

Livrable

Processus standard pour l'étude des enjeux environnementaux liés aux infrastructures

Auteurs/Organismes

Stéphane Pradon (Egis)
Justine Vassart (Setec)
Amos Houewatonou (Egis)
Yann Le Gallic (Setec)
Sylvain Moulherat (Cinov/TerrOïko)

Denis Le Roux (Setec)
Anne Ruas (Ifsttar)
Marc Chassande (Setec)
Sylvain Guilloteau (Vinci Autoroutes)
Charles-Edouard Tolmer (Egis)

Structuration des données (Thème 3) Infrastructure et environnement (UC6)

MINnD_TH03_UC06_03_Processus_standard-pour_etude_enjeuxenvironnementaux_infrastructures_019B_2017

Décembre 2017

RESUME

Des échanges successifs entre les domaines de conception

Les méthodes de travail actuelles pour la conception des infrastructures ont recours à des échanges successifs entre les domaines de conception. Les fichiers de chaque corps de métier doivent souvent être transformés avant d'être compilés ou ressaisis du fait des incompatibilités entre les logiciels et les formats. Ces manipulations entraînent une perte de temps et une dégradation des informations contenues dans les fichiers d'origine ce qui augmente le risque d'erreur.

Une analyse des flux d'échanges

L'objectif des études effectuées en tranche 2 de l'UC6 est tout d'abord d'analyser ces flux d'échanges autour des données environnementales des projets. Cela doit permettre :

- D'identifier les points de blocage existants.
- De déterminer quelles sont les évolutions de méthode de travail à mettre en œuvre pour fluidifier les échanges.

Une description des méthodologies actuelles d'étude des enjeux environnementaux

L'objectif de ce rapport UC6T2-2 est de décrire les méthodologies actuelles d'étude des enjeux environnementaux pour les projets d'infrastructures linéaires et de leurs aménagements. Il s'agit :

- D'une part, d'identifier les flux de données spécifiques liés aux procédures environnementales.
- D'autre part, de déterminer les éléments sur lesquels des améliorations sont envisageables ou nécessaires.

Deux cas présentés en annexe du rapport UC6T2-1

Deux cas d'étude alimentent le contenu de tous les rapports UC6T2.

Ils sont présentés en Annexe du rapport UC6T2-1.

GLOSSAIRE

Abréviation	Définition
ASF	Autoroutes du Sud de la France
BE	Bureau d'Étude
BIM	Building Information Modeling – Building Information Model
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BVN	Bassin Versant Naturel
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CNPD	Conseil National de Protection des Données
CNPN	Conseil National de Protection de la Nature
DLE	Dossier Loi sur l'Eau
DPAC	Domaine Public Autoroutier Concédé
DREAL	Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DUP	Déclaration d'Utilité Publique
ENS	Espace Naturel Sensible
EUNIS	European Nature Information System)
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IFC	Industry Foundation Class (Norme ISO 16739)
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies, des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
IGN	Institut Géographique National
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
ISO	International Organization for Standardization
MINnD	Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables
MNT	Modèle Numérique de Terrain
NRE	Notice de Respect de l'Environnement
OA	Ouvrages d'Art
OGC	Open Géospatial Consortium
OSGeo	Open Source Geospatial (OSGeo)
PI	Passage Inférieur
PRE	Plan de Respect de l'Environnement
PS	Passage Supérieur
SIG	Système d'Information Géographique
SRCE	Schéma Régional de Cohérence Ecologique
TVB	Trame Verte et Bleue
UML	Unified Modeling Language (Norme ISO 19501)

Sommaire

Avant-propos	5
I. METHODES ACTUELLES POUR LE CHOIX ET LA LOCALISATION DES MESURES ENVIRONNEMENTALES.....	6
I.1. Procédures environnementales	6
I.2. Mesures environnementales.....	7
2. ANALYSE DU FLUX DE DONNEES ENVIRONNEMENTALES.....	11
3. RECOMMANDATIONS.....	13
3.1. Amélioration des flux d'échanges actuels	13
3.2. Apports des maquettes numériques pour améliorer la prise en compte des enjeux environnementaux.....	15
BIBLIOGRAPHIE.....	17

Avant-propos

Un livrable dans la continuité des premiers rapports rédigés

Le présent livrable s'inscrit dans la continuité des deux premiers rapports rédigés par le groupe de l'UC6 du projet MinND. Ce second livrable s'emploie à analyser les méthodologies actuelles d'étude des enjeux environnementaux pour les projets d'infrastructures linéaires et de leurs aménagements.

Les objectifs du livrable

L'objectif est, d'une part d'identifier les flux de données spécifiques liés aux procédures environnementales. D'autre part, il s'agit de déterminer les éléments sur lesquels des améliorations sont envisageables ou nécessaires.

Les solutions imaginées

Les solutions imaginées par le groupe sont décrites dans ce rapport. Elles sont détaillées davantage dans le livrable UC6-4 (Perspectives pour la construction de passages à faunes (localisation, aménagements), notamment par leur mise en œuvre concrète au travers de cas d'étude.

