

- L'enquête publique relative à la demande d'autorisation environnementale des AFSB, qui s'est déroulée du 15 juillet au 28 août 2024 et a conduit à :
 - L'obtention de l'autorisation environnementale des AFSB (arrêté préfectoral du 18 octobre 2024).
- L'étude d'impact initiale a fait l'objet d'une actualisation ciblée, portant sur le cahier géographique n°12 correspondant au secteur géographique concernée par cette opération ferroviaire ;**

La présente étude d'impact constitue une actualisation générale de l'étude initiale de 2014, basée sur la mise à jour de l'état initial et de l'évaluation des effets et mesures du projet qui en découlent ainsi que l'intégration des nouveaux volets exigés par le R122-5 du Code de l'environnement. À noter, le projet n'a pas fait l'objet d'études de conception plus approfondies depuis 2014 ; cette étude d'impact s'appuie donc sur le même niveau d'étude technique qu'en 2014, à savoir un Avant-Projet Sommaire (APS).

Une étude d'impact en quatre phases

Le projet présenté est le résultat d'une succession d'études et de phases de concertation permettant d'affiner progressivement la consistance et les caractéristiques générales des projets.

À chacune des étapes et actualisation et avec une précision croissante, les études environnementales comportent quatre phases d'évaluation :

- L'établissement d'un état initial permettant d'identifier les enjeux environnementaux en présence ;
- L'identification et l'évaluation des effets des différents partis ou variantes envisagés, notamment sur le plan de l'environnement ;
- L'identification et l'évaluation des effets du projet sur l'environnement ;
- La définition des mesures de réduction d'impact ou de compensation nécessaires pour optimiser l'insertion des opérations ferroviaires dans leur environnement.

L'établissement de l'état initial dans chacun des domaines de l'étude d'impact s'appuie sur des collectes de données organisées auprès des services de l'Etat, des collectivités territoriales et des organismes publics détenteurs et gestionnaires de données environnementales. Il se base également l'exploitation des études environnementales spécifiques comportant notamment des investigations de terrain.

L'identification et l'évaluation des effets, tant positifs que négatifs, est effectuée selon des méthodes basées sur des directives, cadrages, instructions officielles, quand elles existent. L'évaluation est qualitative et quantitative chaque fois que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des techniques disponibles, ou à défaut strictement qualitative.

Plusieurs lignes à grande vitesse sont aujourd'hui en exploitation en France et des projets de lignes nouvelles ferroviaires ont été réalisés récemment (la LGV Sud Europe Atlantique mise en service le 28 février 2017 et la LGV Bretagne-Pays de la Loire mise en service le 2 juillet 2017). Les retours d'expérience de ces opérations permettent, par analogie, d'identifier et d'évaluer les effets d'une nouvelle ligne sur son environnement, en phases travaux et d'exploitation.

Les mesures de réduction ou de compensation des effets négatifs sont définies en référence à des textes réglementaires ou à des normes existantes. En l'absence de tels documents de référence, c'est l'état de l'art qui guide la mise au point de ces mesures, en s'appuyant sur les apports de la concertation en continu menée par SNCF Réseau et les 21 engagements pris en matière de développement durable.

7.1.3. La définition des aires d'étude

La distinction entre lignes nouvelles et aménagements de ligne existante

La coexistence d'aménagements ferroviaires de lignes existantes et de création de lignes nouvelles nécessite d'adapter la démarche de l'étude d'impact à un contexte sensiblement différent à l'échelle locale :

- Insertion dans une emprise ferroviaire existante, encadrée par une urbanisation très proche, pour les aménagements de la ligne existante ;
- Insertion d'une infrastructure ferroviaire nouvelle dans des espaces à dominante naturelle, agricole ou sylvicole, avec dans certains cas la présence d'une urbanisation diffuse.

De ce fait, l'analyse locale des aménagements ferroviaires de la ligne existante nécessite, conformément au principe de proportionnalité mentionné dans l'article R122-5-I du Code de l'environnement, une échelle de travail plus précise que celle des lignes nouvelles, conduisant à une aire d'étude de 500 m de largeur globale.

Les régions, départements et communes l'échelle globale et une aire d'étude à l'échelle locale

Les opérations ferroviaires se développent sur un linéaire très important, allant de Bordeaux à Toulouse, et jusqu'à la frontière espagnole.

Les opérations ferroviaires suivantes sont concernées par l'étude d'impact :

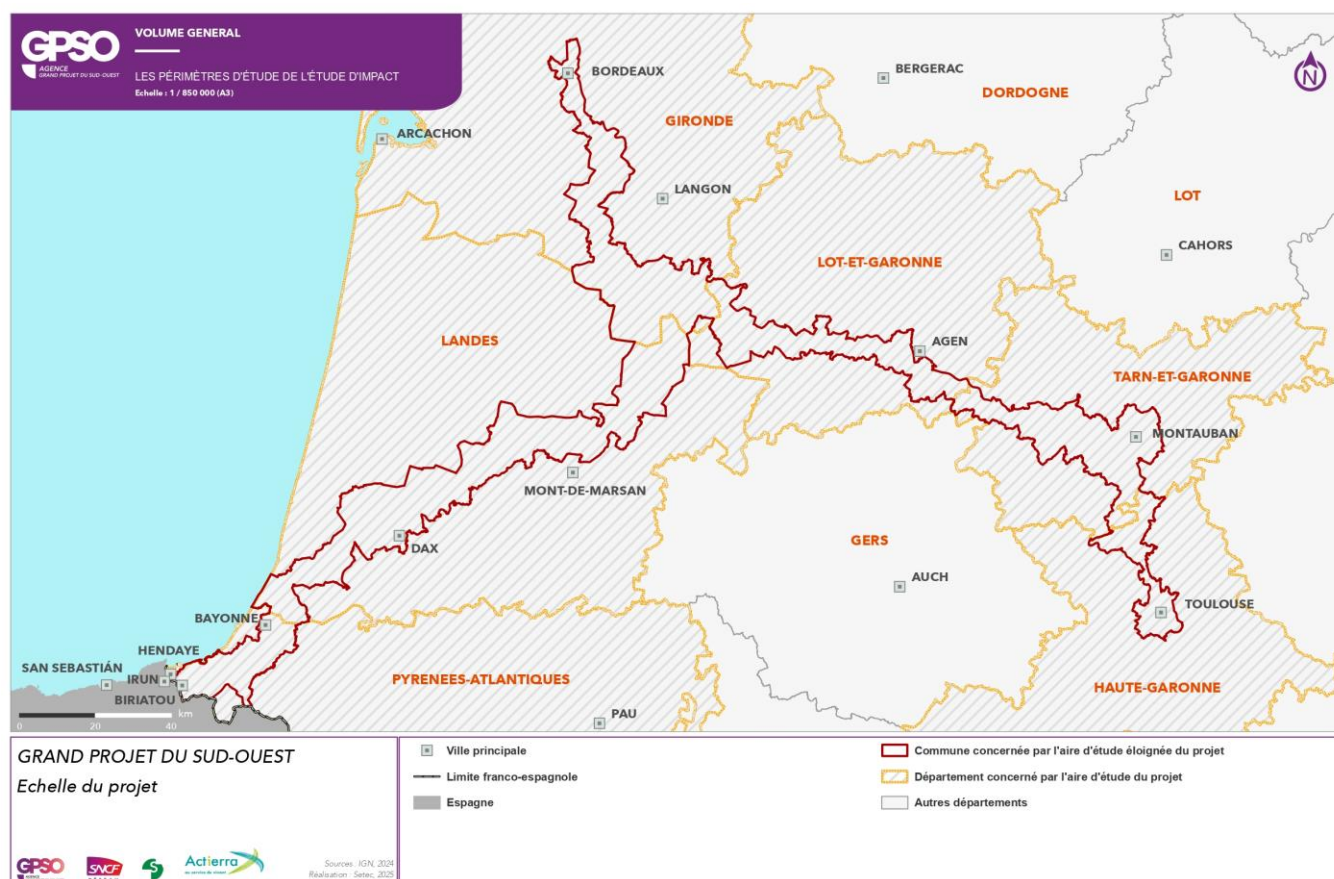
- La création des lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse, Bordeaux-Dax et Dax-Espagne, présentant un tronç commun entre Bordeaux et le Sud Gironde ;
- Les projets des aménagements ferroviaires de la ligne existante Bordeaux-Sète, au Sud de Bordeaux d'une part et au Nord de Toulouse d'autre part.

Pour analyser l'état initial d'un territoire aussi vaste, ainsi que les effets, tant globaux que locaux, des opérations ferroviaires, différentes échelles de travail sont nécessaires, allant du niveau régional au niveau communal.

Les aires d'étude prises en compte pour l'étude d'impact reflètent cette problématique, avec deux échelles :

- L'échelle régionale, utilisée pour l'approche globale présentée dans le volume 2 de l'étude d'impact. Aucune limite précise n'est définie compte tenu du fait que l'objet est de recenser et cartographier les grands enjeux de niveau supra-communal. Elle est adaptée à chaque thématique analysée ;
- Une aire d'étude à l'échelle communale, utilisée pour les cahiers géographiques dans le volume 7 de l'étude d'impact. Elle correspond à la bande au sein de laquelle les informations initiales sont prises en compte pour caractériser l'état des lieux et analyser les effets des opérations ferroviaires à l'échelle locale, tout en tenant compte des spécificités des thèmes abordés. Elle présente une largeur variable selon qu'il s'agit d'une section de ligne nouvelle ou d'un aménagement ferroviaire de ligne existante :
 - Dans les cahiers géographiques des lignes nouvelles, l'aire d'étude est une bande d'environ 2 km de large, centrée sur le fuseau de l'approbation ministérielle du 27 septembre 2010, à l'intérieur duquel la définition du tracé a été réalisée ;
 - Dans les cahiers géographiques des aménagements de ligne existante, l'aire d'étude est constituée par une bande de 500 m de large centrée sur la ligne existante ; elle s'applique uniquement aux deux opérations d'aménagements ferroviaires au Sud de Bordeaux et au Nord de Toulouse.

Figure 117: Les aires d'étude de l'étude d'impact



7.1.4. Les sources documentaires

La conception du GPSO s'appuie sur une succession d'études environnementales et techniques qui ont permis d'affiner progressivement la consistance et les caractéristiques générales de chacune des opérations qui le constituent. Les acteurs locaux participent à travers les réunions de concertation à la caractérisation des enjeux au sein de leur territoire.

Ces études se basent sur une collecte des données gérées principalement par les services administratifs de l'État, des collectivités territoriales et des établissements publics. Il est également fait appel aux acteurs du territoire pour enrichir et compléter cette collecte, y compris dans la compréhension et l'analyse de sensibilité des enjeux.

Les premières études ont été réalisées entre 2009 et 2013 et ont alimenté les réflexions préalables servant de support aux dossiers d'enquêtes préalables à la déclaration d'Utilité Publique et en particulier à l'étude d'impact initiale.

Réalisées par des prestataires spécialisés, ces évaluations ont porté sur les domaines suivants :

- La socio-économie ;
- L'agriculture, la viticulture et la sylviculture ;
- Les documents d'urbanisme et l'aménagement du territoire ;
- Le bruit et les vibrations ;
- Les risques industriels ;
- La géologie, la géotechnique et l'hydrogéologie ;
- L'hydraulique ;
- L'écologie : faune, flore, habitats naturels, trames verte et bleue ;
- Les zones humides ;
- L'archéologie et le patrimoine historique ;
- Le paysage, l'architecture et la modélisation en trois dimensions (maquette 3D) des aménagements.

Ces études spécifiques font l'objet de mises à jour ciblées dans le cadre des actualisations successives de l'étude d'impact ; ces mises à jour portent ainsi sur les thématiques environnementales susceptibles d'être impactées par les travaux objet des demandes d'autorisation administratives et sur le périmètre géographique concerné.

Le récapitulatif des études réalisées, qui ont servi de base à l'analyse de l'état initial, des effets et des mesures des opérations ferroviaires est présenté ci-après.

Études générales d'environnement des étapes 1 et 2

Études d'environnement du dossier de fin d'étape 1 (Egis et Inexia-SNC Lavallin-Arcadis - 2010)

Études environnementales du dossier de fin d'étape 2 (Egis et Inexia-SNC Lavallin-Arcadis - 2011)

Bilan carbone

Bilan carbone des lignes nouvelles, de l'aménagement ferroviaire au Sud de Bordeaux (Objectif Carbone – 2013)

Bilan carbone de l'aménagement ferroviaire au Nord de Toulouse (Eco-Act)

Études agricoles et sylvicoles

Expertise viticole (Cabinet Becheler Conseil - 2010)

Études agricoles (Chambres d'agriculture départementales – 2011 et 2012)

Études sylvicoles (SDigit et Office National des Forêts – 2011 ; Centres Régionaux de la Propriété Forestière d'Aquitaine et de Midi-Pyrénées - 2012)

Recensement des entités boisées sur le tracé de la ligne nouvelle Bordeaux – Toulouse – 2024 – Cabinet Béchon

Études agricoles (Chambres d'agriculture des départements 33, 47, 82 et 32 – 2025)

Études d'urbanisme et d'aménagement du territoire

Études des documents d'urbanisme (Ginger - 2011, puis Egis – 2012-2013)

Études des dynamiques urbaines et territoriales (Agences d'urbanisme de Bordeaux, Toulouse, Bayonne-Pau)

Études acoustiques et vibratoires

Études acoustiques des lignes nouvelles et de la ligne existante au Sud de Bordeaux (Egis - 2011-2012-2013)

Études acoustiques des aménagements de la ligne existante au Nord de Toulouse (Acouphen - 2011-2012-2013)

Études vibratoires (D2S - 2012-2013)

Études des risques industriels

Études de dangers des installations à risques au niveau de la ligne existante au Nord de Toulouse (Assystem - 2012)

Études géologiques et géotechniques

Études géotechniques réalisées en étape 2 (ETI Environnement, Fugro, Fondasol, Geotec, Ginger - CEBTP)

Études hydrogéologiques

Études hydrogéologiques (Antea - Calligée - 2012-2014)

Études hydrauliques

Études grande hydraulique (Artélia - 2012)

Études petite et moyenne hydraulique (Egis – 2012/2013)

Études du milieu naturel

Étude de milieu naturel de l'aménagement de la ligne existante au Nord de Toulouse (Biotope 2011)

Études écologiques de la section des lignes nouvelles Bordeaux-Bruch et de la ligne existante au Sud de Bordeaux (2010-2013) :

- Flore / habitats, amphibiens / reptiles, oiseaux (Biotope) ;
- Invertébrés (Écosphère) ;
- Mammifères (Écosphère - GREGE - LPO Aquitaine) ;
- Faune aquatique (Hydrosphère).

