides en laboratoire présentaient une bonne capacité d'implantation au sein des bandes enherbées.

Les résultats de la première année ont montré que certaines espèces tolérantes aux pesticides présentaient sur le terrain une abondance significative. La quantification des pigments photosynthétiques semble toutefois indiquer que les plantes se trouvent, au sein des bandes enherbées, en situation de stress modéré.



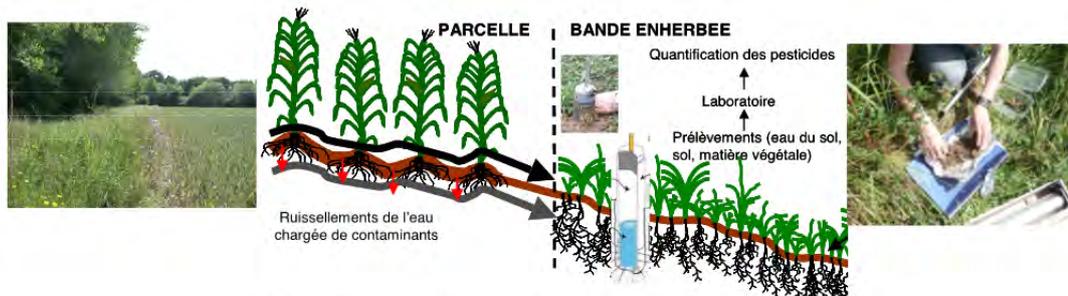
Suivi de la composition floristique et d'un marqueur de stress associé du couvert végétal d'une bande enherbées

## 3. Le compartiment végétal constitue-t-il un compartiment de rétention des contaminants au sein des bandes enherbées ?

Des échantillons de sol, d'eau du sol et de végétation ont été prélevés juste après les épandages et en fin de saison de culture (contamination résiduelle) dans les parcelles cultivées et à différents niveaux des bandes enherbées. Ces échantillons ont été analysés afin de quantifier leur teneur en pesticides. Les résultats sont en cours d'analyse.

Ils permettront :

- de caractériser le niveau de contamination et par conséquent de stress chimique auquel la végétation est soumise au sein des bandes enherbées,
- de déterminer l'efficacité rémédiatrice de ces dispositifs enherbés en terme d'amélioration de la qualité de l'eau,
- de mettre en évidence le potentiel d'absorption et d'accumulation de pesticides du compartiment végétal.



Etude *in situ* des capacités rémédiatrices des bandes enherbées



www.cnrs.fr

## Etude des relations entre paysages et risques sanitaires

Le projet OSCAR : Outil de simulation cartographique à l'échelle du paysage agricole du risque acarologique

> OBJECTIF : comprendre le rôle du paysage – dont la mosaïque de milieux est fréquentée et parcourue de façon différentes par les tiques, les hôtes et les réservoirs des agents pathogènes (micromammifères, chevreuils, animaux de rente...) dans l'épidémiologie des maladies transmises par les tiques (maladie de Lyme, anaplasmose et piroplasmose bovine).

Il s'agit d'un projet pluridisciplinaire impliquant cinq laboratoires de l'Inra et du CNRS (Nantes, Rennes, Clermont-Ferrand, Montpellier et Toulouse) et associant des spécialistes de l'écologie des tiques, des micromammifères, des chevreuils ainsi que des dynamiciens et généticiens des populations et des épidémiologistes.

> METHODES d'ECHANTILLONNAGE (présentées sur le terrain) :

### 1. Les tiques / Collecte par la méthode du drap



Les tiques, attendant le passage d'un hôte à l'affût à l'extrémité de brins d'herbe, s'accrochent à un tissu (drap) qu'on passe sur la végétation. On peut ainsi estimer leur densité et une fois au laboratoire faire des analyses après tri, identification et extraction de l'ADN (recherches d'agents pathogènes ou mesure de flux de gènes entre populations avec des outils de biologie moléculaire).

90 lignes de 10 fois 10 m<sup>2</sup> réparties dans 4 secteurs de la Zone atelier (cœur de forêt, lisière de forêt, bocage dense, bocage ouvert) sont ainsi échantillonnées deux fois par an (printemps et automne).

### 2. Les micromammifères / Piégeage avec appât

Les micromammifères (principalement mulots sylvestres et campagnols roussâtres) sont capturés vivants dans des pièges « couloir » (avec bascule et dortoir) où sont placés des appâts (morceaux de pommes, mélange de graines). Au laboratoire, les tiques et des tissus (sang, rate) sont prélevés pour rechercher des agents pathogènes.



www.cnrs.fr

24 lignes de 32 pièges (placés sur un transect de 100 m de long) réparties dans les 4 secteurs sont ainsi échantillonnées deux fois par an (printemps et automne).