I. METHODES ACTUELLES POUR LE CHOIX ET LA LOCALISATION DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

Rappel des processus

Il convient tout d'abord de rappeler les processus selon lesquels sont choisies les mesures environnementales des projets et de décrire ces mesures.

I.1. Procédures environnementales

Des décisions prises en phase d'étude

Pour les projets d'infrastructures linéaires, les décisions en matière environnementale sont essentiellement prises au cours de la phase d'étude. Cette étape comprend la réalisation d'un certain nombre de procédures environnementales, dont les principales sont recensées dans le tableau ci-dessous.

Phase	Études			Travaux
	Procédures	Études d'opportunité	Études préalables	
Dossiers de procédures	Concertation publique	Étude d'impact	Demandes de dérogations	Dossier bruit de chantier
	Dossier de saisine CNPD	Enquête préalable à la DUP	Dossier Loi sur l'Eau	ICPE
			CNPN	Fouilles archéologiques
				Notice de Respect de l'Environnement
				Plan de respect de l'environnement
				Suivi de l'évacuation des déchets
			Porter à connaissance DLE/mesures...	

Tableau I : Procédures pour les phases d'études et de travaux

Des procédures à l'origine de la définition des mesures environnementale

Les procédures d'étude d'impact, du CNPN et du dossier loi sur l'eau sont les procédures qui sont essentiellement à l'origine de la définition des mesures environnementales des projets. Elles s'inscrivent dans la démarche "Éviter – Réduire – Compenser" qui vise à intégrer davantage l'environnement dans les décisions.

I.2. Mesures environnementales

Des mesures définies en phase d'exploitation ou en phase chantier	<p>Les mesures environnementales peuvent être définies pour la phase d'exploitation ou pour la phase de chantier. En effet, en parallèle aux mesures définitives qui s'appliquent aux projets, sont également définies des mesures de respect de l'environnement temporaires à mettre en place en phase de chantier.</p>
<p>Mesures d'évitement, de réduction et de compensation</p> <p>Mesures d'évitement</p> <p>Mesures de réduction</p> <p>Mesures de compensation</p>	<p>Cette démarche vise à intégrer l'environnement dès les premières phases d'étude du projet. Le tracé ou le site d'implantation du projet est donc d'abord conçu pour avoir le moins d'impact possible en privilégiant l'évitement des zones sensibles. Les mesures d'évitement concernent donc les phases d'étude et de préparation des travaux du projet.</p> <p>Par exemple, pour le projet d'élargissement à 2x3 voies de l'A63, le dossier de CNPN reprend la description de deux mesures d'évitement. Celles-ci consistent en la réduction des emprises travaux du projet pour éviter des zones sensibles telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une zone comprise dans le site du Conservatoire du littoral du lac d'Yrieu. • Une zone d'habitat à enjeux majeur. • Un plan d'eau. <p>Si des ouvrages ayant un impact sur l'environnement ne peuvent être ni déplacés, ni remplacés, des mesures de réduction de l'impact sur l'environnement sont alors mises en place par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une réduction des emprises. • La mise en défens de site à enjeux écologiques. • La création de viaducs. • Etc. <p>Les calculs d'impacts résiduels et cumulés doivent ensuite être quantifiés pour déterminer les impacts restants.</p> <p>Lorsque ces mesures ne suffisent pas à empêcher un impact significatif sur les espèces et les milieux protégés, un programme de mesures de compensations écologiques doit être défini et mis en œuvre en réponse aux impacts résiduels.</p> <p>Pour le calcul des mesures de compensation, le plus fréquemment, la méthode de compensation structurelle est employée. Cette technique présente le désavantage de ne pas prendre en compte les fonctions qu'exerçaient les surfaces impactées, mais seulement leurs superficies. Elle ne permet donc pas de respecter le principe d'équivalence fonctionnelle des zones impactées.</p>

I.2 Mesures environnementales

Mesures de rétablissement des corridors écologiques

En plus des mesures évoquées précédemment, des mesures spécifiques pour le rétablissement des corridors écologiques peuvent être mises en place. Ces mesures peuvent passer par l'implantation d'un nouvel ouvrage ou par la réalisation d'aménagements spécifiques sur des ouvrages existants.

- Ouvrage spécifique généraliste : passage grande faune ou écopont.
- Ouvrage spécifique ciblé : batrachoduc (pour les batraciens) ou chiroptéroduc (pour les chiroptères) par exemple.
- Aménagement d'ouvrage existant généraliste : cela peut consister, par exemple, en l'installation d'aménagements sur des rétablissements de voiries existants pour la faune terrestre.