Études écologiques de la section des lignes nouvelles Bruch-Toulouse (2010-2013) :

- Flore / habitats (Ecosphère - IEA) ;
- Invertébrés, amphibiens / reptiles (OGE) ;
- Mammifères (Asconit - Ecotone - GREGE - Eko-Logic) ;
- Oiseaux (Asconit - Ecotone - AROMP) ;
- Faune aquatique (Asconit).

Études écologiques de la section des lignes nouvelles Sud Gironde-Dax (2010-2013) :

- Flore / habitats (BKM) ;
- Invertébrés, amphibiens / reptiles (Biotope) ;
- Mammifères (Écosphère - GREGE - GCA - LPO Aquitaine) ;
- Oiseaux (Écosphère - LPO Aquitaine) ;
- Faune aquatique (Asconit).

Étude trames verte et bleue (Biotope - 2012)

Etudes écologiques sur la ligne nouvelle Bordeaux – Toulouse (2023-2024) :

- Section 1 : Bordeaux / Agen ouest :
 - Habitats / flore (Biotope, Naturalia, Gagéa) ;
 - Faune terrestre et semi-aquatique (Biotope, Naturalia, GRGE, SCEA l'Étang) ;
 - Avifaune / chiroptères (Ecosphère, Exen) ;
 - Faune aquatique (Aquabio) ;
- Section 2 : Agen ouest / Toulouse :
 - Habitats / flore (Biotope, Gagéa, Marsiléa) ;
 - Faune terrestre et semi-aquatique (Biotope, Naturalia, GRGE, SCEA l'Étang) ;
 - Avifaune / chiroptères (Biotope, Naturalia) ;
 - Faune aquatique (Hydrosphère, Artemis).
- Synthèse des expertises faune/flore 2023/2024 – mars 2025 - Biotope

Synthèse des enjeux connus de biodiversité sur les tronçons Sud Gironde – Dax et Dax – Espagne (2024) – Biotope (étude bibliographique)

Étude de délimitation et caractérisation des zones humides (AMONia, 2024)

Études d'archéologie et du patrimoine historique

Études archéologiques (Hadès - 2011)

Définition des modalités d'exécution et de contrôle des études archéologiques préliminaires (DRAC Midi-Pyrénées – 2010)

Définition des modalités d'exécution et de contrôle des études archéologiques préliminaires (DRAC Aquitaine – 2010)

Études paysagères et architecturales et maquette 3D des aménagements

Études paysagères et architecturales :

- Diagnostic des macro-entités paysagères et sensibilités des enjeux (Setec) ;
- Diagnostic des entités paysagères et enjeux liés au passage de l'infrastructure et recherche des fuseaux potentiels de 1 000 m (Egis et Soberco : octobre 2009 - janvier 2010) ;
- Ligne de traitement Paysager et Architectural (Setec -Décembre 2010) ;
- Approfondissement de l'état initial sur l'ensemble du tracé et sur les zones d'enjeux identifiés et diagnostic paysager global au 1/25 000 (Egis / Inexia-Arcadis-Soberco : août à décembre 2010) ;
- Étude paysagère des aménagements de la ligne existante au Nord de Toulouse (Agence Turbines 2011) ;
- Étude paysagère des lignes nouvelles et de l'aménagement ferroviaire au Sud de Bordeaux (Egis, 2012-2013).

Études de modélisation 3 D :

- Maquette 3D des projets ferroviaires des lignes nouvelles et des aménagements ferroviaires de la ligne existante au Sud de Bordeaux (Komenvoir, PROIN 3D, FIT Conseil – GéoVision Avenir-2013) ;
- Maquette 3D de l'aménagement ferroviaire au Nord de Toulouse (Infographie Lecarpentier) ;
- Carte de visibilité / perceptions visuelles.

Figure 118: Extrait de la maquette 3D (Source : Komenvoir)



7.2. La méthode de conception environnementale

Les projets techniques évalués par la présente étude ont été élaborés suivant une méthode de travail précise, plaçant l'environnement et la concertation au cœur de la conception.

Inspirée par la démarche « Éviter, Réduire, Compenser », elle constitue le socle de l'étude d'impact, et fait partie intégrante des méthodes d'évaluation des effets de ce projet.

La conception environnementale des opérations ferroviaires a placé la logique d'évitement au cœur de la méthode. Elle a reposé sur la connaissance des territoires et son partage avec les acteurs locaux. Elle a permis d'aboutir à un fuseau de moindres enjeux, puis à un tracé optimisé. En concertation avec les partenaires locaux, la conception environnementale du projet se veut respectueuse des territoires desservis et de l'ensemble des enjeux qui les composent.

7.2.1. Les spécificités de la méthode

La conception des opérations ferroviaires est assurée selon une logique qui place la technique au service des enjeux environnementaux et fonctionnels. SNCF Réseau a fait le choix de privilégier le recensement, la hiérarchisation et l'évitement des enjeux et impacts environnementaux dans le respect des fonctionnalités ferroviaires et la maîtrise des coûts de construction et d'exploitation des projets.

Placer l'environnement au cœur du projet a permis de répondre à plusieurs préoccupations :

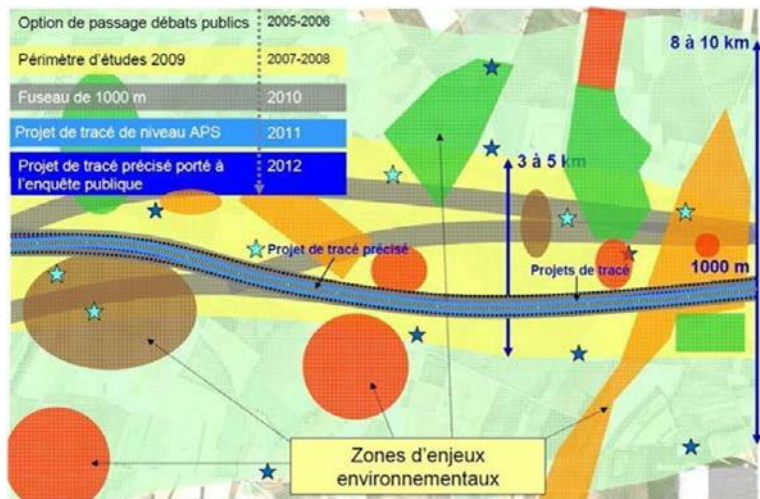
- Étudier un périmètre vaste composé de territoires divers et pouvant aller initialement jusqu'à 10 km de large ;
- Disposer d'une méthode applicable à l'ensemble de l'aire d'étude, quelles que soient les particularités des territoires ;
- Comparer des enjeux nombreux et de natures différentes ;
- Permettre une élaboration concertée des projets ferroviaires, rythmée par des temps de contribution et de recueil des avis des participants.

Cette méthode a été appliquée de manière homogène et uniforme sur l'ensemble des territoires, et en continu au fil des différentes étapes d'élaboration des études.

L'historique des études et méthodes de conception des projets ferroviaires dans les étapes antérieures à l'étude d'impact, est présenté dans le volume 3 de la présente étude d'impact.

La démarche de progressivité des études de conception, depuis les options de passage des débats publics jusqu'à la définition du projet de tracé proposé à l'enquête publique, est résumée par le schéma théorique suivant :

Figure 119: Schéma présentant les étapes de progressivité des études (Source : SNCF Réseau, 2009)



Dès les études préparatoires des débats publics, SNCF Réseau s'est fixé les principes suivants qui ont guidé la conception environnementale du GPSO tout au long de l'élaboration des opérations ferroviaires le constituant :

- Protéger et pérenniser les activités économiques notamment agricoles, viticoles et sylvicoles, et limiter les emprises foncières ;
- Rechercher la meilleure intégration des ouvrages dans les territoires qu'ils irriguent, avec le souci permanent de s'éloigner des zones habitées et de minimiser les nuisances acoustiques ;
- Prendre en compte les situations remarquables (reliefs, vallées marquées, massifs forestiers, paysages agri-viticoles et sylvicoles...) et contribuer à leur valorisation ;
- Limiter les effets de coupure et la fragmentation des territoires, en privilégiant la continuité des circulations et, dès que possible, le rapprochement avec des infrastructures existantes en cours d'études ou de construction ;
- Mettre en place les mesures nécessaires pour prendre en compte les enjeux des territoires et accompagner les projets émergents ;
- Protéger et préserver les milieux naturels et les corridors écologiques, tant en phase travaux qu'en phase d'exploitation ;
- Prendre en considération les écosystèmes et veiller au maintien de leur équilibre ;
- Prendre en compte les questions de sécurité incendie, particulièrement dans la traversée des massifs boisés (forêts des Landes de Gascogne).

Préalablement à la recherche du tracé, les enjeux environnementaux humains et naturels ont été recueillis et analysés en concertation avec les acteurs et gestionnaires des territoires.

Ces principes ont été confortés et complétés par le Ministre d'État chargé des Transports au moment de l'approbation du fuseau préférentiel :

- Élaborer un tracé respectueux de l'environnement humain, particulièrement pour le bâti, et rechercher les meilleures conditions d'insertion des lignes nouvelles ;
- Porter une attention particulière au règlement de l'impact du bruit ferroviaire, à l'insertion des ouvrages d'art, notamment dans le cadre d'une vision globale de la préservation des paysages, ainsi qu'à l'impact du projet pour la gestion des ressources en eau ;
- Garantir la pérennité et la préservation des vignobles, particulièrement des exploitations situées en zone d'appellation d'origine contrôlée (AOC) et à proximité du projet de lignes nouvelles.

La définition des projets a été menée sous trois aspects complémentaires, dans l'esprit de la **démarche « Éviter, Réduire, Compenser »**, initiée par le Grenelle de l'environnement et globalement imposée par la réglementation relative aux zones naturelles :

- L'évitement (*Éviter*) ; cette étape consiste à éviter les enjeux environnementaux identifiés lors des phases de recensement des enjeux ;
- Si l'évitement n'est pas possible, la réduction de l'impact par des mesures constructives du projet ou des éléments d'accompagnement (*Réduire*) ;
- Une fois l'impact réduit au minimum, la compensation des effets résiduels lorsque les mesures de suppression et de réduction sont insuffisantes (*Compenser*).

Élément structurant des étapes précédentes 1 et 2 des études de la phase 1 du GPSO, cette logique d'évitement a participé, en lien avec la concertation, à la conception de fuseaux, puis de tracés, présentant le moins d'enjeux environnementaux.

La connaissance des territoires s'est affinée en tenant compte des zones présentant des enjeux environnementaux relatifs aux milieux humain, physique, naturel et biologique, au paysage et au patrimoine, à éviter par la future infrastructure. L'aire d'inscription et la géométrie du tracé ont été ajustées de façon progressive en prenant également en considération le respect des services et performances assignés aux projets ferroviaires. Enfin, la conception des projets a recherché l'optimisation des coûts de construction et d'exploitation de l'infrastructure ferroviaire, afin de conserver son utilité sociale au regard de son coût.

7.2.2. La première étape : la définition d'un fuseau

7.2.2.1. Acquérir une connaissance fine des enjeux environnementaux des territoires concernés

La mise en œuvre de la logique d'évitement passe par une connaissance exhaustive et précise des territoires que les projets doivent prendre en compte et éviter. Le travail de recensement des enjeux constitue un préalable à toute étude technique du projet et une étape fondamentale dans la compréhension des territoires.

Ce travail de recensement n'est pas mené une fois pour toutes au lancement des études. Il se déroule en continu, et accompagne l'évolution de l'aire d'étude. À chaque fois que celui-ci se précise, l'échelle du travail de collecte des données est affinée, et son niveau de précision est croissant.

La représentation des enjeux environnementaux et le respect des fonctionnalités constituent la pierre angulaire de la définition de l'aire d'étude.

Les enjeux environnementaux ont été répartis selon quatre thèmes principaux dans une grille d'évaluation des enjeux :

- Les enjeux liés au milieu humain ;
- Les enjeux liés au milieu physique ;
- Les enjeux liés au milieu naturel et biologique ;
- Les enjeux paysagers, patrimoniaux et archéologiques.

Une collecte des données illustrant chaque enjeu de la grille et caractérisant ainsi les territoires de l'aire d'étude a été réalisée en amont de l'analyse de la recherche de fuseaux de passage potentiels. Elle s'est ensuite poursuivie en continu en partage avec les acteurs locaux.

La collecte des données s'est appuyée sur des tableaux précisant pour chaque thème de l'environnement, les informations recherchées, la (ou les) source(s) de ces informations, les dates de consultation et de réponse des organismes contactés, la nature des informations obtenues, complétée éventuellement par un commentaire. Il est à noter que la collecte des données initiales a été actualisée et complétée au cours des deux étapes suivantes, avec un degré de précision croissant : des informations non recherchées en étape 1, car non pertinentes compte tenu de l'échelle de travail, ont été recherchées au cours des étapes suivantes 2 et 3.

Ces données ont été collectées auprès des acteurs ayant une bonne connaissance de chacun des thèmes :

- Services de l'État et des collectivités locales : Conseils régionaux, Conseils généraux, communes et intercommunalités, préfectures, services déconcentrés de l'État ;
- Chambres consulaires : Chambres d'Agriculture, Chambres de Commerce et d'Industrie... ;
- Organismes et établissements publics : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), Agence de l'Eau Adour Garonne, Conservatoires botaniques, Conservatoire du Littoral, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)... ;
- Sociétés privées : concessionnaires des réseaux, professionnels de la sylviculture et de la viticulture... ;
- Associations locales ;
- Syndicats professionnels et fédérations (chasse, pêche, randonnée...).