### 3. Les chevreuils / Indice kilométrique d'abondance (IKA)



La densité de chevreuils est mesurée au moyen d'indices kilométriques d'abondance (IKA) : le long d'itinéraires (constants) parcourus en voiture, on estime ainsi le nombre de contacts visuels de chevreuils, ainsi que la distance du chevreuil à l'observateur grâce à un télémètre laser. En raison de la visibilité variable des animaux dans les différents milieux traversés (plus ou moins ouverts/denses...), ces IKA sont corrigés par la prise en compte de l'hétérogénéité du paysage.

> PREMIERS RESULTATS (projet ayant débuté en mai 2012) :

- Plus de 3 000 tiques (de 3 espèces dont 99% d'*Ixodes ricinus*, l'espèce de tique la plus répandue en France) ont été collectées en 2012 (90% au printemps). L'abondance locale des tiques est fortement liée à la présence d'éléments boisés (massif forestiers, bois, larges haies) et elles sont absentes des bordures de pâtures où il n'y a pas suffisamment d'arbres.
- L'année 2012 a montré une **abondance record de micromammifères** dans la Zone atelier (501 animaux capturés ; 57% à l'automne ; 4 espèces dont 73% de mulots sylvestres).
- 3% des tiques ou des micromammifères analysés sont porteurs d'*Anaplasma phagocytophilum*, agent infectieux de l'ehrlichiose granulocytaire bovine et de *Borrelia spp.* ; la prévalence de *Babesia spp.* est de l'ordre de 5%.



www.cnrs.fr

## Comment circulent les espèces en fonction du paysage (bocage, parcelles agricoles)

> OBJECTIF : mettre en relation les cartes de structures paysagères et les pratiques agricoles en lien avec la distribution des espèces animales et végétales (dont la liste est obtenue par échantillonnage)

> METHODES d'ECHANTILLONNAGE (présentées sur le terrain) :

### 1. Les insectes marcheurs



Pot piège dans lequel tombent les insectes marcheurs

Paroi en plexiglas qui permet de stopper les mouvements entre deux parcelles et d'évaluer, ainsi, les variations de déplacement entre cultures



Exemple : *Pterostichus melanarius*

### 2. Les insectes volants



Exemple : l'abeille



www.cnrs.fr



Couppelles colorées attirant les insectes se nourrissant sur les fleurs

Filet pour attraper bourdons, papillons et abeilles

> OBSERVATION des ACTIVITES AGRICOLES :

### 1. Observation sur le terrain



**Talus fauché fleuri**



**Talus fauché**



**Talus traité à l'herbicide**

### 2. Cartographie par télédétection (cf. fiche sur la télédétection)

À partir des cartes, il est possible de connaître le paysage environnant, son histoire récente pour en mesurer l'effet sur la biodiversité.

### 3. Enquête auprès des agriculteurs

De nombreuses pratiques comme la fertilisation, les dates de semis et de récolte, ne peuvent être connues que par enquête.



www.cnrs.fr

Ces différents types d'information sont combinés pour voir leur relation avec la présence ou l'abondance des différentes espèces. Un site de recherche à long terme comme la Zone atelier permet de voir si ces relations sont stables ou bien varient au cours du temps.

> PRINCIPAUX RESULTATS RECENTS :

- sur la biodiversité (nombre d'espèces sur le paysage bocager de Pleine-Fougères (9 000 ha))

|                        |     |                   |    |
|------------------------|-----|-------------------|----|
| Plantes à fleur        | 208 | Micromammifères   | 11 |
| Coléoptères carabiques | 65  | Abeilles sauvages | 53 |
| Papillons              | 23  | Oiseaux nicheurs  | 84 |

- L'abondance de prairies, y compris temporaires, dans un rayon de 1 500 mètres augmente la diversité des abeilles et leur abondance (le Féon et al, 2013).

- Les mosaïques de cultures semées en automne (blé) et au printemps (maïs) fournissent des ressources aux coléoptères carabidés sur une période plus longue que l'une ou l'autre culture (Vasseur et al, 2013).



www.cnrs.fr

## Analyse de l'occupation des sols et des structures paysagères par télédétection

> OBJECTIF : caractérisation de l'occupation du sol par télédétection (images satellitaires, photographies aériennes)

> METHODOLOGIE GENERALE :

