



**P**rojet diva-corridor : continuités  
écologiques et politiques publiques

**Responsable scientifique**



**Françoise Burel**  
IFR CAREN UMR 6553 CNRS  
Campus de Beaulieu bât 14  
35042 Rennes Cedex  
francoise.burel@univ-rennes1.fr

**Participants au projet**

*CNRS Université de Rennes 1 : UMR Ecobio*  
Alain Butet, Aude Ernoult, Yann Rantier,  
Françoise LeMoal, Françoise Burel, Thomas Delattre,  
Olivier Jambon, Jérôme Dorey, Thiago Andrade,  
Ruppert vimal, Solène Croci, Antoine Hummeau  
Yann Fournis, Pierre Beaudoin,  
Marine Goriaux-Pérais, Elise Mazé  
Ewenn Georgelin, Ying Xiao

*Inra SAD-paysage*  
Jacques Baudry, Claudine Thenail, Hugues Boussard,  
Simon Bernard, Noémie Leruyet, Laure Cormier  
Camille Goffi

*CNRS Université de Rennes 2 laboratoire Costel*  
Laurence Moy, Nabucet Jean, Johan Oszwald  
Clémence Vannier, Pauline Dusseux, Rémi Lecerf

*Université de Caen*  
Sylvain Diquélou, Chloé Dumesnil

*CNRS université de Rennes 1 et collègues juristes*  
Isabelle Doussan, Luc Bodiguel, Marie Bonnin  
Alexandra Langlais, Maelle Martin, Céline Laval  
Laure Toubiana, Agathe Legallic

*Partenaires*  
Projet de PNR du Golfe du Morbihan  
Monique Casse, Annaelle Mezac, David Ledan  
PNR marais du Cotentin et du bassin  
Wetton Jean-Baptiste  
Fédération nationale des PNR  
Thierry Mougey, Claire Hamon  
Région Bretagne  
François Siorat, Audrey Gachet  
DREAL  
Lasne Daniel

## INTRODUCTION

Le projet a eu pour objectif d'analyser le concept de corridor écologique à l'interface entre les connaissances scientifiques, les réglementations et la mise en place opérationnelle. Il a été initié avant le Grenelle de l'environnement et a pris en compte au cours de son déroulement la réflexion sur la conception et la mise en place des trames vertes et bleues.

La réflexion sur les corridors s'est orientée autour des questions d'échelle spatiale. Si des corridors sont mis en place au niveau local, comme des haies ou des bandes enherbées par exemple, au niveau régional les interventions restent très souvent limitées à l'établissement de plans. Un de nos objectifs a donc été d'étudier les corridors aux échelles régionales (région administrative et PNR) et locales (unité paysagère, élément paysager linéaire) pour analyser leur cohérence. Les corridors aux différentes échelles correspondent à des structures différentes et n'ont pas pour objectif principal de protéger les mêmes espèces. Au niveau régional il s'agit de continuités de structures paysagères similaires, au niveau local et paysage, principalement, de continuités d'éléments linéaires (haies, bandes enherbées, ...). L'identification des corridors a été réalisée grâce à de nouvelles méthodes de télédétection. La gestion des corridors dans l'espace rural a été analysée aux différentes échelles en relation avec les types d'agriculture. L'évaluation de la fonctionnalité des corridors