Elles ont fait l'objet d'échanges avec les acteurs de la concertation pendant tout le processus d'études.

Figure 120: Réunion de concertation en 2009 (Source SNCF Réseau)



La liste des critères utilisés en étape 1 pour la collecte des données a été organisée par grandes thématiques (qui sont déclinées en sous-thèmes) :

- Environnement humain ;
- Environnement physique ;
- Environnement naturel et biologique ;
- Environnement paysager et patrimoine culturel et touristique.

Les éléments listés dans cette grille ont permis de caractériser le territoire tout au long des étapes 1 à 3, de 2009 à 2013. Tous ces enjeux ont été recherchés et analysés pour établir l'état initial de l'étude d'impact présentée en 2014.

La liste des critères utilisés figure sous forme de tableaux en pages suivantes. Afin de mieux comprendre l'articulation entre l'étape 1 et l'étape 2 des études, les tableaux présentés ci-après sont ceux consolidés pour l'étape 2, à partir des critères de l'étape 1 :

- Les critères présentés en noir sont les critères retenus en étape 1 ;
- Les critères présentés en vert sont ceux recueillis pour l'étape 2.

Tableau 22: Liste des critères retenus et sources des données (Source : Egis)

Environnement humain		
Population et habitat		
Typologie du bâti	■ Habitat isolé ■ Zone d'habitat diffus ■ Hameaux ■ Cimetière	■ Bd Carto ■ Photographies aériennes ■ Ortho photo
Population sensible	Bâtiments sensibles isolés ou en périphérie de zones urbanisées : ■ Établissement de santé (hôpitaux, etc.) ■ Maisons de retraite ■ Établissement accueillant des enfants (crèches, écoles primaires, lycées...)	■ Bd Carto ■ Communes
Équipements publics	Bâtiments publics communaux : ■ Aire d'accueil des gens du voyage ■ Station d'épurations (STEP) et/ou lagunage en projet ■ Équipements publics intercommunaux ■ Déchetterie - plateforme de tri ■ Centre d'enfouissement technique (CET) en activité ■ Station d'épuration (STEP), lagunage ■ Usine d'incinération des déchets ■ Équipement de traitement des eaux ■ Château d'eau ■ Bassin d'orage	■ Communes ■ Intercommunalités ■ Syndicat de bassin versant ■ DDASS

Environnement humain		
	- Usine d'incinération des déchets - Déchetterie - plateforme de tri	
Documents d'urbanisme supracommunaux (SD/SCoT) et communaux	- Zone de loisirs - ER des communes - Zone NA des POS et AU des PLU - Espace Boisé Classé - Alignements d'arbres classés - Emplacements réservés autres que pour projet LGV à destination des collectivités et de l'État - Parcelles sanctuarisées	- Intercommunalités - Bd Carto
Servitudes	- Halage / marchepied - Servitude de cimetière - Servitude aéronautique - Servitude aérodrome - Servitude électromagnétique - Servitude militaire	- VNF - Communes - Aérodrome de Dax - DGA
Réseaux structurants	- Réseau FT (longue distance) - Ligne HT/THT - Gazoduc - Oléoduc - Aqueduc	- France télécom - EDF/GDF - DDASS - DDI - Concessionnaires de réseaux
Infrastructures de transports		
Infrastructures de transport	- Itinéraires de convois exceptionnels et itinéraires grands gabarits - Itinéraires bois rond - Routes ou projets routiers avec trafic > 25 000 véhicules/jour - Routes ou projets routiers avec trafic compris entre 10 000 et 25 000 véhicules/jour - Autres voiries - Voies ferrées, autoroutes et aménagements connexes, voies rapides et 2x2 voies ou projets - Aires de service - Transport de matières dangereuses - Voies navigables - Aérodrome - Aéroport - Gare en activité - Gare ferroviaire ou centre de tri en activité	- DDE - DDTM - Conseil Départemental - VNF - DRE
Activités commerciales et industrielles		
Activités industrielles et tertiaires	Zones d'activités : - Activités industrielles, commerciales existantes - Centres commerciaux (hypermarché, supermarchés) - Site industriel majeur (à définir)	CRCI
Énergie renouvelable	- Projet de ZDE (éolien) et projet photovoltaïque (projet, PC non pris) - Champ d'éoliennes, ZDE pris, centrales photovoltaïques	Préfectures
Industries sensibles	- ICPE (site isolé) soumise à déclaration - ICPE (industrielle ou agricole) soumise à autorisation (dont carrières en activités) - Périmètre de PPRT - Industrie classée SEVESO et centrale nucléaire	- DDSV - DRiRE - Préfectures - DIRECCTE

Environnement humain		
Activités agricoles	- Parcelles équipées drainage/irrigation - Pompage agricole (voir critère hydro) - Siège d'exploitation agricole avec habitation et/ ou unité de production - Réserves SAFER - Parcelles irriguées par des pivots d'irrigation - Équipement de stockage et de transformation (stations fruitières, silos, coopératives) - Siège d'exploitation agricole avec habitation et/ ou unité de production - Périmètre de réaménagement foncier acté ou en cours - Chemins d'exploitation	- Chambres d'agriculture - Études spécifiques agriculture
	- Siège sans habitation ni unité de production - Aire de cultures sous contrat - Polyculture et grandes cultures - Parcelle d'épandage - Parcelle drainée - Agriculture et élevage AOC - Élevage en indication Géographique Protégée (iGP ou labellisé) - Agriculture à haute valeur ajoutée (arboriculture dont productions fruitières, horticulture, production maraîchère) - Culture biologique (label)	- Chambres d'agriculture - INAO - Études spécifiques agriculture
Viticulture	- Équipement majeur de stockage et de transformation (chais, pressoirs, coopératives) - Siège d'exploitation agricole (château et cru) avec habitation et/ou unité de production - Parcelles en zones AO non plantés - Vignobles non AO (Appellation d'origine) - Parcelles en culture biologique - Parcelles AOC	- INAO - Études spécifiques viticoles
Sylviculture/ Foresterie	- Crastes - Activités de transformation du bois (scieries...) - Pépinière forestière - Siège d'exploitation - Maison forestière	- SDIS - Études spécifiques sylviculture
	- Parcelles forestières de production - Parcelles forestières dotées d'un document de gestion - Parcelles forestières expérimentales - Parcelles (dont l'âge des boisements est à définir) pour préciser l'incompatibilité à l'échéance de réalisation du projet	- ONF - DDTM - Études spécifiques sylviculture

Environnement physique		
Les risques naturels		
Risque de feu de forêt/ Lutte contre l'incendie	- Commune incluse dans le périmètre d'un Plan de Prévention des Risques de Feux de Forêt (PPRF) en projet - Commune incluse dans le périmètre d'un Plan de Prévention des Risques de Feux de Forêt (PPRF) acté - DFCI - Stockage eau pour lutter contre les incendies - Postes de secours	- SDIS - DDEA - DDTM

Environnement physique		
Risques géologiques-sismicité (classement)	Aléa faible Aléa modéré Aléa fort Présence de cavités naturelles ou anthropiques	DDEA DDE DDTM BRGM
Risques d'inondation	Zone blanche des Plans de Prévention des Risques d'inondation (PPRI) Zone Jaune des PPRI Zone orange ou Bleue des PPRI Champs d'inondations Zone Rouge des PPRI	DDEA DDE DDTM
Risques de mouvements de terrain (source BRGM)	Risques de mouvements de terrain Mouvements de terrain connus et localisés Zones à forts risques de mouvements de terrain répertoriés aux PPRMT	DDTM BRGM
À définir risques géotechniques		
Le milieu physique		
Vulnérabilité de la ressource en eau	Ressource peu vulnérable (à définir) Ressource moyennement vulnérable (à définir) Ressource fortement vulnérable (à définir)	DDASS Agence de l'eau
Hydrologie	Cours d'eau hors SAGE avec objectif d'atteinte de bon état des eaux en 2015 Cours d'eau en SAGE avec objectif d'atteinte de bon état des eaux en 2015 Cours d'eau en SAGE avec risque de non atteinte de bon état des eaux en 2015 Affluent direct de cours d'eau à enjeu très fort au niveau du SDAGE Usages récréatifs : baignade, nautisme Pisciculture Deuxième catégorie piscicole Première catégorie piscicole Cours d'eau axeigrateurs Cours d'eau réservoir biologique Cours d'eau à très bon état écologique ZAP anguille Décret frayère appliqué sur les cours d'eau	Agence de l'eau ONEMA Institution Adour
Captages d'alimentation d'eau et périmètres de protection	Captages AEP Périmètre de protection immédiat et rapproché au captage Périmètre de protection éloigné des captages AEP Équipement de transport et de stockage des eaux Captage d'eau minérale et leur périmètre de protection Usine de traitement d'eau potable	DDASS Agence de l'eau

Environnement naturel et biologique		
Protections réglementaires	ZNIEFF type 2 (validée ou en cours de validation) ZNIEFF type 1 (validée ou en cours de validation) Parc Naturel Régional (PNR) (hors sites Natura 2000, ZNIEFF, etc.) Sites soumis au décret Frayère (à voir si inventaire plus complet par rapport étape 1) Site Natura 2000 ZICO Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) Réserve naturelle Site Ramsar (validé ou en projet) Zones vertes et bleues du SDAGE Site acquis par le Conservatoire du Littoral et des Espaces Lacustres ou le conservatoire Régional des Espaces Naturels dans un but de conservation Corridors écologiques (trames verte et bleue) ZAP Anguille	DRE DREAL Conservatoire du Littoral PNR
Zones d'inventaire		
Milieux remarquables	Réserve de chasse Espaces Naturels Sensibles (ENS) ENS remarquables Zones humides (hors Ramsar) Site et corridors d'intérêt écologique moyen * Site et corridors d'intérêt écologique fort * Site et corridors d'intérêt écologique très fort * Zones actives de compensation de projets Présence connue d'habitats et d'espèces d'intérêt communautaire * Présence connue d'habitats et d'espèces protégées* Sites particuliers inventoriés*	Fédération de chasse Conseil départemental Fédération de pêche DDEA DDTM CREN Conservatoire botanique Etudes spécifiques écologiques Concessionnaire d'autoroutes

Environnement paysager et patrimoine culturel et archéologique		
Paysage		
Qualité des ensembles paysagers / Ambiances	Paysage agricole de rase campagne et/ou couvert forestier mono spécifique Couvert forestier à valeur d'écran Ensemble d'ambiance homogène Ensemble paysager d'ambiance homogène et de grande qualité Ensemble paysager emblématique	Conseil départemental Investigations terrain
Expositions et dégagements visuels / Perceptions	Secteur isolé Couvert forestier à valeur d'écran Paysage semi-couvert, avec présence de bâtis, diffuse Paysage ouvert, présence urbaine diffuse Secteur très exposé : co-visibilités riveraines directes	Investigations terrain Études spécifiques paysagères
Patrimoine culturel et archéologique - Tourisme et loisirs		
Patrimoine historique et culturel	Bâti patrimonial d'intérêt local Site d'intérêt local Périmètre de protection de 500 m d'un monument inscrit Périmètre de protection d'un monument historique classé	DRAC DRAF SDAP

Environnement paysager et patrimoine culturel et archéologique		
	- Monument historique inscrit - Site inscrit - Monument historique classé - Site classé - ZPPAUP - Alignements d'arbres remarquables - Points de vue et panoramas de grande qualité - Points de vue et panoramas emblématiques	
Vestige archéologique	- Zone à faible sensibilité (découverte isolée) - Zone à fort potentiel de vestige archéologique - Zone/vestige archéologique sensibilité forte - Zone/vestige archéologique fortement sensible (autre que ceux classés MH)	- DRAC - Études spécifiques archéologiques
Circuit/ itinéraire de promenade et de randonnée	- Randonnée équestre - Randonnée pédestre - VTT (chemins non-inscrits aux autres titres) - Voie verte (hors GR, PR et PDIPR) - Itinéraire de grande randonnée (GR) - Itinéraire de petite randonnée (PR) - Chemin inscrit ou en cours d'inscriptions au PDIPR - Chemin de Saint-Jacques-de-Compostelle	Comité départemental de tourisme
Sites et équipements touristiques	- Hébergements touristiques labélisés : → Gîte, hôtel → Visite à la ferme → Camping - Équipement de sport et de loisir importants (golf, complexe hôtelier, centre de congrès, etc.) - Site touristique majeur : → Parc animalier et zoo - Parc/jardin ouvert au public	- Comité départemental de tourisme - Communes intercommunalités
Les activités de chasse et de pêche	- Équipements pour activités halieutiques - Installation de chasse (plantes, palombière, mares de tonnes)	- Fédération de Pêche - Fédération de Chasse

7.2.2.2. Qualifier et hiérarchiser les enjeux

La collecte des données environnementales au sein des différents aires d'étude a été accompagnée, pour chaque phase, par un travail de qualification et de hiérarchisation des enjeux ainsi identifiés. L'application du principe d'évitement implique en effet d'effectuer un travail préalable d'identification du niveau de sensibilité des enjeux.

Un travail collaboratif de qualification et de hiérarchisation des enjeux a été réalisé au cours de la concertation entre SNCF Réseau, les services de l'État et acteurs locaux.

La qualification des enjeux s'est faite sur la base de quatre niveaux, qui sont, par ordre croissant :

- Faible ;
- Moyen ;
- Fort ;
- Très fort.

La hiérarchisation des critères sur ces quatre niveaux d'enjeux s'est faite sur la base d'éléments reconnus discriminants par les spécialistes et les services de l'État (retour d'expérience, validité scientifique et factuelle...) et partagés en concertation. Les enjeux ainsi hiérarchisés sont classés dans une grille d'analyse multicritères environnementale.

Les éléments listés dans cette grille ont permis de caractériser le territoire tout au long des étapes 1 à 3, de 2009 à 2013. Tous ces enjeux ont été hiérarchisés pour établir l'état initial de l'étude d'impact.