Figure 1a : Modèle 3D de l'écopont prévu sur l'A64 © Setec



Figure 1b : Écopont de l'A64 © TerrOïko (Lucie Gendron)



Figure 2 : Chiroptéroduc sur l'A89 © Setec



Figure 3 : Aménagement d'un passage agricole (barrières anti-éblouissement et végétalisation des bordures) au-dessus de l'A16 au sud de Boulogne-sur-Mer © TerrOïko (Sylvain Moulherat)

Aménagements d'ouvrages existants ciblés, pour loutre ou castor par exemple

L'implantation d'un tel ouvrage répond au besoin de restauration d'un corridor écologique affecté par l'infrastructure routière. En première approximation, le site d'implantation de l'ouvrage est donc déterminé à partir des points de rupture identifiés dans la connectivité écologique (dans les **TVB** du **SRCE** par exemple). Le positionnement de l'ouvrage est ensuite affiné selon plusieurs critères. À titre d'exemple, pour l'écopont sur l'A64, l'analyse des sites a d'abord permis d'identifier les zones écologiques les plus favorables à l'implantation de l'ouvrage. En parallèle, le foncier dont dispose le concessionnaire a permis de déterminer les zones potentielles pour l'aménagement. La topographie des sites ainsi que l'identification des axes de déplacement des espèces sont intervenues ensuite.

- 1) Une analyse du fonctionnement des réseaux écologiques a permis d'identifier les zones les plus écologiquement favorables (SRCE, SCoT, PLU, études spécifiques, etc.) à l'implantation de l'ouvrage.
- 2) Une analyse de la disponibilité foncière du concessionnaire permet d'identifier les secteurs d'implantation potentielle de l'ouvrage.
- 3) Une analyse coût/bénéfice au regard des contraintes techniques et budgétaires mises en perspectives des attendus et enjeux de restauration de réseau écologique permet de déterminer la localisation finale de l'ouvrage.

I.2 | Mesures de rétablissement des corridors écologiques

Aménagements spécifiques des ouvrages

Pour assurer l'efficacité des ouvrages, leurs abords doivent être aménagés. Pour les écoponts, ces aménagements concernent par exemple la **pen**te aux abords de l'ouvrage, les **clôtures** (et panneaux d'occultation pour les écoponts) et la **végétation**.

Reprenons notre cas d'étude de l'écopont de l'A64. Les principales cibles de l'aménagement envisagé sont les suivantes :

- Grands mammifères : chevreuils, sangliers, renards, blaireaux.
- Mammifères moyens : mustélidés et viverridés (genettes, fouines, martres ...).
- Micromammifères.
- Reptiles.

Pour faciliter son emprunt par le plus grand nombre d'espèces, nous avons dressé **une liste d'aménagements à mettre en place pour rendre l'ouvrage le plus attractif possible**. Ces aménagements, établis d'après le schéma de principe d'un écopont fourni par le guide SETRA et d'après le modèle 3D de l'écopont qui nous a été fourni par Vinci, sont les suivants :

- Végétaux à forte appétence : pour rendre l'ouvrage attractif.
- Souches et rochers : "cachettes" qui favorisent le passage des rongeurs et reptiles.
- Panneaux en bois : anti éblouissement pour faciliter le passage de nuit.
- Clôtures au plus proche de l'infrastructure : ouvrir au maximum l'espace pour la faune.