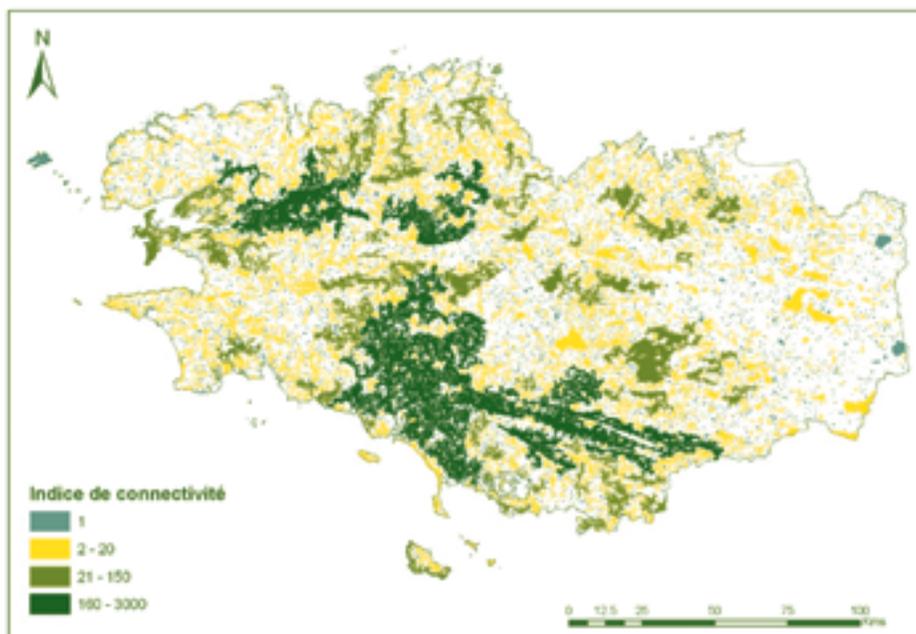
s'est faite grâce à quelques modèles biologiques par la réponse des communautés et des populations. Les atouts et les faiblesses du cadre réglementaire ont été analysés et confrontés aux résultats des travaux ci-dessus.

## LES MÉTHODES

Le projet a privilégié une approche interdisciplinaire associant géographes, écologues, agronomes et juristes. Les points de vue ont été confrontés pour définir un objet commun d'étude et pour développer une approche commune de la mise en place des corridors. Cette réflexion s'est construite au cours de séminaires réguliers au cours desquels les résultats disciplinaires ont été présentés et discuter à l'aune des aux disciplines. Tout au long du projet l'état de nos réflexions et connaissances ont été présentés aux gestionnaires lors de conférences et journées de travail organisées par les parcs Nationaux, les PNR ou le réseau « transalpin ». Les méthodes utilisées par discipline sont présentées ci-dessous.

### La cartographie des corridors de l'échelle régionale à l'échelle locale

Nous avons réalisé la cartographie des éléments constitutifs des corridors à l'échelle régionale à partir



**Figure 2-** Cartographie des continuités structurelles (bois, landes, prairies permanentes) d'éléments constitutifs des corridors écologiques

d'images de télédétection à moyenne et haute résolution, en partant de l'hypothèse que les corridors ne sont pas constitués exclusivement d'éléments boisés, mais d'éléments de paysages plus variés constituant localement des micro-mosaïques paysagères. Ainsi, la première étape a consisté à identifier huit classes d'occupation du sol à une échelle quasi-parcellaire à partir de cinq images de satellites de 2005 (quatre images Landsat Thematic Mapper et une image IRS-LISS) et des orthophotoplans de l'IGN. La base de données constituée de ces couches d'information a ensuite été complétée par les couches d'information comprenant les éléments considérés comme des ruptures de corridors (réseau routier et surfaces artificialisées) avant de procéder à l'analyse des continuités écologiques définies par les éléments constitutifs des corridors à travers une série d'indicateurs. L'analyse de ces indicateurs à l'échelle régionale permet de dégager des continuités structurelles majeures et a contrario d'identifier les secteurs dans lesquels la fragmentation des éléments constitutifs des corridors est très forte.

Aux échelles locales et micro-locales, nos travaux sur la détection globale des corridors structurels sont moins avancés. Toutefois, des images de télédétection à très haute résolution spatiale (Image Kompsat, images ULM) ont été utilisées pour identifier et caractériser des petits éléments constitutifs des corridors écologiques et détectables à une échelle fine avec des capteurs à haute résolution spatiale (haies, bandes enherbées). L'ensemble de ces travaux fournissent ainsi aux scientifiques et aux gestionnaires une base de données spatiales nécessaire non seulement pour définir des corridors structurels à différentes échelles spatiales, mais aussi des corridors fonctionnels pour les espèces ou groupes d'espèces cibles dont on connaît le fonctionnement spatial.

### **Le fonctionnement écologique des corridors**

Dans cette partie notre objectif a été de tester l'efficacité de corridors ou de continuités écologiques à différentes échelles, pour différents taxa animaux ou végétaux. Même si cette approche espèce par espèce paraît limitée quand on veut favoriser la biodiversité au sens large, la mise en évidence du fonctionnement des

corridors écologiques à différentes échelles est un préalable à la réflexion sur leur conservation ou leur mise en place.