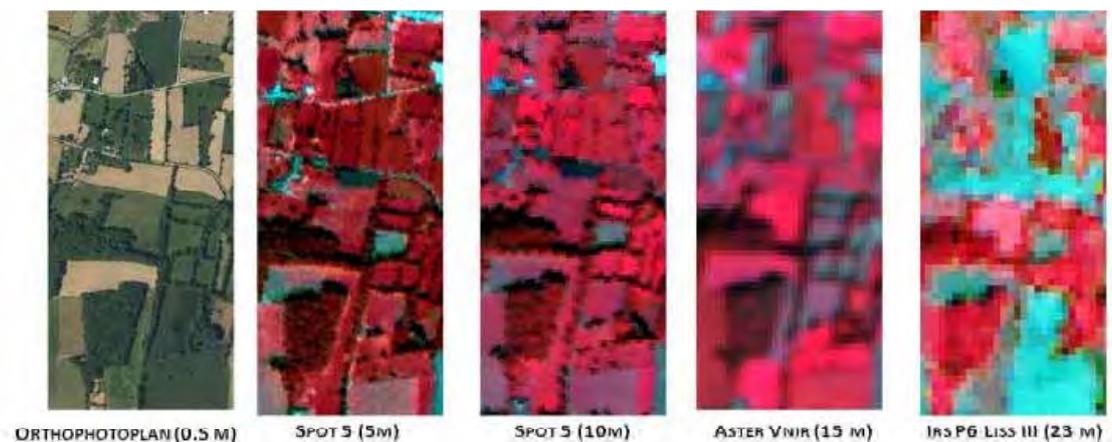
Traitement de l'information spatiale et spectrale des images de télédétection et intégration des résultats dans un système d'information géographique

> SOURCES de DONNEES de TELEDETECTION :

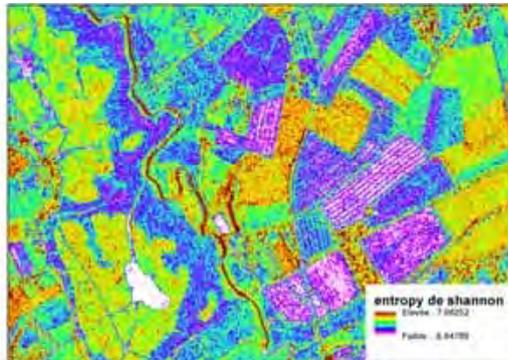
1. Photographies aériennes ULM



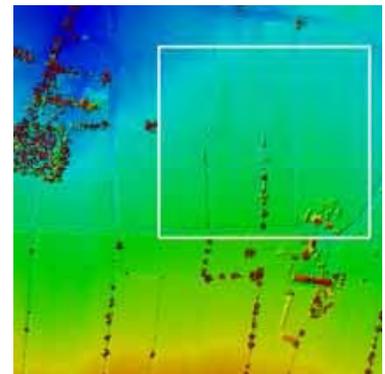
2. Images optiques



### 3. Images radar et lidar (télédétection par laser)



Entropie de Shannon TerraSAR X (avril 2012)



LIDAR (avril 2009)

#### > RELEVES de TERRAIN

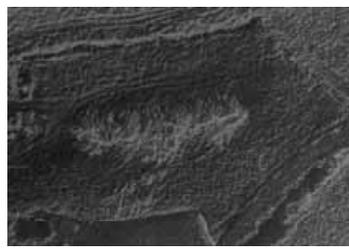
Informations récoltées :

- Occupation des sols
- Densité de végétation
- Hauteur de végétation
- Pratiques agricoles
- Relevés LAI (proportion de la surface du sol recouverte par la végétation) et humidité
- Relevés spectro-radiométriques

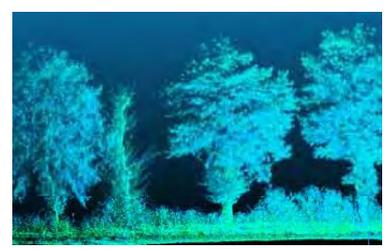
Quelques techniques utilisées :



**Image Drone**



**Modèle numérique d élévation**

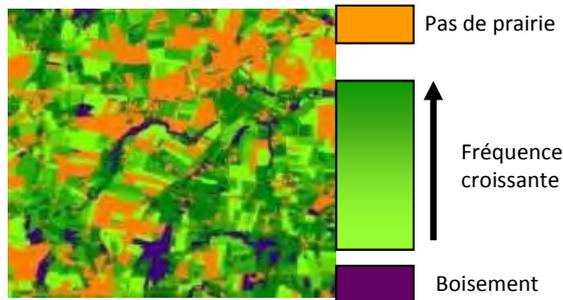


**Lidar terrestre**

L'image drone, tout comme l'image ULM, permet de cartographier l'occupation du sol. Le modèle numérique d'élévation, obtenu par le lidar, donne le relief avec des différences d'altitude de l'ordre de 50 cm. C'est le même lidar qui permet de donner des images de la végétation, donc de mesurer sa densité et sa hauteur.