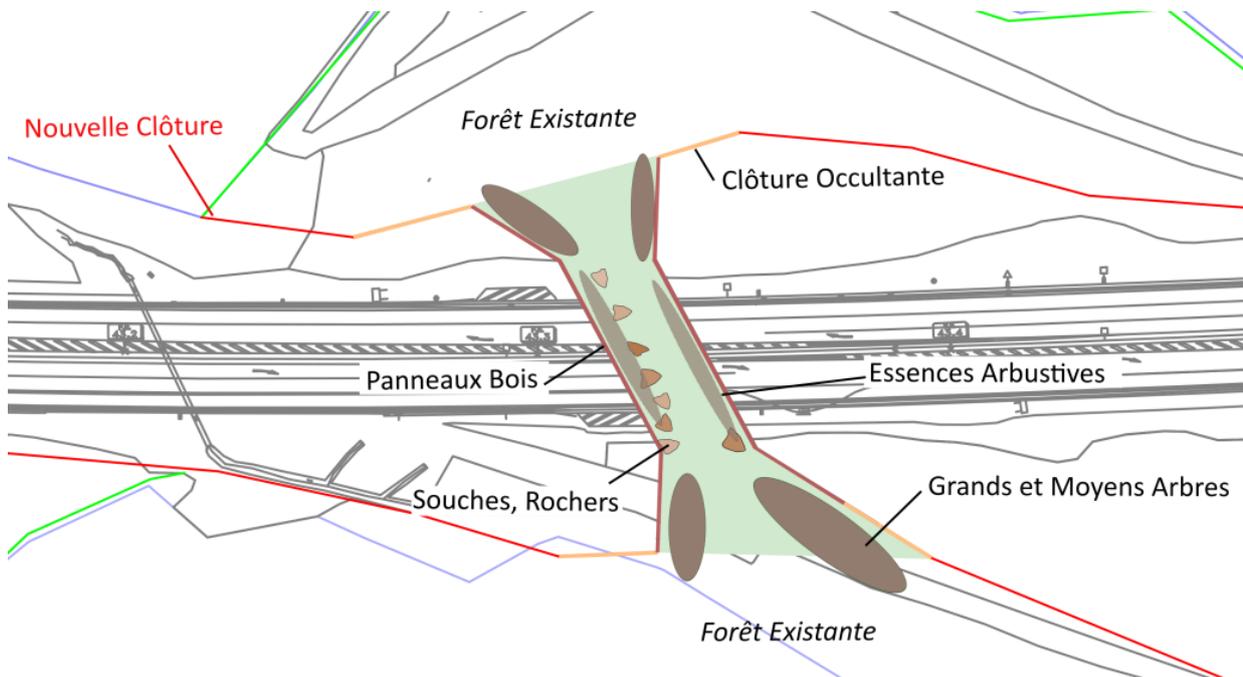


Figure 4 : Aménagements envisagés pour l'écopont A64 © Vinci

I.2 Mesures environnementales

Mesures de suivi

Le suivi environnemental à mettre en place sur les zones du projet est réfléchi dès la phase d'étude pour caractériser les enjeux environnementaux à prendre en compte. Les mesures de suivi sont ensuite détaillées dans la notice de respect de l'environnement (NRE). Elles concernent les phases :

- De travaux (respect des prescriptions environnementales, suivi des mesures prises avant le début des travaux, PRE, etc.).
- D'exploitation (suivi de l'efficacité des aménagements, de l'évolution des populations faune/flore, etc.).

Les paragraphes précédents décrivent un panel de mesures environnementales qui peuvent concerner les projets d'infrastructures linéaires et les processus pour les choisir. Nous allons maintenant pouvoir détailler le flux d'échange de données autour de ces procédures pour identifier les points à améliorer.

2. ANALYSE DU FLUX DE DONNEES ENVIRONNEMENTALES

Des études basées sur des informations entrantes

Simplification de la lecture

Fournisseurs de données pour l'état initial

Pour chaque procédure, les études se basent sur un certain nombre d'informations entrantes. Ces études produisent de nouvelles données en sortie, qui sont utilisées ensuite pour les procédures suivantes. Notre étude est basée plus spécifiquement sur la procédure environnementale principale dans le cas de projets importants : l'étude d'impact. Elle permet d'évaluer les risques d'incidences du projet sur l'environnement et de proposer des mesures pour lutter contre ces impacts. La liste des projets entrants dans son champ d'application est définie par un tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'environnement.

Pour simplifier la lecture des schémas et tableaux suivants, les informations utilisées directement sont écrites en noir et les informations produites lors des études sont écrites en rouge.

Étude de flux de données réalisée à partir de l'étude d'impact et du dossier CNPN du projet de l'A63.

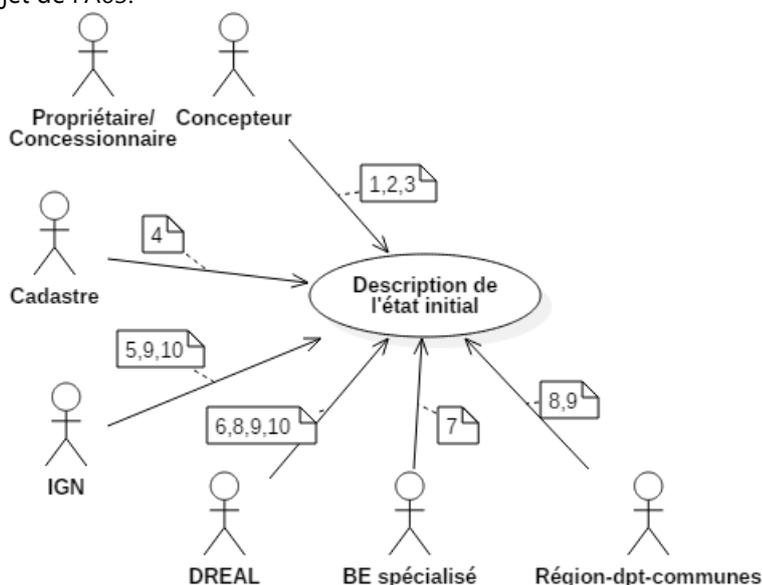


Figure 5 : Provenance des données nécessaires à la description de l'état initial

Le tableau suivant présente une liste des données d'entrée nécessaires à la description initiale de la zone du projet lors d'une étude d'impact. Chaque donnée est produite par une personne (personne morale ou physique) dans un format spécifique.

	Contenu de la donnée	Format
1	Description infrastructure existante	Texte, tableur, papier ou DAO
2	Emprise infrastructure existante	DAO, SIG, papier, PDF
3	Topographie	Nuage de points, MNT
4	Cadastre	Dwg, pdf
5	Orthophotos	Raster images
6	Zones protégées, liste des espèces protégées	Shapefile, tableur, texte
7	Inventaires faune/flore, habitats naturels	Shapefile, texte, tableur, PDF
8	Corridors, trames vertes et bleues	Shapefile, texte, tableur, PDF
9	Milieus humains (population, logements, activités, tourisme et loisir, etc.)	Shapefile, tableur, texte, PDF
10	Cartographie diverse (réseaux, servitudes, urbanisme, hydrographie, réseaux transport, etc.)	Shapefile, PDF, DAO