A l'échelle régionale nous avons identifié les continuités écologiques favorables à l'écureuil roux sur le territoire du projet de Parc Naturel régional du Golfe du Morbihan. Nous avons observé un effet positif de la taille et du taux d'enrésinement des boisements sur la taille des populations d'écureuils mais aucune relation avec les descripteurs environnementaux (Densité de boisements - Densité de feuillus - Densité de conifères - Densité du réseau de haies - Compacité conifères - Hétérogénéité - Connectivité). En revanche, la connectivité de l'habitat boisé en général et la couverture en conifères dans l'environnement favorise la présence de l'espèce ainsi que l'hétérogénéité paysagère autour des boisements. Les boisements de conifères constituent l'habitat de prédilection de cette espèce mais les boisements mixtes peuvent accueillir des populations. Pour la conservation de cette espèce à l'échelle régionale, il semble important de maintenir une mosaïque de boisements mixtes d'une taille minimale de 5 à 10 ha et de limiter l'isolement spatial de ces boisements en favorisant une trame boisée de préférence mixte et une matrice agricole hétérogène.

Nous avons aussi testé l'influence de la connectivité entre prairies permanentes sur la flore dans le Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin. L'objectif était de définir si la flore de prairies hygrophiles isolées est différente de celles encore connectées les unes aux autres, autrement dit de définir si la rupture des contiguités spatiales est source à court ou moyen terme d'un changement de la composition floristique. En effet si la réponse de différents groupes animaux (insectes, micromammifères, oiseaux) à la connectivité des paysages est bien documentée, le rôle des corridors biologiques sur la circulation des espèces végétales et la diversité des écosystèmes herbacés terrestres est à ce jour méconnu. Nos résultats n'ont pas montré de relation significative entre la fragmentation des prairies et leur flore. Différentes hypothèses peuvent être émises pour expliquer le faible effet de la connectivité sur la flore. Les faibles proportions d'espèces zoochores ou

hydrochores diminuent les disséminations "orientées" entre prairies hygrophiles. D'autre part, dans un secteur de marais principalement voués au pâturage et à la production herbagère, une parcelle de prairie hygrophile est rarement isolée de plus de 500 m de sa voisine la plus proche, ce qui ne permet sans doute pas de créer un véritable enclavement. Toutes les prairies hygrophiles échantillonnées pourraient constituer des isolats ou des îlots de plusieurs parcelles constituant les unités d'une vaste trame en pas japonais parfaitement fonctionnelle.

A l'échelle locale nous avons identifié le rôle des éléments linéaires tels que les haies sur deux espèces de petits mammifères le mulot et le campagnol roussâtre. Les résultats montrent que la connectivité des réseaux de haies peut influencer la taille et la stabilité des populations de ces deux espèces de rongeurs. L'abondance du campagnol roussâtre décroît quand l'isolement spatial des haies augmente. Pour cette espèce, au petit domaine vital et dont l'essentiel du cycle de vie se fait au sein du réseau de haies, la taille des taches locales d'habitat à peu d'effet alors que la distance entre ces taches s'avère néfaste pour la stabilité et la taille des populations. Inversement pour le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), présentant un plus grand domaine vital et capable de se disperser au sein de la matrice agricole, la taille des taches d'habitat (connectivité locale) agit directement sur la taille et la stabilité des populations alors que l'isolement spatial des haies par la distance joue un rôle négligeable sur les populations. Ces résultats montrent que la gestion de la connectivité aux différentes échelles s'avère importante pour le maintien de ces deux espèces de petits mammifères.

Nous avons aussi évalué le rôle de corridor des bandes enherbées pour un papillon, le myrtil. Les bandes enherbées favorisent les flux d'individus entre taches d'habitat prairial. Le modèle prédit que le nombre de bandes enherbées ajoutées dans le paysage ainsi que leur largeur ont un fort impact positif sur les flux d'individus. Cet effet de la largeur est particulièrement sensible entre 5m et 10m, il serait donc indiqué d'élever le seuil minimal de largeur des bandes à 10m. Les mouvements des

individus se déplaçant dans les bandes sont conduits et dirigés par la forme des bandes : ils sont donc bien orientés vers les taches d'habitat. Le fonctionnement du mécanisme interne d'un corridor potentiel ne suffit pas : il faut également que sa configuration spatiale soit adéquate.