La grille d'analyse multicritères environnementale est présentée sous forme de tableaux en pages suivantes. Afin de mieux comprendre l'articulation entre l'étape 1 et l'étape 2 des études, les tableaux présentés ci-après sont ceux consolidés pour l'étape 2, à partir des critères de l'étape 1 :

- Les critères présentés en noir sont les critères retenus en étape 1 ;
- Les critères présentés en vert sont ceux recueillis pour l'étape 2 ;
- Les critères présentés en gras sont ceux retenus pour la comptabilisation de la note des enjeux.



Thèmes/Enjeux	Faibles	Moyens	Forts	Très forts
Environnement humain				
Population et habitat				
Typologie du bâti	■ Habitat isolé	■ Zone d'habitats diffus	■ Hameaux	■ Zone d'habitat dense (quartiers, bourgs, ...)
Équipements publics	/	■ Aire d'accueil des gens du voyage ■ Station d'épuration (STEP) en projet ■ Bassin d'orage	■ Usine d'incinération des déchets ■ Centre d'enfouissement technique (CET) en activité ■ Déchetterie, plateforme de tri ■ Station d'épuration (STEP)	■ Bâtiments sensibles : → Établissement de santé (hôpitaux, ...) → Maison de retraite → Établissement accueillant des enfants (crèche, école primaire, lycée...) ■ Cimetière
Documents de planification du territoire - Urbanisme				
Documents d'urbanisme supra-communaux (SD / SCoT) et communaux	/	■ Zone de loisirs ■ ER pour communes	■ Zone d'urbanisation future (des POS et AU des PLU) ■ Emplacement réservé (autre que pour projet de ligne nouvelle) à destination de la collectivité ou de l'État ■ Espace boisé classé ■ Alignement d'arbres classés	■ Parcelle sanctuarisée
Servitudes	/	■ Servitude réseau utilité publique	■ Servitude aéronautique ■ Servitude aérodrome ■ Servitude électromagnétique ■ Servitude militaire ■ Servitude de cimetière	/
Réseaux structurants	■ Réseau FT (longue distance)	/	■ Ligne HT/THT ■ Gazoduc ■ Oléoduc	/
Infrastructures de transport				
Infrastructures de transport	■ Autre voirie	■ Itinéraire de convois exceptionnels et grands gabarits ■ Route ou projet routier avec trafic compris entre 10 000 et 25 000 véhicules/jour	■ Voie ferrée ■ Autoroute et aménagements connexes, voie rapide et 2x2 voies (existante ou en projet) ■ Aire de service ■ Route ou projet routier avec trafic supérieur à 25 000 véhicules/jours ■ Transport de matières dangereuses ■ Voie navigable	■ Aérodrome ■ Aéroport ■ Gare ferroviaire ou centre de tri en activité ■ Gare de péage autoroutier
Activités industrielles et tertiaires				
Activités industrielles et tertiaires	/	■ ICPE (site isolé) soumise à déclaration	■ Zone d'activités : → Centre commercial (hypermarché, supermarché, ...), → Activité industrielle, artisanale, commerciale existante ■ ICPE (industrielle ou agricole) soumise à autorisation (dont carrière en activité) ■ Périmètre de PPRT	■ Site industriel ou d'activités majeures (avec infrastructure lourde associée) ■ Industrie classée SEVESO
Énergie renouvelable	/	■ Projet sde ZDE (éolien) et projet photovoltaïque	■ ZDE et centrale photovoltaïque (permis de construire approuvé)	■ Champs d'éoliennes et centrale photovoltaïque

Thèmes/Enjeux	Faibles	Moyens	Forts	Très forts
Environnement humain				
Activités agricoles, sylvicoles et viticoles (¹)				
Activité agricoles	/	- Siège sans habitation ni unité de production (stockage seul) - Aires de cultures sous contrat - Polyculture et grandes cultures - Parcelle drainée : → Drainage agricole dont craste, → Réseau d'irrigation et de drainage (ASA : Associations Syndicales Autorisées) - Parcelle d'épandage	- Agriculture et élevage AO - Agriculture et élevage en IGP (Indication Géographique Protégée) ou labellisé - Équipement majeur de stockage et de transformation (station fruitière, silos, coopérative, ...) - Parcelle irriguée par des pivots d'irrigation	- Siège d'exploitation agricole avec habitation et/ou unité de production - Parcelle agricole en culture biologique (label) - Parcelle agricole à haute valeur ajoutée (arboriculture dont production fruitière, horticulture, production maraîchère) - Périmètre de réaménagement foncier (acté ou en cours)
Viticulture	/	- Parcelle en zone AO non plantée - Vignoble non AO	Équipement majeur de stockage et de transformation (chais, pressoir, ...)	- Siège d'exploitation viticole avec habitation et/ou unité de production (coopérative...) - Parcelle viticole en culture biologique - Parcelle viticole AO plantée - Parcelle « raisins de table »
Sylviculture / Foresterie	/	- Parcelle forestière de production - Craste	- Pépinière forestière - Maison forestière - Parcelle forestière dotée d'un document de gestion durable - Parcelle forestière expérimentale	Activité de transformation du bois (scierie...)



Thèmes/Enjeux	Faibles	Moyens	Forts	Très forts
Environnement physique				
Les risques naturels				
Risques de feu de forêt Lutte contre incendie	Commune incluse dans un PPRF (périmètre d'un Plan de Prévention des Risques Feux de Forêt) en projet	/	- Commune incluse dans un PPRF (périmètre d'un Plan de Prévention des Risques Feux de Forêt) acté - Piste pour la lutte et la protection contre les incendies - Réserves d'eau pour la lutte et la protection contre les incendies - Poste de secours pour la lutte et la protection contre les incendies	/
Risques géologiques - sismicité (classement)	Aléa faible	Aléa modéré	Aléa fort	/
Risques d'inondation	Zone blanche des PPRI (Plans de prévention des Risques inondation)	Zone jaune des PPRI	- Zone orange ou bleue des PPRI - Champs d'inondations (si absence de PPRI)	Zone rouge des PPRI
Risques de mouvement de terrain (source BRGM)	Mouvements et risques de retrait-gonflement argiles et érosion de berges	- PPRMT (risque faible) - Mouvement et risques de glissement (y compris coulées, chute de blocs, éboulements)	/	/
Le milieu physique				
Vulnérabilité des eaux souterraines (source BRGM)	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité très forte
Hydrologie / Hydro écologie	/	- Site d'activités nautiques et de baignade - Pisciculture	- Cours d'eau ou plan d'eau avec objectif d'atteinte de bon état des eaux en 2015, 2021 ou 2027 - Affluent direct de cours d'eau à enjeu très fort au niveau du SDAGE	Cours d'eau à très forts enjeux selon le SDAGE (axe migrateur, réservoir biologique, très bon état écologique)
Alimentation en eau	/	Forage ou pompage agricole ou industriel	- Périmètre de protection éloigné de captages AEP - Château d'eau	- Captages AEP - Périmètre de protection immédiat et rapproché du captage - Usine de traitement d'eau potable - Aqueduc - Captage d'eau minérale et leur périmètre de protection

Thèmes/Enjeux	Faibles	Moyens	Forts	Très forts
Environnement naturel et biologique				
Protections réglementaires et Zones d’inventaires				
Protections réglementaires	/	/	/	■ Arrêté préfectoral de Protection de Biotope (APPB) ■ Réserve naturelle régionale ou nationale (validée ou en projet) ■ Site Ramsar (validé ou en projet)
Protections contractuelles	/	/	■ Parc Naturel Régional (PNR) (hors sites Natura 2000, ZNIEFF, ...)	■ Site Natura 2000
Inventaires patrimoniaux	/	■ ZNIEFF Type 2 (validée ou en cours de validation)	■ ZNIEFF Type 1 (validée ou en cours de validation) ■ ZICO	/
Documents de planification	/	/	■ Site soumis au décret Frayère ■ ZAP anguille	■ Site acquis et/ou géré par e Conservatoire du Littoral et des Espaces Lacustres ou les Conservatoires Régionaux des Espaces Naturels dans un but de conservation ■ Trame verte et bleue (SRCE)
Milieux remarquables				
Sous gestion	/	■ Espace Naturel Sensible (ENS) ■ Réserve de chasse	■ Zone de compensation de projet (démarche en cours)	■ Zone humide (hors Ramsar) ■ ENS remarquable ■ Zone de compensation de projet (procédure aboutie)
En cours d’inventaire GPSO (²)	/	■ Site et corridor d’intérêt écologique moyen (au moins une espèce de faune ou flore)	■ Site et corridor d’intérêt écologique (au moins une espèce de faune ou flore)	■ Site et corridor d’intérêt écologique très fort (au moins une espèce faune et flore)



Thèmes/Enjeux	Faibles	Moyens	Forts	Très forts
Environnement paysager et patrimoine culturel et archéologique				
Qualité des ensembles paysagers Ambiances ⁽³⁾	Paysage agricole de rase campagne Couvert forestier mono spécifique	Ensemble d'ambiance homogène	Ensemble paysager d'ambiance homogène et de grande qualité	Ensemble paysager emblématique
Expositions et dégagements visuels / Perceptions ⁽³⁾	Paysage agricole de rase campagne sans bâti Couvert forestier à valeur d'écran Site déjà dégradé (bâti industriel et infrastructures)	Paysage semi-ouvert, avec présence de bâtis diffuse	Paysage ouvert, présence urbaine diffuse	Secteur très exposé : co-visibilités riveraines directes
Patrimoine culturel et archéologique - Tourisme et loisir				
Patrimoine historique, culturel et paysager	Bâti patrimonial d'intérêt local Site d'intérêt local	/	Périmètre de protection d'un monument historique classé ou inscrit (acté ou en cours) Site inscrit (acté ou en cours) Alignement d'arbres remarquables (hors POS et PLU) Point de vue et panorama de grande qualité	Monument historique classé ou inscrit (acté ou en cours) Site classé (acté ou en cours) ZPPAUP Point de vue et panorama emblématiques
Vestige archéologique	Zone à faible potentiel de vestige archéologique (découverte isolée)	Zone et vestige archéologique à potentiel moyen	Zone et vestige archéologique à fort potentiel	Zone et vestige archéologique à très fort potentiel (non classé MH)
Circuit / itinéraire de promenade et de randonnée	/	Voie verte (hors GR, PR et PDIR)	Chemin inscrit ou en cours d'inscription au PDIR et/ou Chemin de Saint-Jacques- de-Compostelle	/
Sites et équipements touristiques	/	Hébergement touristique : → Gîte labélisé, hôtel, → Camping Équipement pour activité halieutique (hors pisciculture) Installation de chasse (pantes, palombière, mare de tonnes)	Équipement de sport et de loisir important (golf, complexe hôtelier, centre de congrès...)	Site touristique majeur : → Parc animalier et zoo → Parc ou jardin ouverts au public

Tableau 23: Définition détaillée des critères des thèmes agricoles, sylvicoles et viticoles

Enjeux agricoles	Définitions
Siège sans habitation ni unité de production (stockage seul)	Siège d'exploitation sans habitation ni unité de production, mais avec une unité de stockage (corps de ferme avec un siège d'exploitation et uniquement des bâtiments de stockage)
Aire de culture sous contrat	Unité homogène de production faisant l'objet d'une contractualisation. Entre en ligne de compte, aussi bien les contrats commerciaux (iAA, distribution, semences...) que tous les contrats concernant les mesures agro-environnementales (MAE, CtE, PHAE...)
Polyculture et grandes cultures	Unité homogène de production présentant au moment de la collecte, une surface en céréale, ou en oléo protéagineux, ou en prairie temporaire, ou toutes autres cultures industrielles Les légumes de plein champ entrent également dans cette définition. Sont donc exclus de cette définition les surfaces en culture pérenne (arboriculture, prairie permanente...) Les rotations n'étant pas collectées, il n'est pas possible d'identifier le cas particulier relativement rare des « petites parcelles » en monoculture qui ne s'inscrivent pas dans des termes « Polyculture / grandes cultures ». Ces cas particuliers apparaissent donc en « enjeux moyens »
Parcelle drainée Drainage agricole dont craste : Réseau d'irrigation et de drainage (Associations Syndicales Autorisées)	Unité homogène de production et/ou irriguée. Tous les types de drainage et d'irrigation sont inclus. Les Chambres d'Agriculture (CA) ayant collecté l'information sans distinction de type ; « parcelle drainée : oui/non, et parcelle irriguée : oui/non » ; les tables attributaires traduisent également l'information de cette manière. Les surfaces irriguées sous pivot sont également prises en compte
Parcelle d'épandage	Unité homogène de production pouvant potentiellement faire l'objet d'épandages d'effluents organiques. Cela regroupe à la fois l'épandage effectif et les surfaces potentielles d'épandage
Agriculture et élevage AO	Bâtiments de production et/ou de stockage ainsi que les unités homogènes de production exploitées en A (productions végétales et animales) Si l'information n'est pas disponible au bâtiment et/ou à l'unité homogène de production, mais uniquement à l'exploitation, il est pris en compte par extrapolation, l'ensemble des bâtiments et le périmètre de l'exploitation agricole concernés par l'AO
Agriculture et élevage en Indication Géographique Protégée (IGP) ou labellisé	Bâtiments de production et/ou de stockage ainsi que des unités homogènes de productions exploitées en IGP ou label (Productions Végétales et animales en LR...) Si l'information n'est pas disponible au bâtiment et/ou à l'unité homogène de production, mais uniquement à l'exploitation, il est pris en compte par extrapolation, l'ensemble des bâtiments et le périmètre de l'exploitation concernés par l'IGP ou un label

Enjeux agricoles	Définitions
	Le label Agriculture Biologique (AB) est inclus dans ce champ générique même s'il fait également l'objet d'un champ propre correspondant à un enjeu supérieur (enjeu très fort)
Équipement majeur de stockage et de transformation (station fruitière, silos, coopérative, ...)	Équipement qui apporte une notion de service ou de valeur ajoutée à différentes exploitations agricoles (lieux d'approvisionnement, de conditionnement, de dépôt, coopérative, entreprise de travaux agricoles, pont- bascule, CuMA...) Ce sont donc des bâtiments ou infrastructures qui ne sont pas rattachés directement à une exploitation agricole particulière Ces éléments sont collectés sur le fuseau élargi aux communes
Parcelle irriguée par des pivots d'irrigation	Surface agricole sous pivot d'irrigation (l'information « pivot d'irrigation » étant fourni par les CA sous forme de polygone, si ce n'est pas directement le cas, le polygone est construit en fonction du rayon et point de pivot
Siège d'exploitation agricole avec habitation et/ou unité de production	Siège d'exploitation avec habitation et/ou unité de production dans le même bâtiment ou à proximité immédiate (corps de ferme avec un siège d'exploitation ainsi qu'une habitation et/ou des bâtiments de production)
Parcelle agricole en culture biologique (label)	Unité homogène de production exploitée en AB Si l'information n'est pas disponible à l'unité homogène de production, mais uniquement à l'exploitation, il est pris en compte par extrapolation le périmètre de l'exploitation agricole où les productions AB sont identifiées Les bâtiments liés à la production AB non rattachés directement à un siège d'exploitation ne sont donc pas pris en compte en enjeux « très forts », mais en enjeux « forts » dans le champ « Agriculture et élevage en indication Géographique Protégée (IGP) ou labellisé »
Parcelle agricole à haute valeur ajoutée (arboriculture dont production fruitière, horticulture, production maraîchère)	Unités homogènes de production en arboriculture, horticulture, maraîchage, ou toutes autres productions spécifiques susceptibles de dégager une valeur ajoutée importante par rapport à la surface considérée
Périmètre de réaménagement foncier récent (acté ou en cours)	Périmètre des exploitations agricoles ayant fait l'objet de réaménagement foncier récent (remembrement, ...)