Tableau 2 : Liste non exhaustive des données entrantes de l'étude d'impact pour la description de l'état initial

I.2 | Des études basées sur des informations entrantes

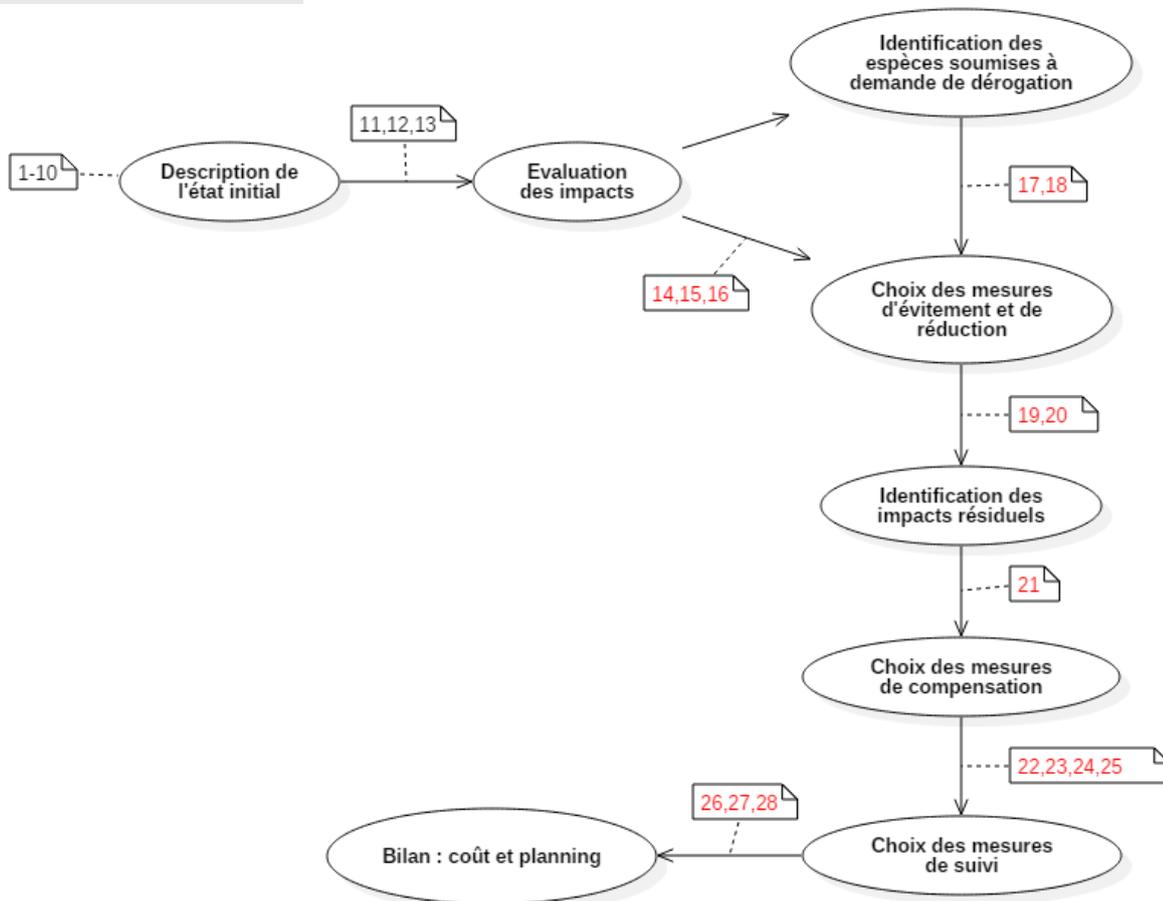
**Étapes successives de
l'étude environnementale**


Figure 6 : Données entrantes et sortantes à chaque étape de l'étude environnementale du projet (en rouge les informations produites par l'étude)

	Contenu de la donnée	Format
11	Description infrastructure projet	Texte, tableur, papier ou DAO
12	Emprise infrastructure projet (temporaire/définitive)	DAO, SIG, papier
13	Limite acquisition foncière	DAO, SIG, papier
14	Effets d'emprise sur les habitats d'espèces	Tableur, texte,
15	Impacts directs sur les espèces	Texte, tableur, PDF
16	Pollution générée (sous-sol, air, eau, sonore)	Texte, tableur, PDF, shapefile
17	Demande de dérogation	Texte, tableur, PDF
18	Fiches espèces	Texte, tableur, PDF, images
19	Localisation des mesures (évitement, réduction)	Shapefile, DAO, PDF, tableur, image
20	Description des mesures (évitement, réduction)	Texte, PDF
21	Impacts résiduels par groupes faunistiques	Tableur
22	Définition des ratios de compensation	Tableur, texte
23	Ratios/ besoin de compensation par (groupe d') espèce	Tableur, texte
24	Localisation et type de mesures	Shapefile, DAO, texte, tableur
25	Planning de mise en œuvre des mesures de compensation	Tableur, texte
26	Description des mesures de suivi	Texte, tableur
27	Planning de mise en œuvre des mesures environnementales	Tableur
28	Coût à chaque étape du projet	Tableur, texte