Ces résultats à différentes échelles mettent en évidence le rôle de la connectivité pour différentes espèces mais soulignent aussi la différence entre connectivité structurelle et connectivité fonctionnelle. En effet dans le cas des prairies la connectivité structurelle n'a pas d'influence sur la composition des communautés de plantes. L'approche espèce que nous avons privilégiée est importante pour évaluer le rôle des continuités écologiques mais les scientifiques ne pourront jamais évaluer l'utilisation d'un corridor par toutes les espèces prises individuellement, Cependant l'on peut penser que des synthèses pourront être réalisées dans les années à venir donnant aux aménageurs des conseils pratiques sur les types d'espèces qui peuvent bénéficier des corridors et une approche de modélisation pourra aussi permettre de prédire la réponse de nombreuses espèces ayant des comportements similaires.

### **Le rôle de l'activité agricole dans la gestion et la qualité des corridors écologiques**

Les objectifs étaient de produire des méthodes d'analyse et des connaissances sur les interactions entre agriculture et corridors de deux points de vue : i) la contribution des activités agricoles à la trame verte, et ii) la place de la trame verte vis-à-vis des activités agricoles. A l'échelle de l'exploitation agricole l'étude d'exploitations de systèmes de production et fourrager proches (élevage laitier dominant, sur une base maïs ensilage/prairies) a montré le rôle prépondérant des prairies parmi les éléments pouvant contribuer à la mise en place de continuités écologiques. Ces prairies sont l'objet d'une grande diversité de modes de gestion alors que les bois sont peu gérés et que les bandes enherbées sont entretenues selon les cahiers des charges. Soixante% des prairies permanentes sont incluses dans des

continuités favorables au myrtil.

A l'échelle du paysage et de sa composition en types d'exploitations une analyse du registre parcellaire Graphique (RPG, issu des déclarations PAC des agriculteurs) a permis de construire l'intersection entre une typologie de l'ensemble des exploitations agricoles avec les différents types de haies et de montrer qu'il n'existe aucune relation significative. Les ensembles de haies qui font corridor peuvent se trouver dans des exploitations adjacentes de type différent et à l'intérieur d'un même type d'exploitations, on retrouve toutes les catégories de haies. Ces haies favorables sont associées aux prairies permanentes des zones de bas-fond dont nous avons montré que la présence est indépendante du type de système de production<sup>2</sup>.

A l'échelle régionale une étude des assolements communaux montre que pour un même assolement communal, il existe une diversité de configurations des mosaïques d'occupation des sols plus ou moins favorables d'un point de vue écologique. Ceci suggère des marges de manœuvre pour « améliorer les mosaïques agricoles » à ces échelles à partir d'un même assolement, à conditions de prendre en compte également les effets liés aux occupations du sol non agricoles. Ces travaux montrent l'intérêt de développer des gammes de descripteurs complémentaires pour indiquer la contribution de l'agriculture aux trames vertes à ces échelles.

## Les outils juridiques pour la mise en place des corridors écologiques (et de la trame verte et bleue)

Un des objectifs du programme DIVA Corridors visait à analyser le cadre juridique de la mise en place des corridors à l'échelle régionale et à extraire de nouvelles pistes d'évolution en s'appuyant en particulier sur les chartes des PNR et sur les baux ruraux.

L'inventaire des réglementations relatives à la mise en place de corridors a fait ressortir la diversité des acceptions de la notion de corridors (et de celles de « TVB », « connexions », « réseaux biologiques », « continuums ») dans des dispositifs juridiques récents (du local à l'international). Toutefois, cette intégration progressive présente un caractère disparate selon les branches juridiques (droit de l'environnement, droit de l'urbanisme, droit rural... etc.), les échelles territoriales et les acteurs impliqués. En l'espèce, il est apparu une certaine prédilection en faveur du recours à des dispositifs d'urbanisme ce qui n'est pas étranger à la définition de TVB dans les lois Grenelle I et II et surtout à des outils de nature volontaire (agenda, atlas, charte, stratégie régionale... etc.).