> PRINCIPAUX RESULTATS :

**Fréquence de retour des prairies  
1996-2006**



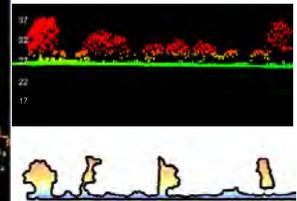
**1) Images optiques**

1) La cartographie ci-dessus a été réalisée à partir de photographies ULM (LETG Rennes). En compilant les cartes, on peut représenter la fréquence des prairies dans les parcelles.



**2) Images radar**

**Détection et caractérisation  
du réseau de haies**



**3) LIDAR**

2) Le réseau de haies d'une partie du marais du bas-Couesnon est extrait d'une image obtenue par un satellite radar. Les différentes couleurs correspondent à différentes structures de végétation (J. Betbeder, LETG OSUR).

3) Le lidar permet d'obtenir une représentation de la structure des paysages en trois dimensions (J. Nabucet, LETG OSUR).

- Repérage des haies et des structures bocagères ayant un sens écologique (Vannier et al, *Landscape Ecology*)
- Caractérisation des haies par le radar et le lidar : une très bonne correspondance avec les mesures de terrain (Betbeder et al, article en préparation)
- Suivi multi-temporel des zones humides par imagerie radar SAR (Betbeder et al., soumis)
- Cartographie de la fonctionnalité des zones humides (thèse Sébastien Rapinel)
- Cartographie des continuités écologiques (Hubert-Moy et al., 2012)



www.cnrs.fr

### Un radar au sol pour mieux décrire les milieux agricoles

Le radar au sol développé par l'équipe télédétection de l'Institut d'électronique et des télécommunications de Rennes (Université de Rennes 1 / CNRS / Insa Rennes / Supelec / Université de Nantes) est un système permettant d'acquérir des images multi-modes (interférométrique, polarimétrique et multifréquences). Cet outil permet d'étudier la réponse électromagnétique des milieux naturels tels que les cultures et les sols agricoles et ainsi de mieux comprendre les images satellitaires. La diversité d'information permet d'estimer à partir d'une image radar les paramètres bio et géophysiques des milieux agricoles (hauteur de végétation, humidité du sol, biomasse).





www.cnrs.fr

## Climat et utilisation des terres

### > CONTEXTE :

L'environnement à l'échelle mondiale connaît des changements fondamentaux, à des taux de croissance rapide, en grande partie dus aux activités humaines (Lambin et al., 2001). Les principaux facteurs anthropiques du changement dans les systèmes socio-écologiques sont les changements d'occupation et d'utilisation des sols en liaison avec l'intensification de l'agriculture, auxquels s'ajoute le changement climatique global prévu au cours du siècle devenant le principal facteur de déséquilibre (GIEC, 2007). Les liens entre climat et occupation du sol sont rétroactifs et complexes en raison entre autres, de l'imbrication des échelles spatio-temporelles qu'ils affectent. L'utilisation des terres et les types de sol déterminent les propriétés de surface des sols (albédo, rugosité de surface, évapotranspiration). Ces propriétés ont un effet biophysique sur le climat en modifiant les échanges radiatifs de surface. Par ailleurs, les changements climatiques locaux contribuent à leur tour au changement climatique global.

Depuis plusieurs décennies en Bretagne, le paysage traditionnel de « bocage » a progressivement cédé la place à des champs ouverts. D'autre part, les études climatiques ont démontré que le changement climatique en Bretagne est susceptible d'être caractérisé par une augmentation de la température moyenne et de la survenue d'événements extrêmes comme les vagues de chaleur (Mérot et al, 2012). En conséquence, **le changement climatique local, et plus particulièrement la diminution des ressources en eau, aura des implications sur la quantité et qualité des productions agricoles.**

### > OBJECTIFS :

Les pratiques agricoles sont suivies depuis plus de 50 ans sur le site d'origine de la Zone atelier Armorique (site de Pleine-Fougères). Depuis 1993, la Zone atelier est le site expérimental d'études scientifiques pluridisciplinaires sur l'occupation des sols par télédétection à l'échelle des parcelles. Enfin, en complément du réseau national de stations météorologiques, un **réseau d'une trentaine de stations** a été déployé depuis quelques années pour enregistrer des données climatiques aux différentes échelles sur les deux sites (cf. ci-dessous cartes de localisation des stations météorologiques).

Il s'agit :

- d'approfondir les connaissances et la compréhension des interactions entre l'utilisation des terres et le climat à petite échelle ;
- de compléter les études des équipes de recherche de différentes disciplines opérant sur ce site et
- de valoriser les données d'observations environnementales recueillies sur ce site par les différentes structures au sein de l'OSUR.

Il est prévu pour cela d'étudier l'impact des activités humaines sur le climat local en modélisant le système atmosphère - surface continentale à petite échelle sur la Bretagne en utilisant un modèle couplé atmosphère - surface continentale.