Tableau 3 : Liste non exhaustive des données utilisées (noir) et produites (rouge) lors des études environnementales

3. RECOMMANDATIONS

<p>Un rôle important pour limiter les impacts des infrastructures linéaires</p>	<p>Les mesures et les ouvrages environnementaux jouent un rôle important pour limiter les impacts des infrastructures linéaires sur la fragmentation des espaces naturels. De plus, ils représentent un investissement important pour le propriétaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Près de 8 millions d'euros pour les 2 écoponts de l'A8 (Brignoles) et de l'A57 (Pignans) construits par Escota (société de Vinci autoroutes) en 2012. • Plusieurs dizaines de millions d'euros pour l'ensemble des mesures environnementales lors des projets de construction d'une nouvelle infrastructure autoroutière.
<p>Améliorer les méthodes : un intérêt évident</p>	<p>Améliorer les méthodes actuelles pour le choix et la localisation des ouvrages et aménagements environnementaux présente donc un intérêt évident. De plus, optimiser leur suivi permettrait également d'évaluer leur efficacité de manière plus fiable.</p>
<p>Analyser les besoins et comment y répondre</p>	<p>L'objectif est donc d'analyser les besoins actuels et d'étudier en quoi l'utilisation de données et de processus numériques permettrait d'y répondre.</p>

3.1. Amélioration des flux d'échanges actuels

<p>Comprendre les enjeux liés à nos 2 cas d'étude</p>	<p>Pour comprendre les enjeux liés à nos deux cas d'étude, nous avons réalisé une analyse des sites. Pour cela, nous avons eu recours aux données environnementales mises à notre disposition (voir UC6T2-1, II.3. <i>Les données des cas d'étude</i>).</p>
<p>La structuration de la base de données environnementale utilisée chez Setec</p>	<p>Cette analyse a ainsi été l'occasion d'étudier la structuration de la base de données environnementale utilisée chez Setec, pour les études du projet de l'A63. Celle-ci a fait l'objet d'une charte qui définit sa structure en dossiers et sous-dossiers. Le problème réside dans la redondance des données entre les dossiers et dans la présence de plusieurs versions d'un même fichier au sein d'un même dossier. Il peut être fastidieux de trouver rapidement la bonne version de l'information souhaitée.</p>
<p>Le problème lors de la transmission des bases de données</p>	<p>Un autre problème survient lors de la transmission des bases de données (transmission à l'exploitant, ou à un autre BE). Les organismes ne travaillant pas toujours avec la même organisation des données, l'adaptation à une nouvelle méthode de travail pour chaque projet est nécessaire.</p>
<p>Une transmission des fichiers pas toujours exigée</p>	<p>Par ailleurs, la transmission de l'intégralité des fichiers de la base de données environnementale du projet n'est pas systématiquement exigée entre les BE et les exploitants. Or, pouvoir retracer l'historique des décisions ayant conduit au choix des mesures environnementales est un enjeu crucial. C'est en effet cette historisation qui permet d'étudier l'efficacité des mesures mises en place et d'en assurer un suivi optimal, à partir des objectifs réglementaires fixés au départ.</p>

<p>Objectif : adoption d'une méthode de classification commune</p>	<p>L'adoption d'un langage commun entre les acteurs impliqués dans les projets d'infrastructure permettrait de faciliter les échanges. En matière environnementale, des normes existent et s'imposent déjà aux autorités publiques.</p>
<p>La directive INSPIRE</p>	<p>La directive européenne INSPIRE publiée en 2004, établit le cadre légal des échanges de données dans le domaine de l'environnement. Deux décrets nationaux transposent la directive aux articles R. 127-8 à R127-10 du Code de l'environnement. Ils imposent aux autorités publiques de publier en ligne et de partager entre elles leurs données environnementales géographiques. La directive INSPIRE s'applique pour 34 thèmes figurant dans ses trois annexes en définissant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le catalogue des métadonnées à mettre en place. • Des règles d'interopérabilité (règles de sémantique et règles géographiques).

3.1 Amélioration des flux d'échanges actuels | Objectif : adoption d'une méthode de classification commune

La classification EUNIS

La classification EUNIS succède à la première typologie européenne CORINE Land Cover (CLC) et fournit une typologie uniformisée des milieux naturels. Des travaux de mise en correspondance de ces normes existent, ce qui facilite l'interopérabilité des systèmes d'information basés sur ces classifications.

La catégorie "Habitats et Biotopes" des données spatiales définies dans la directive Inspire, établit des recommandations en matière de codification des données¹. Plus spécifiquement, la recommandation spécifique **d'utiliser la codification issue de la directive Habitat** (directive européenne, connue également sous le nom de directive *Habitat Faune Flore*). **Si l'élément à codifier ne rentre dans aucune des catégories de la directive, alors il est recommandé d'utiliser la codification EUNIS.**

Le modèle de données fourni par la directive INSPIRE constitue une base solide pour la mise en place d'une structuration de données environnementales. Nous recommandons donc l'application des prescriptions INSPIRE pour la mise en place de système d'informations interopérables.