Tableau 24: Définition détaillée des sites et corridors d'intérêt écologique

Enjeux écologiques	Définitions
Sites et corridors d'intérêt écologique moyen	- Présence d'un habitat naturel assez rare, mais non menacé dans les régions considérées - Présence d'une espèce végétale assez rare et/ou quasi menacée dans les régions considérées - Présence d'une espèce animale assez rare et/ou quasi menacée dans les régions considérées - Site d'hivernage et/ou de halte migratoire réguliers avec des effectifs seuils en fonction des espèces et de leur rareté relative - Site de reproduction d'amphibiens avec des effectifs seuils de population et de diversité spécifique - Axe de migration de population de Crapaud commun ou de Grenouille agile de plus de 1 000 individus - Axe de déplacement d'intérêt régional (déplacement saisonnier) de la grande faune au sein de corridor écologique (cerf uniquement) - Corridor écologique d'une espèce animale assez rare et/ou quasi menacée dans les régions considérées - Gîte à chiroptères avec des effectifs seuils de population et de diversité spécifique - Présence d'un habitat naturel peu dégradé et bien caractérisé, non rare et non menacé dans les régions considérées - Présence d'espèces végétales peu fréquentes (assez communes à peu communes dans les régions considérées), caractéristiques d'habitats naturels peu dégradés - Présence d'espèces animales peu fréquentes (assez communes à peu communes dans les régions considérées) - Site d'hivernage et/ou de halte migratoire réguliers avec des effectifs seuils en fonction des espèces et de leur rareté relative - Site de reproduction d'amphibiens avec des effectifs seuils de population et de diversité spécifiques - Axe de migration de population de Crapaud commun ou de Grenouille agile comprise entre 100 et 1 000 individus - Axe de déplacement d'intérêt régional (déplacement saisonnier) de la grande faune au sein de corridor écologique (chevreuil + sanglier) - Corridor écologique d'une espèce animale peu fréquente (assez communes à peu communes dans les régions considérées) - Gîte à chiroptères avec des effectifs seuils de population et de diversité spécifique
Sites et corridors d'intérêt écologique fort	- Présence d'un habitat naturel rare et menacé dans les régions considérées - Présence d'un habitat inscrit à l'annexe i de la directives « habitats » en tant qu'habitat prioritaire ne relevant pas d'un enjeu très fort - Présence d'une espèce végétale et/ou menacée (vulnérable) dans les régions considérées - Présence d'une espèce végétale inscrite au Livre rouge national (tome 2, espèces à surveiller) ne relevant pas d'un enjeu très fort - Présence d'une espèce végétale inscrite au Livre rouge Midi-Pyrénées ne relevant pas d'un enjeu très fort - Présence d'au moins une espèce animale rare et/ou menacée (vulnérable) dans les régions considérées - Site d'hivernage et/ou de halte migratoire réguliers avec des effectifs seuils en fonction des espèces et de leur rareté relative - Site de reproduction d'amphibiens avec des effectifs seuils de population et de diversité spécifiques

Enjeux écologiques	Définitions
	- Axe de migration d'une espèce d'amphibien rare et/ou menacée (vulnérable) dans les régions considérées - Corridor écologique d'une espèce animale rare et/ou menacée (vulnérable) dans les régions considérées - Gîte à chiroptères avec des effectifs seuils de population et de diversité spécifique - Présence d'une espèce considérée comme remarquable au SdAGE Adour Garonne ne relevant pas déjà d'un enjeu très fort (et exceptées la Bouvière et la truite de mer d'enjeu moyen)
Sites et corridors d'intérêt écologique très fort	- Présence d'un habitat naturel très rare et très menacé dans les régions considérées - Présence d'un habitat inscrit à l'annexe i de la directive « Habitats » en tant qu'habitat prioritaire - Présence d'une espèce végétale très rare et/ou très menacée (en danger) dans les régions considérées - Présence d'une espèce végétale inscrite à l'annexe i de la directive « Habitats » et/ou inscrite au Livre rouge national (tome 1, espèces prioritaires) - Présence d'une espèce animale très rare et/ou très menacée (en danger) dans les régions considérées - Présence d'une espèce animale inscrite à l'annexe ii de la directive « Habitats » en tant qu'espèce prioritaire (hormis Euplagia quadripunctaria) - Site d'hivernage et/ou de halte migratoire réguliers avec des effectifs seuils en fonction des espèces et de leur rareté relative - Site de reproduction d'amphibiens avec des effectifs seuils de population et de diversité spécifique - Axe de migration d'une espèce d'amphibien très rare et/ou très menacée (an danger) dans les régions considérées - Corridor écologique d'une espèce animale très rare et/ou très menacée (en danger) dans les régions considérées - Gîte à chiroptères avec des effectifs seuils de population et de diversité spécifiques - Trame verte et bleue définie dans le cadre des études GPSO

Tableau 25: définition détaillée des critères paysagers

Enjeux paysagers	Définitions
Qualité des ensembles paysagers / Ambiances	Exprime une approche descriptive et sensitive du paysage : ■ Paysage agricole de rase campagne : il s'agit d'un secteur ouvert avec de grandes parcelles (terres labourées, prairies...) sans obstacles (haies, reliefs, bâtis, ...) ■ Couvert forestier mono spécifique : cette rubrique concerne les massifs plantés majoritairement d'une seule et même essence : c'est la forêt (de pins) landaise ■ Ensemble d'ambiance homogène : les micro-paysages que constituent les cloisonnements bocagers, les berges arborées d'un cours d'eau avec une végétation de milieu humide et (ou) un secteur forestier animé de clairières tels des airiaux constituent des ensembles d'aspect ou d'ambiance homogènes ■ Ensemble d'ambiance homogène et de grande qualité : pour chacun des exemples précités, les divers composants ont une valeur patrimoniale, paysagère, architecturale plus forte, plus marquée ■ Ensemble paysager emblématique : il s'agit soit d'un site pouvant être de faible ou de grande emprise, marqué par l'histoire (un champ de bataille), par la littérature (un paysage rattaché à un roman, soit d'un grand paysage caractéristique et à très forte valeur patrimoniale (intérêt régional voire national : les vignobles du Bordelais, de Buzet ou de Fronton, la vallée de la Garonne et ses coteaux, les vergers (pruniaux) d'Agen, le canal latéral de la Garonne
Expositions et dégagements visuels / Perceptions	Concernent les perceptions internes dans le site et plus encore celles depuis l'extérieur sur le site ou sur le secteur considéré Les co-visibilités dont des échanges de vues significatives entre deux points souvent rattachés par des axes de vision bien identifiables : ■ Le paysage agricole de rase campagne sans bâti : pour ce paysage déjà défini, l'absence de bâti (fermes, pavillons) confirme voire amplifie le faible enjeu lié à un éventuel impact visuel ■ Couvert forestier à valeur d'écran : la trame forestière dense dissimule et assure l'insertion des infrastructures telles A65 dans les Landes, A62 en forêt de Montech ■ Site déjà dégradé (bâti industriel et infrastructures) : le développement des activités humaines (zones industrielles, zones d'activités, gare de triage, complexe d'échanges routiers), atténuent ou suppriment la qualité paysagère d'un site. L'hétérogénéité des bâtiments, leurs emprises contribuent aussi à la suppression d'un paysage naturel qui déjà très minéralisé a la capacité d'accueillir une autre infrastructure telle la LGV ■ Paysage semi-ouvert, avec présence de bâtis diffus : les perceptions existent, mais elles sont soit limitées, soit localement totalement fermées. Ces perceptions existent soit à partir de la voirie locale soit à partir de l'habitat diffus, disséminé qu'elle dessert ■ Paysage ouvert, présence humaine diffuse : c'est un type de paysage soit rencontré en périphérie d'agglomération où se retrouvent bâtis commerciaux et habitat pavillonnaire omniprésent, soit isolé, soit regroupé en lotissements : les expositions et les vues sont multiples ■ Secteurs très exposés : co-visibilités riveraines directes : il s'agit de points ou de secteurs à flanc de versant avec vue dominante ou en limite d'espace totalement dégagé (panorama). il peut s'agir aussi de sites ou de bâtis objets

Enjeux paysagers	Définitions
	d'un périmètre de protection auquel s'attache, entre autres, une problématique de perceptions, d'axes de vision, pouvant être interrompus. Plus généralement, il s'agit de secteurs où les co-visibilités existantes ne peuvent être évitées ou contournées

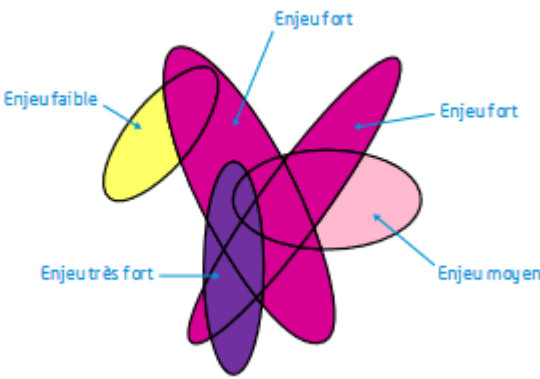
Figure 121: Le canal de Montech (Source : SNCF Réseau)



La concrétisation de cette grille d'analyse multicritères est l'élaboration de cartes thématiques présentant les enjeux bruts, puis les enjeux hiérarchisés par thème. SNCF Réseau a ensuite agrégé les enjeux hiérarchisés afin d'en établir une synthèse permettant de définir des zones de moindres enjeux constituant des opportunités de passage pour les fuseaux potentiels.

Figure 122: Schéma précisant la superposition des enjeux (Source : SNCF Réseau)

Détail du principe de superposition



Cas particulier de l'aménagement ferroviaire au Nord de Toulouse

Une adaptation de la méthodologie au contexte local a conduit à classer les sensibilités des enjeux environnementaux selon trois niveaux :

- Sensibilité forte ;
- Sensibilité moyenne ;
- Sensibilité faible.

La sensibilité a été évaluée pour les enjeux environnementaux situés dans un périmètre de 20 m de part et d'autre de la plateforme ferroviaire actuelle, compte tenu qu'il s'agit d'un aménagement sur place avec une largeur réduite de l'emprise supplémentaire nécessaire par rapport à une ligne nouvelle.

La ligne Saint-Jory - Matabiau actuelle est positionnée entre deux infrastructures : la RD820 et le canal latéral à la Garonne. Par conséquent l'ajout d'une ou deux voies supplémentaires ne peut se faire qu'au plus près des voies actuelles.

Dans la mesure où les emprises maximales nécessaires à l'implantation de deux nouvelles voies par rapport aux infrastructures existantes représentent une largeur de 13 mètres, il a été décidé d'évaluer la sensibilité environnementale sur une bande de 20 mètres, pour la plupart des thématiques, sauf pour le paysage et l'acoustique où l'analyse a été menée dans une bande de 500 m centrée sur le tracé.

La grille de hiérarchisation des sensibilités des enjeux environnementaux est présentée ci-après.

Cette grille de sensibilité est issue d'une réflexion commune menée par SNCF Réseau, un groupe de travail constitué d'acteurs locaux (Conseil départemental 31, Communauté urbaine du Grand Toulouse, communes de Saint-Jory, Lespinasse, Fenouillet et Toulouse), de représentants de Services de l'État (DREAL Midi-Pyrénées), d'associations (France Nature Environnement), de concessionnaires (VNF) et Inexia, le bureau d'études. Elle a été validée à l'issue de la première réunion « Groupe de travail sur les contraintes techniques et environnementales » qui s'est tenue le 16 juin 2010.

Seuls les éléments présentant une réelle sensibilité à l'aménagement projeté ont été intégrés dans cette grille d'analyse, c'est-à-dire ceux situés au plus proche des voies ferrées (bande de 20 mètres de part et d'autre de la voie ferrée actuelle). Il s'agit d'éléments très spécifiques au contexte environnant local.

Compte tenu du faible nombre d'éléments discriminants, il a été décidé de façon consensuelle lors de la réunion du 16 juin 2010 de ne retenir que trois niveaux de sensibilité, dans la mesure où cette hiérarchisation était suffisante pour pouvoir comparer les différents scénarii entre eux.

De plus, le choix du scénario finalement retenu devait également prendre en compte les contraintes fonctionnelles, techniques et financières liées à l'aménagement d'une voie existante et exploitée.

À cet effet, le choix de comparer les différentes solutions d'aménagement selon trois niveaux de difficulté de mises en œuvre paraissait le plus adapté, car un nombre plus élevé n'aurait pas apporté de plus-value.