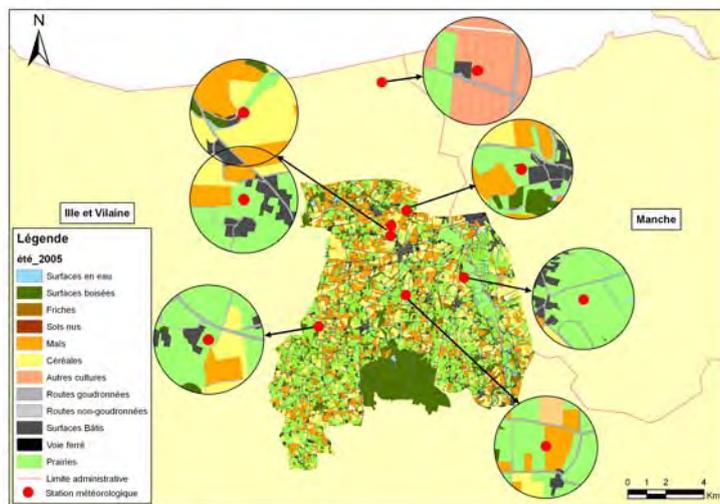
Les résultats permettront de **mesurer les dérèglements que les changements d'occupation du sol occasionnent et / ou pourraient occasionner au cours du siècle, en considérant plusieurs scénarios**



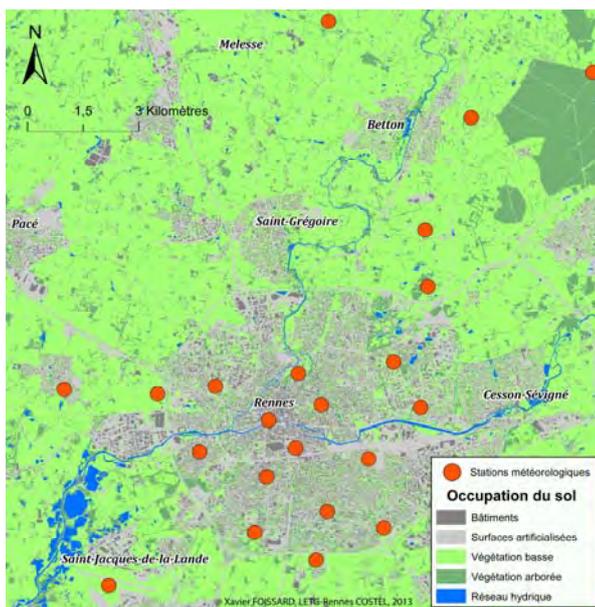
www.cnrs.fr

de changement climatique et de changement d'occupation du sol.

> Dispositif du réseau météorologique sur la Zone atelier :



1. Site de Pleine-Fougères



2. Rennes Métropole



www.cnrs.fr

## Visuels disponibles

Ces visuels sont disponibles sur demande à la photothèque du CNRS :

T 01 45 07 57 97

[phototheque@cnrs-bellevue.fr](mailto:phototheque@cnrs-bellevue.fr)

D'autres visuels de la Zone atelier Armorique sont à votre disposition sur la **banque d'images du CNRS** :

<http://bit.ly/1b3l5wj>

Photos A à D : les principaux paysages de la ZA en 2012 © CNRS Photothèque / Air Papillon



A : bocage dense



B : bocage intermédiaire



C : bocage très ouvert



D : marais du Bas-Couesnon



www.cnrs.fr

Pour toutes les autres photos © CNRS Photothèque / Cyril Frésillon :



**Photo 1**

Marais bocager de Boucey situé à l'est du Couesnon, en région normande. Ce marais est caractérisé par des parcelles de petite taille séparées par des haies de saules bordant des fossés. Il est drainé par un ensemble de réseaux de fossés et présentent donc des prairies plutôt mésophiles, essentiellement gérées par la fauche.



**Photo 2**

Marais bocager de Boucey situé à l'est du Couesnon, en région normande. Ce marais est caractérisé par des parcelles de petite taille séparées par des haies de saules bordant des fossés. Il est drainé par un ensemble de réseaux de fossés et présentent donc des prairies plutôt mésophiles, essentiellement gérées par la fauche.



**Photo 3**

Marais de la Folie situé à l'est du Couesnon, en région Bretagne. Ce marais est caractérisé par une inondation hivernale assez longue permettant le maintien d'une grande surface en eau, favorable au développement d'espèces hélophytes (roselières, iris...) et l'accueil d'un grand nombre d'oiseaux. Initialement créé pour épurer les boues de production de l'usine "Diana naturals", cet espace est en cours d'acquisition par le conseil général au titre des Espaces Naturels Sensibles et fait l'objet d'un plan de gestion adapté à la préservation de la biodiversité.