Par ailleurs, la norme EUNIS s'impose actuellement comme la classification de référence au niveau européen. C'est pourquoi, toujours dans un souci d'interopérabilité, **nous préconisons l'emploi de la classification EUNIS pour la catégorie des habitats naturels et biotopes.**

Spécification sur la base de données environnementale

La livraison de la base de données environnementale doit être incluse aux livrables à produire par les BE pour l'exploitant. Une charte doit être établie pour définir les propriétés de la base de données livrable (codification à employer, système de géoréférencement, format des données, etc.).

La mise à jour de cette base de données par l'exploitant en fonction du suivi, des interventions ou de la vérification des aménagements exécutés doit être prévue.

¹ Guide technique de l'annexe III, "[INSPIRE Data specification on Habitats and Biotopes](#)", disponible en annexe

3.2. Apports des maquettes numériques pour améliorer la prise en compte des enjeux environnementaux

En matière d'études environnementales

Les inventaires

Les inventaires réalisés pour les projets nécessitent **plusieurs interventions** sur le terrain et la récolte d'informations sur une **période temporelle longue**. Pour le projet de l'A63, les inventaires ont été réalisés en deux étapes. Une première partie, réalisée de 2011 à 2012, a fait intervenir cinq BE. En 2014, la seconde étape a permis à deux autres BE de détailler les inventaires existants.

Les inventaires sont réalisés de manière ponctuelle et **excluent** donc potentiellement certaines zones écologiques sensibles.

Les perspectives

Pour compléter les données d'inventaire terrain, nous suggérons l'utilisation de modèles de simulation numérique :

- Obtenir des données écologiques par simulation, sur les zones impactées par le projet, plus rapidement : l'utilisation de tels modèles peut ainsi être intégrée dès les premières phases de conception du projet. Cela permet d'étudier les impacts à partir de la proposition de plusieurs variantes. Leur utilisation est toutefois soumise à certaines conditions. En effet, les modèles de simulations doivent être validés (par des procédures scientifiques, classiques, etc.). Les modèles doivent être utilisés dans les champs d'applications qui leur ont été attribués et présenter un réalisme suffisant pour pallier les manques de données de terrain. Actuellement, seuls trois modèles de calculs numériques remplissent ces critères :
 - RangeShi RangeShifter (Bocedi et al 2014).
 - FunCon (Pe'er et al 2011).
 - MetaConnect/SimOiko (Moulherat 2014).

Il convient donc de suivre l'évolution de la conception de modèle et de leur validation scientifique pour leur utilisation.

- Compléter les inventaires en analysant les enjeux écologiques par simulations sur l'ensemble des zones autour du projet.
- Utiliser des modèles numériques projets pour assembler les données issues de sources multiples.

Choix des mesures environnementales

Pour choisir les mesures environnementales adaptées au projet, l'objectif serait de pouvoir tester, via des simulations, les impacts et les bénéfices sur la faune de différentes mesures en fonction :

- De leur type.
- De leur localisation.
- Des aménagements associés.

Plus particulièrement pour les ouvrages de rétablissement des connectivités écologiques, les modèles doivent intervenir à trois niveaux :

1. En premier lieu, pour identifier plus précisément la position des corridors écologiques et des axes de déplacements des espèces.
2. Ensuite, pour simuler l'impact du type et de la localisation de l'ouvrage sur les populations et sur leur déplacement.
3. Enfin, pour déterminer les aménagements à réaliser sur ces ouvrages (clôtures, pente, végétation) à partir de simulations encore plus fines, sur les trajectoires et tendance de déplacement de la faune.

3.2 Apports des maquettes numériques pour améliorer la prise en compte des enjeux environnementaux

Structuration et historisation des données

L'accès aux données répondant aux besoins des acteurs est facilité par une **structuration prédéfinie des données**. L'objectif est également que les données extraites soient toujours en adéquation avec la version à jour du projet.

Par ailleurs, la possibilité d'obtenir des informations environnementales directement à partir des objets du modèle BIM est très utile. Par exemple, on peut imaginer prévoir le renseignement systématique d'informations concernant les collisions entre la faune et les usagers des infrastructures. Ces données sont aujourd'hui seulement collectées pour certaines catégories d'espèces.

De plus, pour assurer un suivi efficace des mesures exigées lors des études, une **historisation** méticuleuse des données devrait permettre d'enrichir considérablement les connaissances en matière d'efficacité des mesures environnementales.

Le rapport UC6T2-3 propose d'analyser les structures de données et l'historisation pour améliorer l'efficacité des écoponts.