Ce n'est qu'à l'issue du choix des solutions d'aménagements des infrastructures entre Castelnau-d'Estrétefonds et Toulouse Matabiau retenu, que la réalisation de l'étude d'impact a pu démarrer.

L'état initial a été bâti dans la continuité des études environnementales réalisées dans le cadre des études préliminaires.

Après une description exhaustive des différentes thématiques de l'environnement, il s'attache à faire ressortir dans la synthèse, les réels enjeux, sensibilités et contraintes au vu de la nature du projet.

		Sensibilité vis-à-vis du support		
		Faible	Moyenne	Forte
Milieu humain				
Bâti	Bâti résidentiel ou bâti sensible (hôpital, école, église, crèche, etc.)	/	1 ou 2	3 ou plus
	Bâti industriel et commercial	1	2 et 3	4 ou plus
Projets d'aménagement	Zone d'activités ou zone commerciale	/	Zone d'activités ou zone commerciale	/
Urbanisme	Espaces boisés classés	/	Espaces boisés classés	/

		Sensibilité vis-à-vis du support		
		Faible	Moyenne	Forte
Risque technologique	Périmètre de danger autour d'une installation à risque	/	/	Seveso 2 ICPE soumise à autorisation
	ICPE soumise à déclaration		/	/
Milieu physique				
Eaux superficielles	Canal latéral à la Garonne	/	3m< <5 m ligne d'eau actuelle	<3 m ligne d'eau actuelle
	Ruisseau de Maltemps		/	/
Eaux souterraines	Aquifère alluvial de la Garonne exploité à d'autres fins que l'AEP		/	/
Milieux naturels				
Résultats des expertises écologiques	Milieu à faible potentiel écologique	Milieu présentant un bon potentiel écologique Corridor biologique	Espèces ou milieux remarquables ou protégés	
Patrimoine historique ou paysager				
Patrimoine historique et paysager	/	/	Périmètre de protection de monument historique ou élément remarquable du paysage	/

7.2.2.3. Identifier les zones de cumul d'enjeux à partir des cartes thématiques

La carte des enjeux hiérarchisés par thème est destinée à favoriser la compréhension des territoires et à identifier les zones où les enjeux sont les plus faibles. Pour chacun des quatre thèmes, tous les critères d'un même niveau sont représentés avec un même code couleur. En cas de superposition d'enjeux sur un même espace, les niveaux d'enjeux les plus élevés priment sur les niveaux d'enjeux moins élevés.

La méthode a pour objectif de mettre en exergue, quand ils existent, les espaces du territoire sur lesquels la concentration des enjeux hiérarchisés est la plus faible (en clair sur la carte suivante) au sein de l'aire d'étude (en pointillés).

La méthode permet in fine de dégager des zones plus sensibles que d'autres, qui doivent en priorité être évitées.

Les cartes se déclinent au départ de façon thématique, puis une carte de synthèse des enjeux hiérarchisés est réalisée. L'application de cette méthode sur les cartes de l'aire d'étude aboutit à la représentation présentée ci-après.

La carte de synthèse obtenue par superposition des cartes thématiques permet de disposer d'une vue d'ensemble des différents enjeux bruts présents sur un secteur et de leur hiérarchie (du plus faible au plus fort). Cette carte révèle la grande diversité des enjeux selon les secteurs géographiques étudiés. Elle permet ainsi l'identification et la localisation des secteurs présentant des enjeux très forts et majeurs au sein de l'aire d'étude (en foncé sur la carte suivante).

Les zones de moindres enjeux, au sein desquelles la recherche du passage du projet est à privilégier, correspondent aux territoires qui présentent le moins d'enjeux environnementaux possibles.

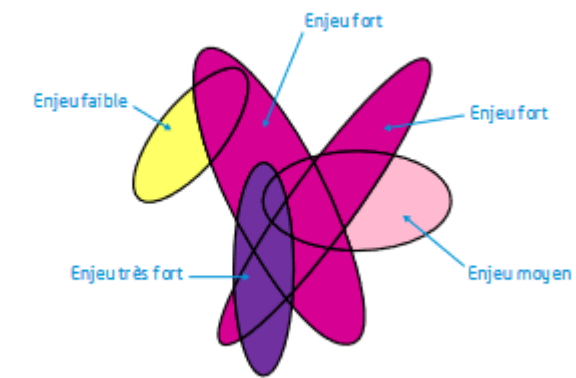
Les cartes présentées ci-après donnent un exemple de la représentation des différents enjeux après superposition des thématiques, et de la détermination des zones de moindres enjeux.

Élaboration d'une carte des enjeux hiérarchisés par thème puis tous thèmes confondus :

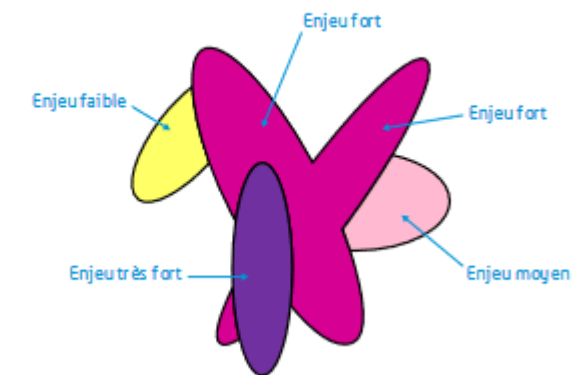
Pour chaque thème, tous les critères d'un même niveau (très fort, fort...) ont été représentés avec un même code couleur. En cas de superposition d'enjeux sur une même surface, les niveaux d'enjeux les plus élevés recouvrent les niveaux d'enjeux moins élevés.

Pour chaque thème, l'ensemble des enjeux identifiés permet de recenser des superpositions ou cumul d'enjeux. Lorsqu'il y a superposition de plusieurs niveaux d'enjeux sur une même zone, le niveau d'enjeu le plus élevé est retenu et visualisé sur les cartes.

Détail du principe de superposition



Résultat de représentation graphique des enjeux d'un même thème



La carte de synthèse obtenue par superposition des 4 cartes thématiques permet de traduire le niveau de sensibilité des enjeux du territoire, sa répartition, parfois de typologies très diverses selon les secteurs géographiques.

Dès lors qu'il y a cumul de 2 enjeux très forts d'un thème différent, un secteur est dit majeur.

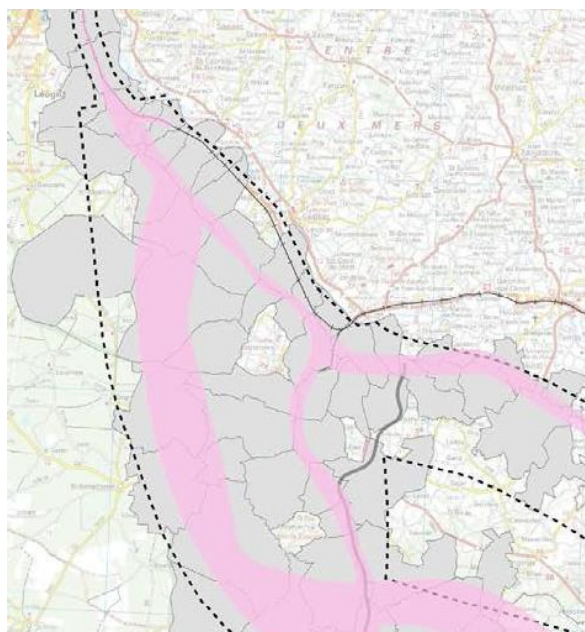
Ainsi, les zones visualisées en enjeux « majeur » et « très fort » doivent être écartées en priorité et autant que possible de l'emprise des fuseaux potentiels. Cette représentation a permis d'identifier les zones de moindres enjeux, plus favorables à l'implantation d'un fuseau potentiel, et d'orienter la conception des différents fuseaux.

Un exemple entre Castres-Gironde et Landiras

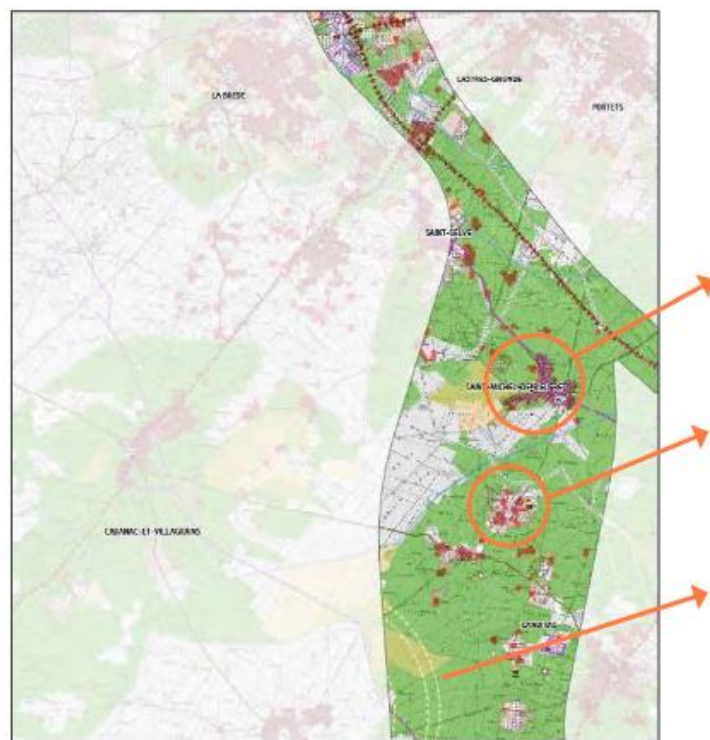
Les extraits cartographiques commentés présentés ci-après, illustrent, pour chaque thématique, les étapes décrites ci-avant :

- Acquérir une connaissance fine des enjeux environnementaux des territoires concernés ;
- Qualifier et hiérarchiser les enjeux et élaborer une carte des enjeux hiérarchisés par thème puis tous thèmes confondus.

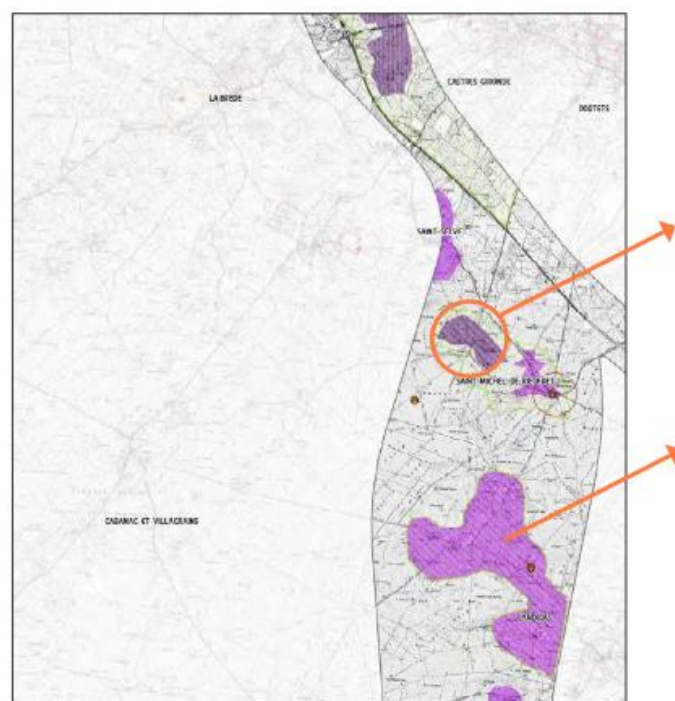
Le périmètre d'études définit au terme de l'étude spécifique de délimitation d'un périmètre d'études des lignes nouvelles suite au débat public (voir paragraphe 4.2.1) entre Castres-Gironde et Landiras



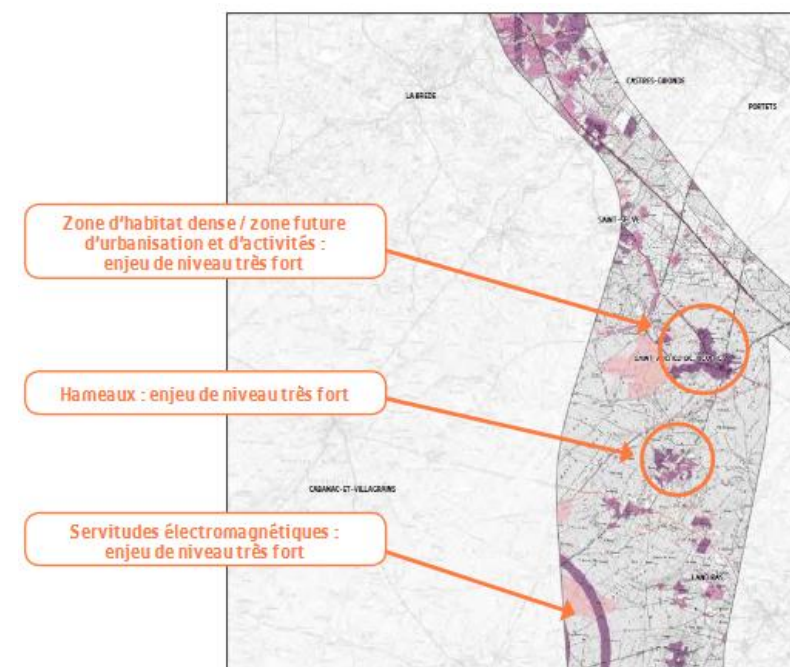
Les enjeux bruts liés au milieu humain au sein du périmètre d'études