Le dispositif trame verte issu des lois Grenelle I et 2 s'articule autour de trois échelles d'action : au niveau national, l'Etat détermine les orientations pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques ; au niveau régional, conformément aux principes désormais classiques de gouvernance, un schéma régional de cohérence écologique est élaboré afin d'identifier les enjeux régionaux en matière de continuités écologiques ; au niveau intercommunal et communal, il revient de mettre concrètement en œuvre les corridors écologiques à l'aide des documents d'urbanisme. Mais leur niveau d'opposabilité est en deçà de ce qu'il était possible d'attendre pour une réelle considération des continuités écologiques, et le choix des documents d'urbanisme pose de grande difficultés car l'ensemble du territoire français n'est pas nécessairement couvert par un document d'urbanisme, ces documents n'ont pas vocation à assurer la gestion environnementale de l'espace. L'utilisation des servitudes environnementales s'impose alors comme un complément indispensable

<sup>2</sup> Baudry & Thenail, 2004

aux documents d'urbanisme, et il faut aussi envisager comment les dispositifs contractuels peuvent venir compléter la panoplie des outils juridiques.

Pour analyser la prise en compte des corridors écologiques dans les Chartes de PNR, 41 chartes ont été analysées. Dans toutes ces chartes, la notion de corridors apparaît, mais souvent les termes utilisés varient. Les termes corridors, continuité, continuum, connectivité, connexité, couloir, liaison et trame sont les plus souvent utilisés par les rédacteurs des chartes. La définition des corridors est plus ou moins précise selon les PNR. Certains en donnent une définition structurelle précise, comme le PNR de la Camargue qui s'appuie sur les ripisylves, alors que d'autres se concentrent sur leur rôle fonctionnel favorisant le déplacement des espèces. Pour rendre effectifs ces objectifs fixés par les chartes, les PNR mettent en place des stratégies et des plans d'action qui préconisent l'utilisation d'une multitude d'outils juridiques qui montrent que les chartes des PNR bien avant le Grenelle de l'environnement, avaient pris l'initiative d'encadrer juridiquement la connectivité écologique.

L'analyse des baux ruraux qui concernent les 2/3 des terres agricoles exploitées en faire-valoir indirect s'est attachée à l'analyse du bail rural à clauses environnementales. Parmi les clauses environnementales listées, certaines ont un intérêt évident dans le cadre de la protection des corridors écologiques. Il s'agit par exemple de « la création, le maintien et les modalités de gestion des surfaces en herbe » ou bien encore de « la création, le maintien et les modalités d'entretien de haies, talus, bosquets, arbres isolés, mares, fossés, terrasses, murets ». L'intérêt de ce dispositif se heurte toutefois à un certain nombre d'obstacles. Le premier est générique : comme tout instrument contractuel, il est soumis à la volonté des parties (bailleur et preneur), le second problème relève du champ d'application limité du dispositif de l'article L. 411-27 du code rural, ce qui nous a conduit à envisager la possibilité d'insérer des clauses environnementales au-delà de ce que la loi prévoit.

Les travaux menés au cours de ce projet nous ont permis d'avancer sur plusieurs points :

- La mise au point d'une méthode de cartographie de l'occupation du sol à l'échelle régionale avec une précision suffisante pour identifier des continuités écologiques à l'échelle de la région mais aussi celle des PNR. Cette cartographie, beaucoup plus précise que Corine Land Cover habituellement utilisée, prend en compte la diversité des éléments semi-naturels du paysage qui vont contribuer en grande partie à la définition des trames vertes. A partir de ce document des analyses permettent d'identifier les continuités structurelles sur une gamme d'échelles allant de la région aux petites régions, et de tester l'efficacité fonctionnelle de certains éléments comme les réseaux de bois par exemple.
- L'identification de continuités fonctionnelles pouvant participer à la trame verte pour plusieurs espèces animales. Nous avons montré que les corridors existant tels que les haies, les bandes enherbées et les réseaux de bosquet fonctionnent en tant que corridor écologique. Ces résultats sont cohérents avec de nombreuses recherches au niveau international qui soulignent l'intérêt des corridors naturels par rapport aux corridors créés, pour favoriser les mouvements individuels dans les paysages fragmentés. Cependant il est important de dépasser l'approche espèce pour évaluer le rôle fonctionnel d'un corridor pour la biodiversité. Y a-t-il des espèces déterminantes (parapluie) pour lesquelles l'amélioration de la connectivité écologique peut se répercuter sur d'autres composantes de la biodiversité reste une question à approfondir.
- L'analyse du lien entre activités agricoles et corridors écologiques à trois échelles, du local au régional, montre deux types de décalage entre les systèmes agricoles, et les corridors biologiques (tels que proposés dans les hypothèses en écologie et les schémas de trame verte). Le premier type de décalage concerne la place relative des éléments de types bois et prairies. Les surfaces boisées sont très peu intégrées dans le fonctionnement des exploitations, car elles sont hors des exploitations ou