**Photo 4**

Marais de la Folie situé à l'est du Couesnon, en région Bretagne. Ce marais est caractérisé par une inondation hivernale assez longue permettant le maintien d'une grande surface en eau, favorable au développement d'espèces hélophytes (roselières, iris...) et l'accueil d'un grand nombre d'oiseaux. Initialement créé pour épurer les boues de production de l'usine "Diana naturals", cet espace est en cours d'acquisition par le conseil général au titre des Espaces Naturels Sensibles et fait l'objet d'un plan de gestion adapté à la préservation de la biodiversité. Plusieurs patchs de végétation amphibies peuvent être observés.



**Photo 5**

Marais de Sougeal situé à l'ouest du Couesnon, en région Bretagne. Ce marais est structuré par des fossés de drainage dans lesquels se retrouvent un habitat d'intérêt communautaire ("végétation à renoncule flottante") et une espèce protégée à l'échelle européenne, le fluteau nageant. Ces fossés permettent de faciliter les mouvements des brochets lors des phases de remise en eau ou d'assèchement du marais.



**Photo 6**

*Luronium natans*, "Fluteau nageant", dans le marais de Sougeal situé à l'ouest du Couesnon, en région Bretagne. Cette espèce est listée dans l'annexe 2 de la directive habitats. La population de la réserve naturelle régionale du marais de Sougeal est l'une des plus conséquentes à l'échelle bretonne. Une des particularités de ce site est de présenter de telles populations au sein de fossés eutrophes gérés par le curage.



www.cnrs.fr



**Photo 7**

Marais de Sougeal situé à l'ouest du Couesnon, en région Bretagne. On peut voir une prolifération locale de canche cespiteuse, "*Deschampsia cespitosa*", espèce peu palatable. Ces zones font l'objet d'expérimentations de différents modes de gestion en partenariat entre l'université de Rennes 1 et la communauté de communes de la baie du Mont-St-Michel, gestionnaire du site. Des opérations de gestion expérimentale de cette espèce dite indésirable sont menées en partenariat avec la communauté de communes de la baie du Mont-St-Michel.



**Photo 10**

Sonde multi-paramètres installée dans un cours d'eau de la Zone atelier Armorique. La sonde permet de suivre la qualité de l'eau (nitrate, ammonium, pH, conductivité électrique) ainsi que la température et la hauteur d'eau. Six exutoires sont équipés de ce type de sonde, ce qui permet de suivre la qualité de l'eau en temps réel sur six sous bassins versants. L'objectif est d'acquérir des données à haute fréquence temporelle pour caractériser les processus impliqués dans le transfert des solutés en crue et hors crue.



**Photo 8**

Station météo sur le site du marais de Sougeal, situé à l'ouest du Couesnon, en région Bretagne. Elle permet le suivi sur le long terme des variables climatiques. Elle fait partie d'un réseau d'une dizaine de stations situées sur la zone agricole de la Zone atelier Armorique.



**Photo 9**

Au sein du marais de Sougeal, situé à l'ouest du Couesnon, en région Bretagne, ont été installés des exclos. Ils sont utilisés à titre d'illustration, auprès des agriculteurs, des conséquences d'une déprise agricole sur les communautés végétales.



**Photo 11**

Emetteur radio (à gauche) relié à une centrale équipée d'un GSM pour transmettre les données à distance vers un serveur en temps réel. Sonde multi-paramètres installée dans un cours d'eau de la Zone atelier Armorique. La sonde permet de suivre la qualité de l'eau (nitrate, ammonium, pH, conductivité électrique) ainsi que la température et la hauteur d'eau. Six exutoires sont équipés de ce type de sonde, ce qui permet de suivre la qualité de l'eau en temps réel sur six sous bassins versants. L'objectif est d'acquérir des données à haute fréquence temporelle pour caractériser les processus impliqués dans le transfert des solutés en crue et hors crue.



**Photo 12**

Sonde multi-paramètres installée dans un cours d'eau de la Zone atelier Armorique. La sonde permet de suivre la qualité de l'eau (nitrate, ammonium, pH, conductivité électrique) ainsi que la température et la hauteur d'eau. Six exutoires sont équipés de ce type de sonde, ce qui permet de suivre la qualité de l'eau en temps réel sur six sous bassins versants. L'objectif est d'acquérir des données à haute fréquence temporelle pour caractériser les processus impliqués dans le transfert des solutés en crue et hors crue.



www.cnrs.fr



**Photo 13**

Sonde multi-paramètres installée dans un cours d'eau de la Zone atelier Armorique. La sonde permet de suivre la qualité de l'eau (nitrate, ammonium, pH, conductivité électrique) ainsi que la température et la hauteur d'eau. Six exutoires sont équipés de ce type de sonde, ce qui permet de suivre la qualité de l'eau en temps réel sur six sous bassins versants. L'objectif est d'acquérir des données à haute fréquence temporelle pour caractériser les processus impliqués dans le transfert des solutés en crue et hors crue.