Les enjeux bruts liés au patrimoine et au paysage au sein du périmètre d'études



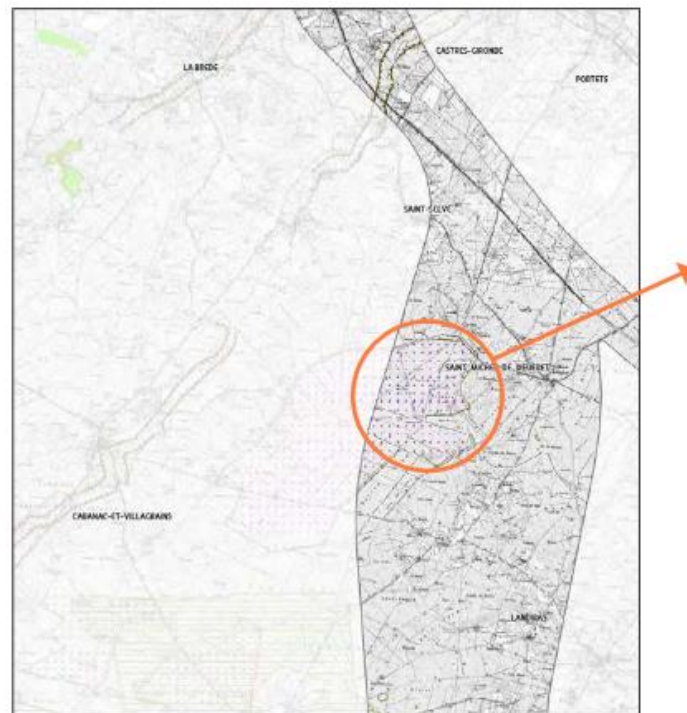
Milieu humain : traduction des enjeux bruts (ci-contre) en enjeux hiérarchisés, en application de la grille de hiérarchisation établie préalablement (détails de la grille au chapitre précédent)



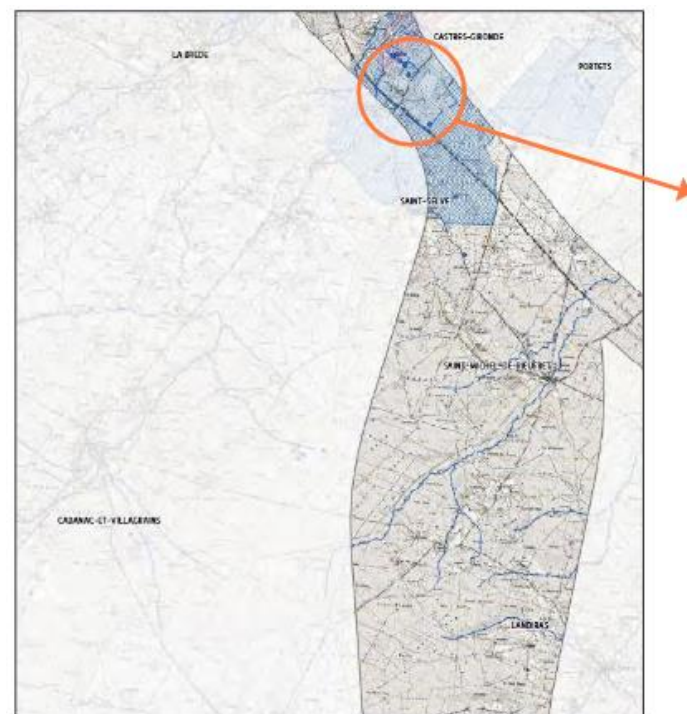
Paysage et patrimoine : traduction des enjeux bruts (ci-contre) en enjeux hiérarchisés, en application de la grille de hiérarchisation établie préalablement (détails de la grille au chapitre précédent)



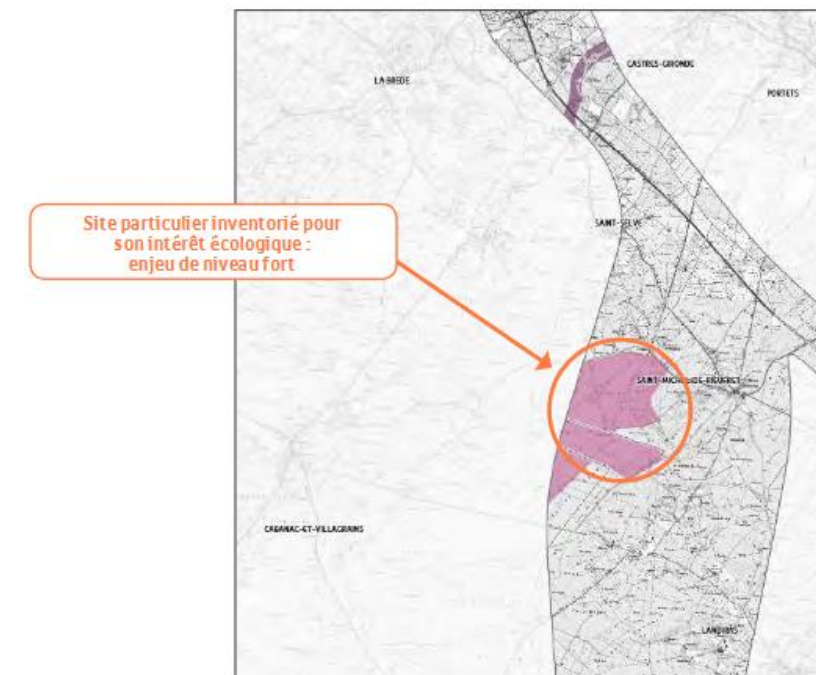
Les enjeux bruts liés au milieu naturel au sein du périmètre d'études



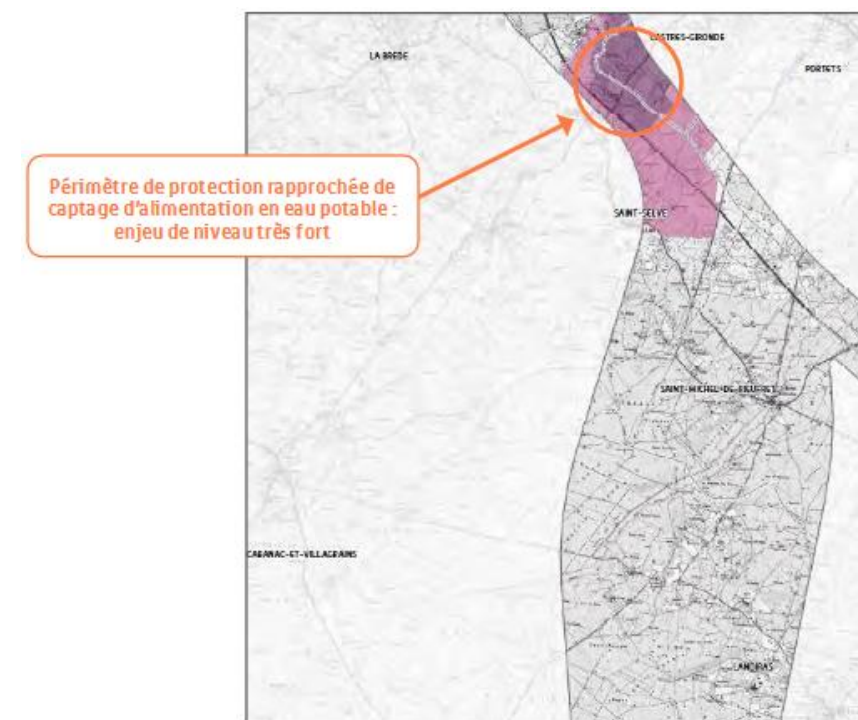
Les enjeux bruts liés au milieu physique au sein du périmètre d'études



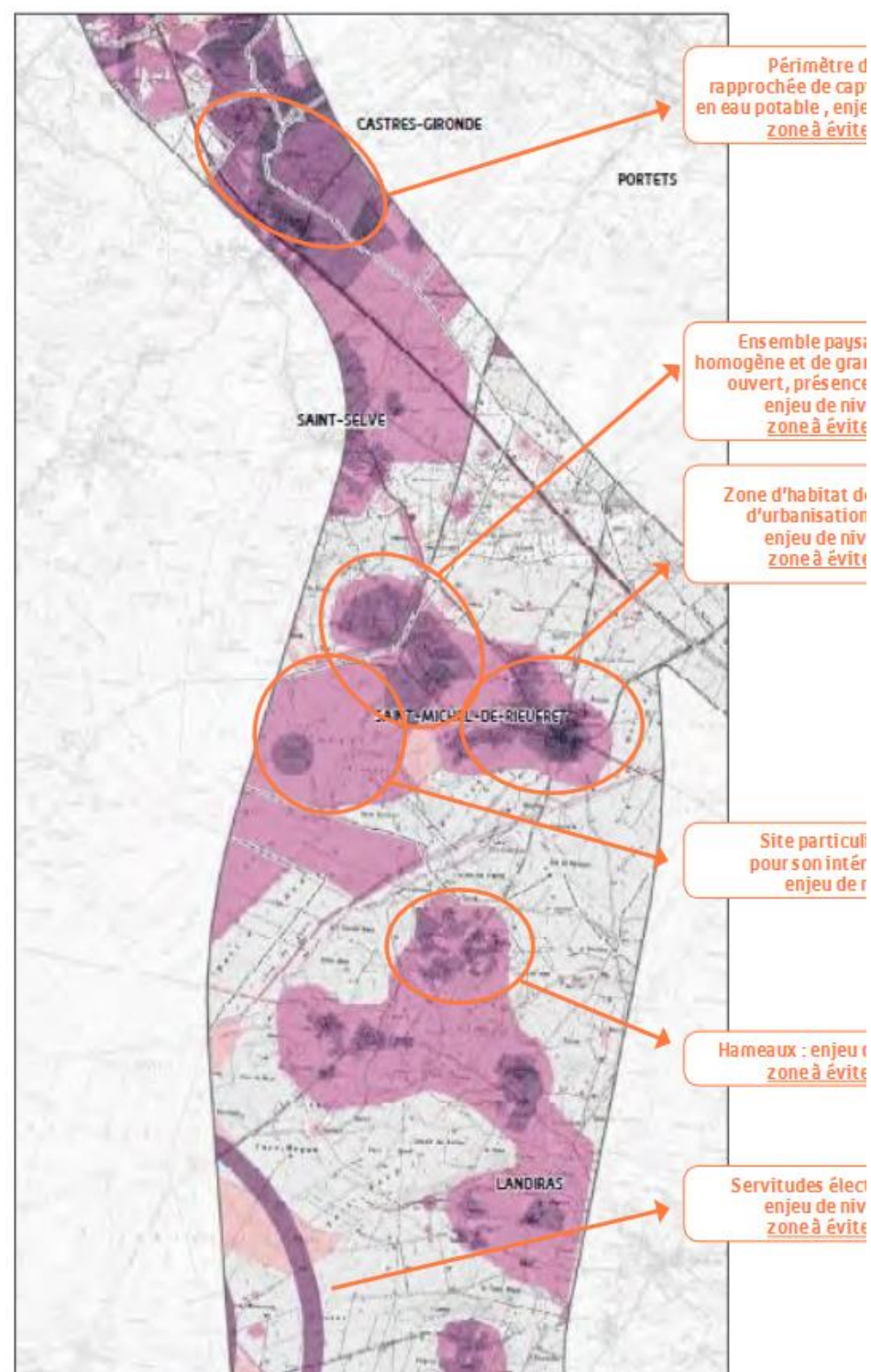
Milieu naturel : traduction des enjeux bruts (ci-contre) en enjeux hiérarchisés, en application de la grille de hiérarchisation établie préalablement (détails de la grille au chapitre précédent)



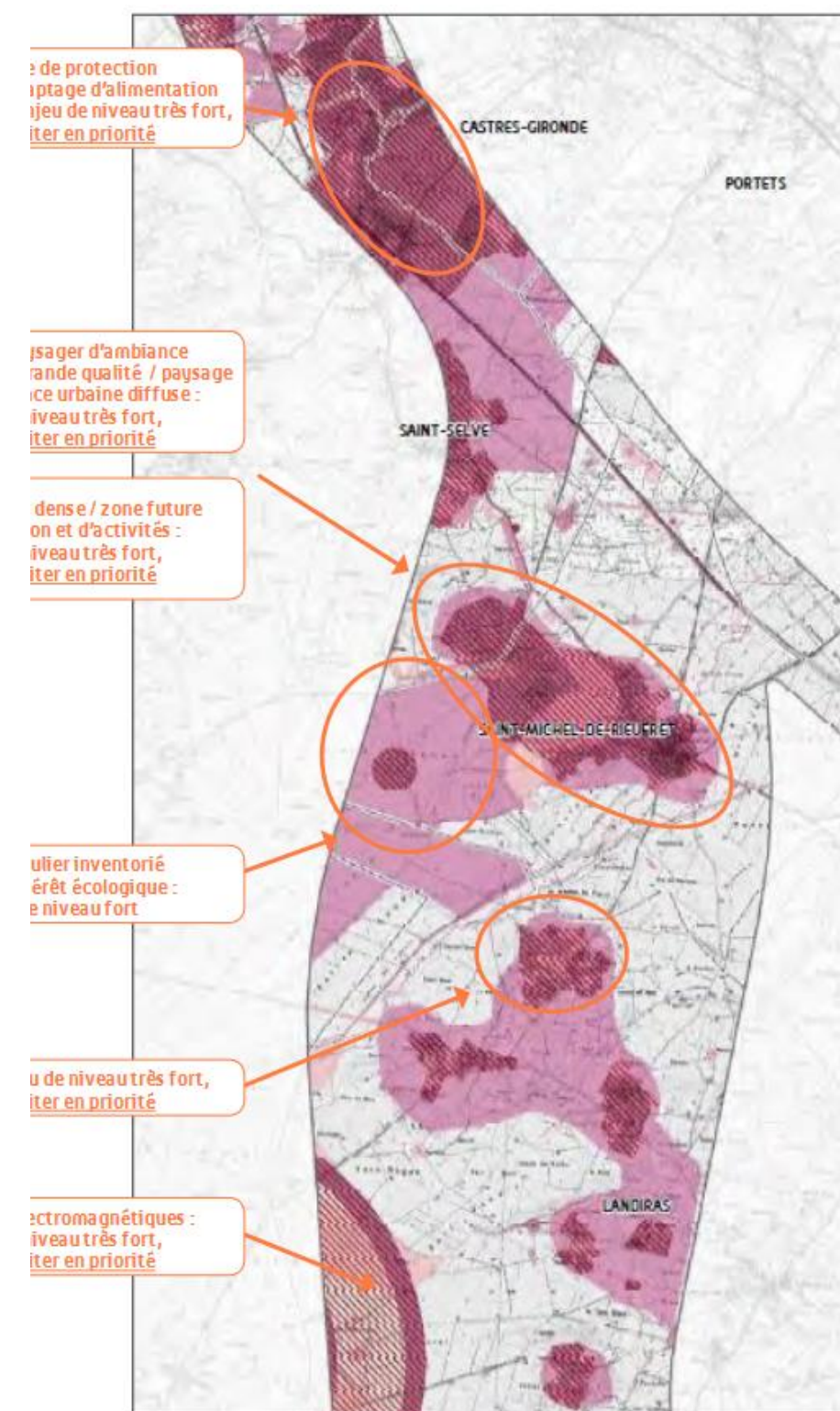
Milieu physique : traduction des enjeux bruts (ci-contre) en enjeux hiérarchisés, en application de la grille de hiérarchisation établie préalablement (détails de la grille au chapitre précédent)