résultent d'un abandon de zones difficiles dans les exploitations et dans ce cas très peu gérées / exploitées. Les prairies sont au contraire des éléments forts du fonctionnement des exploitations, mais elles comprennent très peu de prairies permanentes mises en exergue pour la trame verte. Le second type de décalage est dans le lien entre types d'exploitation agricole et mise en connexion des éléments d'intérêt écologique, du fait de la configuration des territoires d'exploitation agricole : la gestion du paysage par l'agriculture relève actuellement fortement d'une agrégation d'activités individuelles, et les exploitations agricoles sont diversement concernées spatialement, par les trames vertes. Ces résultats justifient et permettent de préciser un cadre d'évaluation interdisciplinaire de la durabilité agro-écologique de la trame verte, qui teste explicitement différentes configurations de ségrégation ou au contraire d'intégration spatiale et fonctionnelle des activités agricoles et de différentes formes de corridors.

■ L'identification des réglementations permettant la mise en place des corridors écologiques. Nos travaux ont montré la grande diversité des outils réglementaires relatifs au droit de l'environnement, droit de l'urbanisme, droit rural... etc, et opérant à différentes échelles administratives, ainsi que la variabilité sémantique avec des termes tels que « TVB », « connexions », « réseaux biologiques », « continuums.

### **Pour conclure nous proposons pour mettre en place les corridors dans le cadre de la trame verte et bleue**

1- Une approche territoriale basée sur la télédétection pour identifier des unités paysagères, ayant une cohérence écologique, et donc pouvoir contextualiser l'analyse de la connectivité. Ces différentes unités paysagères ne nécessitent pas forcément d'être interconnectées. L'approche habitat ou structurelle semble donc pertinente à l'échelle régionale pour définir le « caractère » ou la structure interne des entités paysagères.

2- Une identification de la connectivité et des corridors au sein de chaque unité en utilisant une approche espèce basée ou non sur les listes d'espèces régionales établies

par le ministère et en croisant avec les sous-trames définies dans les Schémas régionaux de cohérence écologique (sous-trame forestière, de zones humides,...). La gestion des corridors à mettre en place doit se faire par un collectif rassemblant tous les acteurs du territoire. Certains corridors entre des habitats prioritaires pourront être identifiés de façon très précise. La modélisation est mobilisable pour identifier quel corridor serait favorable à quel type d'espèces. Même si les connaissances sur l'utilisation de l'espace par les différentes espèces restent fragmentaires un état de l'art systématique peut apporter des réponses qui aideront à la conception des corridors.

3- La gestion se fera de manière adaptative en privilégiant les contrats de longue durée, sans oublier d'autres mesures possibles, ciblées (mesures réglementaires, acquisition foncière,...).

■ Au niveau local les corridors peuvent être plus facilement identifiés avec une approche espèces.

■ Pour la gestion de ces corridors il faudrait des mesures pérennes et s'appuyer sur les financements existants (ex MAE), en ayant le souci de la continuité des actions. La gestion adaptative, qui permet de faire évoluer la teneur du contrat en fonction des premières évaluations est une bonne piste, mais il faut pour cela de l'innovation dans les outils. Il serait intéressant d'avoir des collectifs en charge de ces actions.

### **Références bibliographiques**

Burel F., Baudry J., Bonnin M., Butet A., Mouget T., Moy L., Oszwald J. and Vimal R. Les corridors écologiques : des connaissances scientifiques à la mise en œuvre des politiques de conservation de la biodiversité. (en révision à Natures Sciences Sociétés).

Burel F. et Baudry J. 2010 : les corridors écologiques : bases scientifiques et limites de la connaissance. Ppt présenté au forum des gestionnaires, disponible sur le site : <http://www.caren.univ-rennes1.fr/pleine-fougères/documents-diva-corridor>.