BIBLIOGRAPHIE

Type	Documents
Documentation en ligne	MIG (MISSION DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE). La directive Inspire pour les néophytes, version 4, [en ligne]. Disponible sur : http://formations-geomatiques.developpement-durable.gouv.fr/NAT009/Inspire/directive_inspire_neophytes/res/Directive_inspire_neophytes_papier.pdf
	SÉTRA. Clôtures routière et faune – Critères de choix et recommandations d'implantation, [en ligne]. Disponible sur : http://catalogue.setra.fr/documents/Cataloguesetra/0005/Dtrf-0005448/DT5448.pdf . (consulté le 13/06/2016)
Sites web	EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Eunise, [en ligne]. Disponible sur : http://eunis.eea.europa.eu/index.jsp . (consulté le 09/04/2016)
	EUROPEAN COMMISSION. Inspire, [en ligne]. Disponible sur : http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2 . (consulté le 09/04/2016)
	GOUVERNEMENT FRANÇAIS. Plateforme ouverte des données publiques françaises, [en ligne]. Disponible sur : https://www.data.gouv.fr/fr/ . (consulté le 15/02/2016)
	IGN. Geoportail, [en ligne]. Disponible sur : http://www.geoportail.gouv.fr/accueil . (consulté le 15/02/2016)
	LEGIFRANCE. Code de l'environnement, [en ligne]. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/af-fichCode.do;jsessionid=8B3E38CA1059115D56766A4546407A9F.tpdila18v_2?cidTexte=LE-GITEXT000006074220&dateTexte=20140423 . (consulté le 17/05/2016)
	MINnD. Projet national MinND [en ligne]. Disponible sur : http://www.minnd.fr/le-projet-minnd/ . (consulté le 08/02/2016)

Table des matières

RÉSUMÉ	2
Des échanges successifs entre les domaines de conception.....	2
Une analyse des flux d'échanges	2
Une description des méthodologies actuelles d'étude des enjeux environnementaux.....	2
Deux cas présentés en annexe du rapport UC6T2-1	2
GLOSSAIRE	3
Avant-propos	5
Un livrable dans la continuité des premiers rapports rédigés	5
Les objectifs du livrable	5
Les solutions imaginées.....	5
I. MÉTHODES ACTUELLES POUR LE CHOIX ET LA LOCALISATION DES MESURES ENVIRONNEMENTALES	6
Rappel des processus	6
1.1. Procédures environnementales	6
Des décisions prises en phase d'étude.....	6
Des procédures à l'origine de la définition des mesures environnementale.....	6
1.2. Mesures environnementales	7
Des mesures définies en phase d'exploitation ou en phase chantier	7
Mesures d'évitement, de réduction et de compensation	7
Mesures d'évitement.....	7
Mesures de réduction	7
Mesures de compensation	7
Mesures de rétablissement des corridors écologiques	8
Aménagements d'ouvrages existants ciblés, pour loutre ou castor par exemple.....	8
Aménagements spécifiques des ouvrages.....	9
Mesures de suivi	10
2. ANALYSE DU FLUX DE DONNÉES ENVIRONNEMENTALES	11
Des études basées sur des informations entrantes	11
Simplification de la lecture	11
Fournisseurs de données pour l'état initial.....	11
Étapes successives de l'étude environnementale	12
3. RECOMMANDATIONS	13
Un rôle important pour limiter les impacts des infrastructures linéaires	13
Améliorer les méthodes : un intérêt évident	13
Analyser les besoins et comment y répondre.....	13
3.1. Amélioration des flux d'échanges actuels	13
Comprendre les enjeux liés à nos 2 cas d'étude	13
La structuration de la base de données environnementale utilisée chez Setec	13
Le problème lors de la transmission des bases de données.....	13
Une transmission des fichiers pas toujours exigée.....	13
Objectif : adoption d'une méthode de classification commune	13
La directive INSPIRE	13
La classification EUNIS.....	14
Spécification sur la base de données environnementale	14
3.2. Apports des maquettes numériques pour améliorer la prise en compte des enjeux environnementaux	15
En matière d'études environnementales	15
Les inventaires.....	15
Les perspectives.....	15
Choix des mesures environnementales.....	15
Structuration et historisation des données	16
BIBLIOGRAPHIE	17

Sommaire des figures

Figure 1a : Modèle 3D de l'écopont prévu sur l'A64 © Setec.....	8
Figure 1b : Écopont de l'A64 © TerrOïko (Lucie Gendron).....	8
Figure 2 : Chiroptéroduct sur l'A89 © Setec	8
Figure 3 : Aménagement d'un passage agricole (barrières anti-éblouissement et végétalisation des bordures) au-dessus de l'A16 au sud de Boulogne-sur-Mer © TerrOïko (Sylvain Moulherat)	8
Figure 4 : Aménagements envisagés pour l'écopont A64 © Vinci.....	9
Figure 5 : Provenance des données nécessaires à la description de l'état initial.....	11
Figure 6 : Données entrantes et sortantes à chaque étape de l'étude environnementale du projet (en rouge les informations produites par l'étude).....	12

Sommaire des tableaux

Tableau 1 : Procédures pour les phases d'études et de travaux.....	6
Tableau 2 : Liste non exhaustive des données entrantes de l'étude d'impact pour la description de l'état initial	11
Tableau 3 : Liste non exhaustive des données utilisées (noir) et produites (rouge) lors des études environnementales	12