**Photo 14**

Sonde multi-paramètres installée dans un cours d'eau de la Zone atelier Armorique. La sonde permet de suivre la qualité de l'eau (nitrate, ammonium, pH, conductivité électrique) ainsi que la température et la hauteur d'eau. Six exutoires sont équipés de ce type de sonde, ce qui permet de suivre la qualité de l'eau en temps réel sur six sous bassins versants. L'objectif est d'acquérir des données à haute fréquence temporelle pour caractériser les processus impliqués dans le transfert des solutés en crue et hors crue.



**Photo 15**

Mesure de l'humidité du sol à l'aide d'une sonde Diviner 2000 dans la Zone atelier Armorique. Cette sonde permet de mesurer, en continu, tous les 10 cm, le long du profil du sol l'humidité volumique. La profondeur maximale de la mesure est de 160 cm. Le suivi de l'humidité du sol sur différents points de mesures localisés sur le versant, permet de spatialiser l'état hydrique du sol. Les mesures sont réalisées deux fois par mois, dans le but de caractériser la variation spatio-temporelle de l'humidité du sol.



**Photo 16**

Tensiomètres manuels permettant de mesurer la tension de l'eau du sol dans la Zone atelier Armorique. Ils permettent de calculer le potentiel matriciel et le potentiel total à différentes profondeurs (sur l'image : 25, 50, 100 et 150 cm). A partir des valeurs du potentiel total il est possible de connaître le sens des transferts de l'eau dans le sol (infiltration, évaporation).



**Photo 17**

Pluviomètre manuel dans la Zone atelier Armorique. Il permet de faire des mesures de cumul des précipitations complémentaires aux mesures automatiques effectuées à l'aide d'un pluviomètre à augets.



**Photo 18**

Piège à interception, dit aussi piège "Barber". Il sert à intercepter les insectes et autres arthropodes (araignées) qui se déplacent au sol. Ils tombent dans le piège et sont noyés. Ceci permet de connaître le peuplement présent autour du point de piégeage.



www.cnrs.fr



**Photo 19**  
Paysages agricoles séparé par une haie (différence de niveaux).



**Photo 20**  
Chemin creux dans la ZA Armorique. Chemin creusé au cours des siècles par l'érosion (circulation de l'eau sur la pente) et le piétinement par les animaux.



**Photo 21**  
Site archéologique de la digue des Vallées, sur la commune de Trans-la-Forêt en région Bretagne. La digue des Vallées retenait un petit étang d'eau douce. Elle a été érigée durant l'époque moderne et abandonnée au XIX<sup>e</sup> siècle. La digue n'est associée à aucun moulin ou aménagement piscicole. En revanche, une fosse servant au rouissage du chanvre a été construite en amont de l'étang au XIX<sup>e</sup>. Une analyse palynologique réalisée sur l'étang indiquera si celui-ci a servi au rouissage avant le XIX<sup>e</sup>, comme c'est le cas pour d'autres sites. Le rouissage est l'opération pendant laquelle les tiges de chanvre sont immergées dans l'eau afin de provoquer leur pourrissement et de pouvoir ainsi extraire les fibres.



**Photo 22**  
(même légende que photo 21)



**Photo 23**  
Relevés de structures archéologiques sur le site archéologique de la digue des Vallées, commune de Trans-la-Forêt. Un relevé des structures archéologiques doublé d'une levée de terrain est réalisé à l'aide d'un tachéomètre laser. Au tachéomètre, un archéologue vise le prisme qu'un de ses collègues a calé le long de la digue et enregistre les coordonnées de chaque point. Les données sont ensuite traitées pour obtenir des plans 2D et 3D.



**Photo 24**  
Relevés pierre à pierre, sur le site archéologique de la digue des Vallées, commune de Trans-la-Forêt, en région Bretagne. Un archéologue relève la distance de chaque angle des pierres de la vanne de la digue, à partir d'une ligne de référence établie parallèlement à la structure. Les mesures sont reportées sur un plan à l'échelle 1/1000<sup>e</sup>.



**Photo 25**

Tique femelle adulte, "*Ixodes ricinus*", est prélevée à la pince sur le drap qui a été retourné après avoir été trainé sur 10 m<sup>2</sup> de végétation. De retour au laboratoire, cette tique sera broyée et son ADN extrait pour rechercher les agents pathogènes qu'elle peut porter et dont elle est vectrice. Cette collecte fait partie d'une étude sur les relations entre paysages et risques sanitaires portant sur les tiques et les maladies qu'elles transmettent (maladie de Lyme, piroplasmose et anaplasmose bovines). En effet, leur épidémiologie est liée au paysage en raison de l'écologie stricte de ces acariens (inféodés aux milieux boisés), ainsi qu'à celle de leurs hôtes (petits rongeurs, ruminants domestiques et sauvages...). L'objectif est d'établir une carte de risque en estimant la densité de tiques et des agents pathogènes portés et d'expliquer les variations de ce risque en fonction de différentes variables paysagères (nature et taille des éléments boisés, fragmentation et connectivité...).



**Photo 26**

Tiques récoltées par la "méthode du drap" qui consiste à passer un tissu blanc sur la végétation, sur lequel elles se fixent. Les tiques collectées sont géoréférencées (coordonnées GPS enregistrées par le 2e manipulateur). Ces scientifiques étudient les relations entre paysages et risques sanitaires portant sur les tiques et les maladies qu'elles transmettent (maladie de Lyme, piroplasmose et anaplasmose bovines). En effet, leur épidémiologie est liée au paysage en raison de l'écologie stricte de ces acariens (inféodés aux milieux boisés), ainsi qu'à celle de leurs hôtes (petits rongeurs, ruminants domestiques et sauvages...). L'objectif est d'établir une carte de risque en estimant la densité de tiques et des agents pathogènes portés et d'expliquer les variations de ce risque en fonction de différentes variables paysagères (nature et taille des éléments boisés, fragmentation et connectivité...).



**Photo 27**

Tiques récoltées par la "méthode du drap" qui consiste à passer un tissu blanc sur la végétation, sur lequel elles se fixent. Les tiques collectées sont géoréférencées (coordonnées GPS enregistrées par le 2e manipulateur). Etude des relations entre paysages et risques sanitaires portant sur les tiques et les maladies qu'elles transmettent (maladie de Lyme, piroplasmose et anaplasmose bovines). En effet, leur épidémiologie est liée au paysage en raison de l'écologie stricte de ces acariens (inféodés aux milieux boisés), ainsi qu'à celle de leurs hôtes (petits rongeurs, ruminants domestiques et sauvages...). L'objectif est d'établir une carte de risque en estimant la densité de tiques et des agents pathogènes portés et d'expliquer les variations de ce risque en fonction de différentes variables paysagères (nature et taille des éléments boisés, fragmentation et connectivité...).



www.cnrs.fr



**Photo 28**

"LAI 2000 plant canopy analyser" utilisé dans la zone Armorique. C'est un appareil qui utilise un capteur fish-eye pour mesurer la radiation incidente sous la canopée et sur la canopée. Ces deux valeurs, intégrées dans un modèle de Poisson, permettent d'estimer l'indice foliaire (LAI, Leaf area index) qui représente la surface foliaire par unité de surface.



**Photo 29**

"LAI 2000 plant canopy analyser" utilisé dans la zone Armorique. C'est un appareil qui utilise un capteur fish-eye pour mesurer la radiation incidente sous la canopée et sur la canopée. Ces deux valeurs, intégrées dans un modèle de Poisson, permettent d'estimer l'indice foliaire (LAI, Leaf area index) qui représente la surface foliaire par unité de surface.



**Photo 30**

Identification sous loupe binoculaire des coccinelles collectées sur le terrain dans la Zone atelier Armorique. Cette identification est relativement simple, puisqu'une dizaine d'espèces seulement sont présentes dans les parcelles de blé où elles ont été récoltées. Les principaux critères sont la taille, la forme et la coloration des élytres.



**Photo 31**

Identification de coccinelles collectées sur le terrain dans la Zone atelier Armorique. On retrouve ici les 3 principales espèces de coccinelles présentes dans le blé d'hiver. De gauche à droite, la coccinelle à 7 points, "*coccinella septempunctata*", la coccinelle à 16 points, "*tytthaspis sedecimpunctata*", et la coccinelle à damier, "*propylea quatuordecimpunctata*". Ces trois espèces sont aphidiphages (se nourrissent de pucerons).



**Photo 32**

Prélèvement de coccinelles capturées au filet fauchoir dans la Zone atelier Armorique. L'échantillonnage des coccinelles dans les parcelles de blé d'hiver se fait à l'aide de ces filets. La récolte se fait le long d'un transect, un coup de fauche étant donné à chaque pas. Au bout de 50 fauches, les individus sont récupérés au fond du filet. Cette méthode permet d'estimer l'abondance des coccinelles présentes dans la parcelle.



**Photo 33**

Capture de coccinelles au filet fauchoir dans la Zone atelier Armorique. L'échantillonnage des coccinelles dans les parcelles de blé d'hiver se fait à l'aide de ces filets. La récolte se fait le long d'un transect, un coup de fauche étant donné à chaque pas. Au bout de 50 fauches, les individus sont récupérés au fond du filet. Cette méthode permet d'estimer l'abondance des coccinelles présentes dans la parcelle.