Les enjeux hiérarchisés, tous thèmes confondus (milieu humain, milieu physique, milieu naturel et biologique, patrimoine et paysage)



Les zones à éviter en priorité pour la recherche des fuseaux

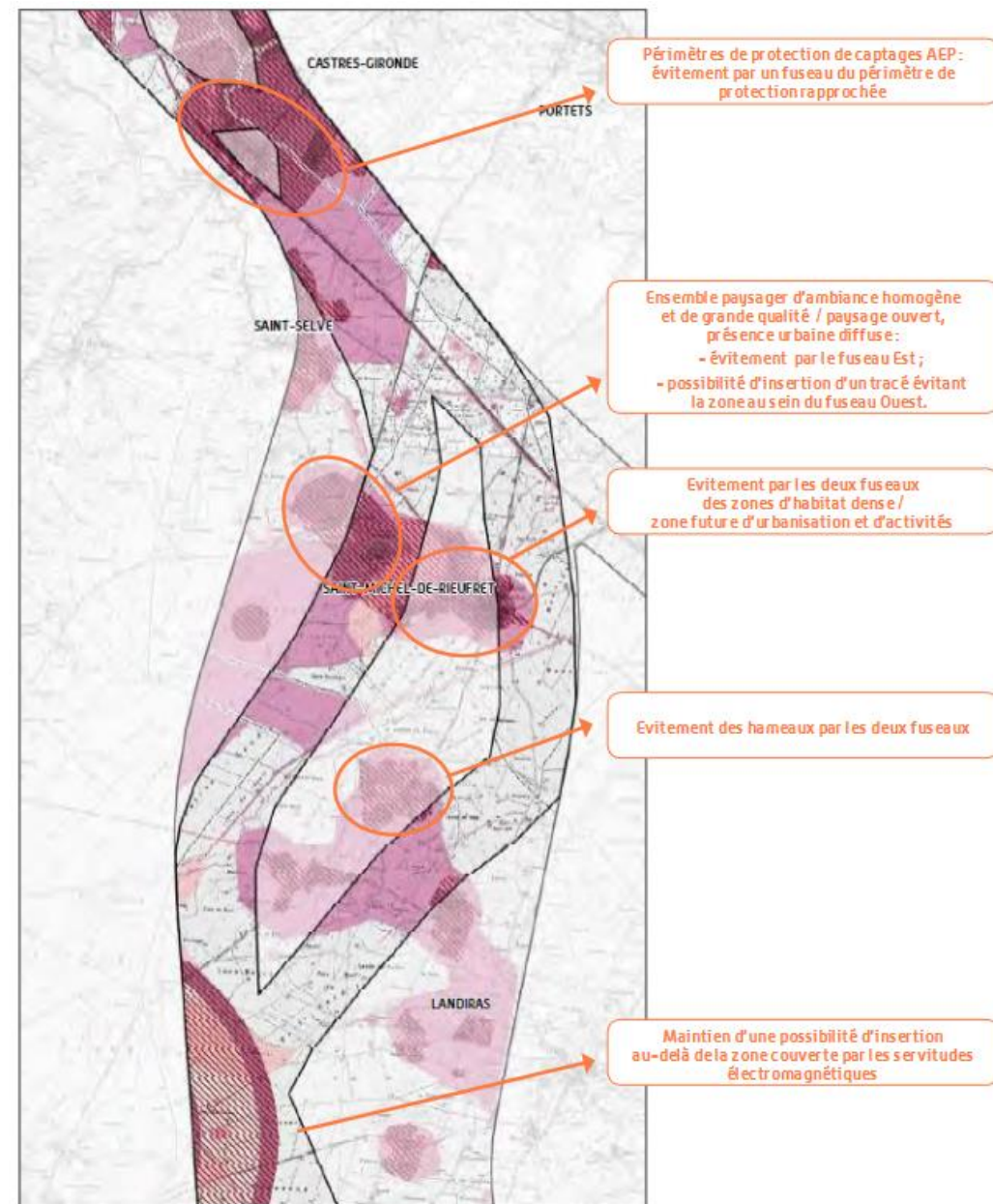


Un exemple entre Castres-Gironde et Landiras

La carte ci-dessous illustre l'étape décrite ci-avant : « la définition des fuseaux : croiser les enjeux environnementaux avec les fonctionnalités du projet pour obtenir des esquisses de fuseaux potentiels ».

Cette approche a été appliquée pour chacun des secteurs des 4 zones des aires d'étude des lignes nouvelles du GPSO.

Les enjeux hiérarchisés, tous thèmes confondus (milieu humain, milieu physique, milieu naturel et biologique, patrimoine et paysage)



7.2.2.4. Croiser les enjeux environnementaux avec les fonctionnalités des opérations ferroviaires pour obtenir des esquisses de fuseaux potentiels

La mise en œuvre de la logique d'évitement sur la base de ces cartes de zones de moindres enjeux s'est faite lors de la conception des fuseaux de passage potentiels des projets ferroviaires. Ces fuseaux sont situés dans l'aire d'étude retenue à l'intérieur des options de passages issues des débats publics concernant les projets de lignes nouvelles.

Selon la largeur de l'aire d'étude, les possibilités d'implantations de fuseaux de 1 000 m de large environ sont plus ou moins nombreuses. Certains secteurs peuvent présenter un maillage de différents corridors tandis que d'autres, de par la densité de zones d'enjeux forts et très forts, limitent le nombre de fuseaux potentiels.

Cependant, avant d'être considérées comme des fuseaux potentiels, ces zones sont étudiées sous l'angle des fonctionnalités. L'analyse fonctionnelle vient se superposer à l'analyse environnementale pour ne proposer que des fuseaux potentiels compatibles avec ces deux thématiques.

Du croisement des zones de moindres enjeux environnementaux avec les performances et services attendus des projets ferroviaires (fonctionnalités) émerge ainsi l'esquisse des fuseaux potentiels de 1 000 mètres de large environ.

Figure 123: Illustration d'un maillage d'esquisses de fuseaux potentiels de 1 000 m environ, issue de l'identification de la zone de moindres enjeux (secteur Sud Gironde / Lot-et-Garonne)



7.2.2.5. Comparer les fuseaux par une analyse multicritères

L'étape suivante dans l'identification du fuseau de passage des projets ferroviaires a consisté en une comparaison des fuseaux potentiels. Pour ce faire, l'ensemble des territoires concernés par les projets a été découpé en quatre zones (volume 3 de l'étude d'impact).

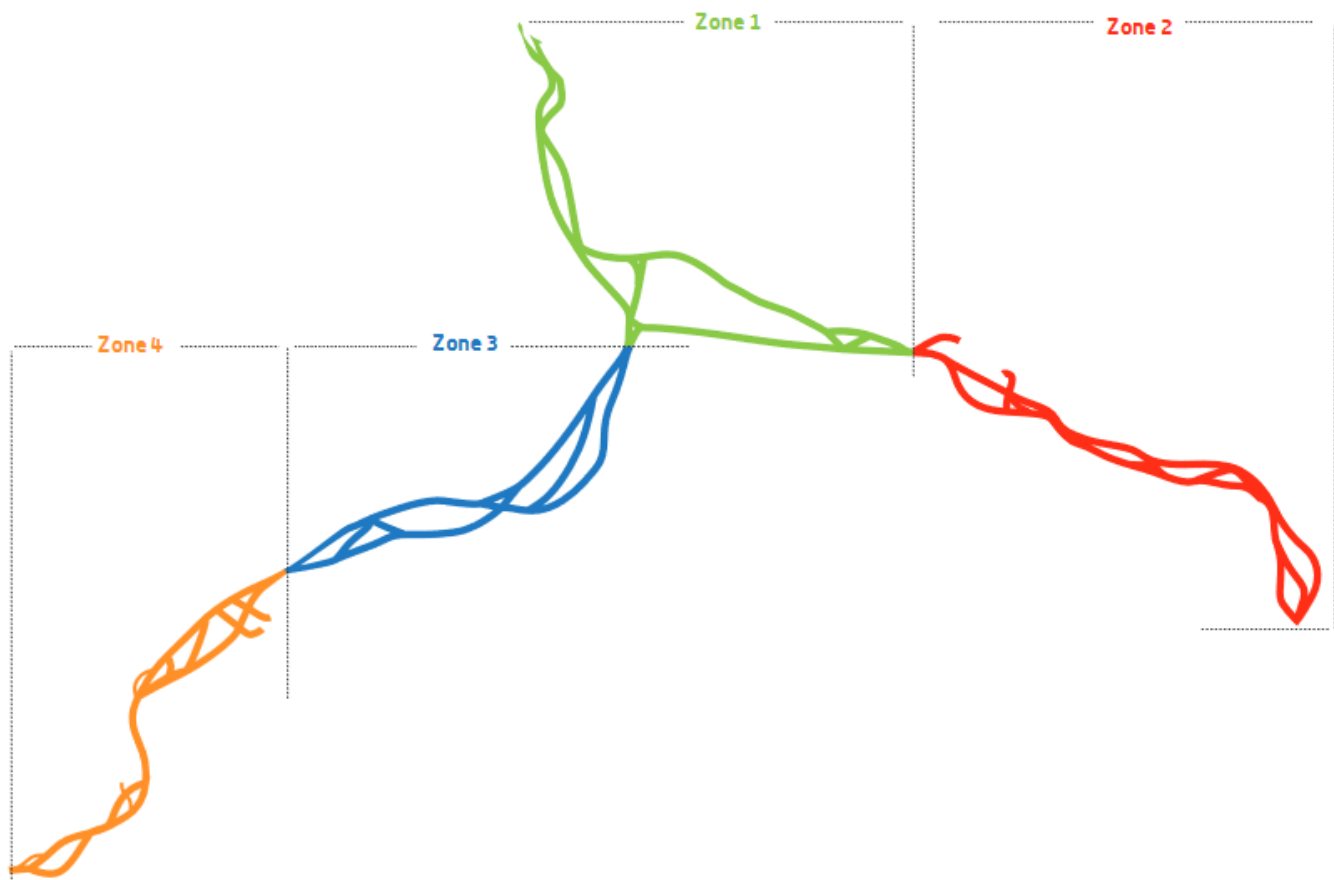
Chaque limite de zone correspond à un nœud du maillage d'esquisses de fuseaux potentiels pour garantir une continuité de fuseaux au passage d'une zone à l'autre. Afin de faciliter la comparaison entre les différents fuseaux potentiels, chacune des quatre zones est elle-même découpée en secteurs. Les secteurs identifiés sont contigus et référencés par un nombre (1, 2, 3 ou 4) correspondant à la zone d'appartenance suivi d'une lettre (A, B, C...) affectée selon l'ordre alphabétique en partant de Bordeaux, soit vers Toulouse, soit vers Dax.

À partir de la recherche des tracés au sein du fuseau retenu par décisions ministérielles, le périmètre des études de conception des projets ferroviaires se concentre sur les lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Dax et sur les aménagements ferroviaires de la ligne existante au Sud de Bordeaux et au Nord de Toulouse correspondant aux projets mis à l'enquête publique.

Avec ce principe de découpage, le fuseau préférentiel sur les lignes nouvelles de bout en bout est l'enchaînement des fuseaux préférentiels par zone. Pour chaque secteur, toutes les options (ou itinéraires) permettant d'aller d'une extrémité à l'autre du secteur sont identifiées.

Tous les fuseaux proposés ont donc été comparés sur la base des critères environnementaux, de fonctionnalités ferroviaires et technico-économiques. Cette analyse, réalisée dans un premier temps par SNCF RÉSEAU, s'est enrichie ensuite de l'apport de la concertation et des échanges avec les acteurs des territoires.

Figure 124: Présentation du découpage des fuseaux (Source : Egis)



Pour chaque domaine (environnement, fonctionnalités, technico-économique), l'analyse comparative s'est effectuée dans un premier temps par thématiques principales, elles-mêmes abordées sous plusieurs angles (exemple de la thématique écologie - milieu naturel, distinguée pour les différents milieux).

Cette analyse thématique a débouché sur une synthèse multicritère et à une préconisation d'un fuseau au sein de chaque secteur à l'intérieur d'une des 4 zones, puis de chaque zone, et enfin sur l'ensemble des 4 zones. À l'issue de l'analyse comparative, et en intégrant les apports de la concertation, une proposition d'un fuseau global considéré comme le plus favorable a été faite aux instances de gouvernance du projet (comités territoriaux et comité de pilotage), puis à la décision du ministre.

Tableau 26: Grille multicritère d'analyse des fuseaux (Source : Egis)

Couleurs*	Règles d'attributions d'une couleur
Turquoise	Option présentant le moins d'enjeux environnementaux sur le thème considéré. Option de référence pour le classement des autres options
Bleu clair	Option présentant plus d'enjeux que l'option de référence - sans pour autant présenter un écart d'enjeu très marqué
Bleu moyen	Option présentant plus d'enjeux que l'option de référence - sans écart d'enjeu marqué par rapport à l'option de référence
Bleu foncé	Option présentant plus d'enjeux que l'option de référence - écart d'enjeu fortement marqué par rapport à l'option de référence

La comparaison sur le plan environnemental

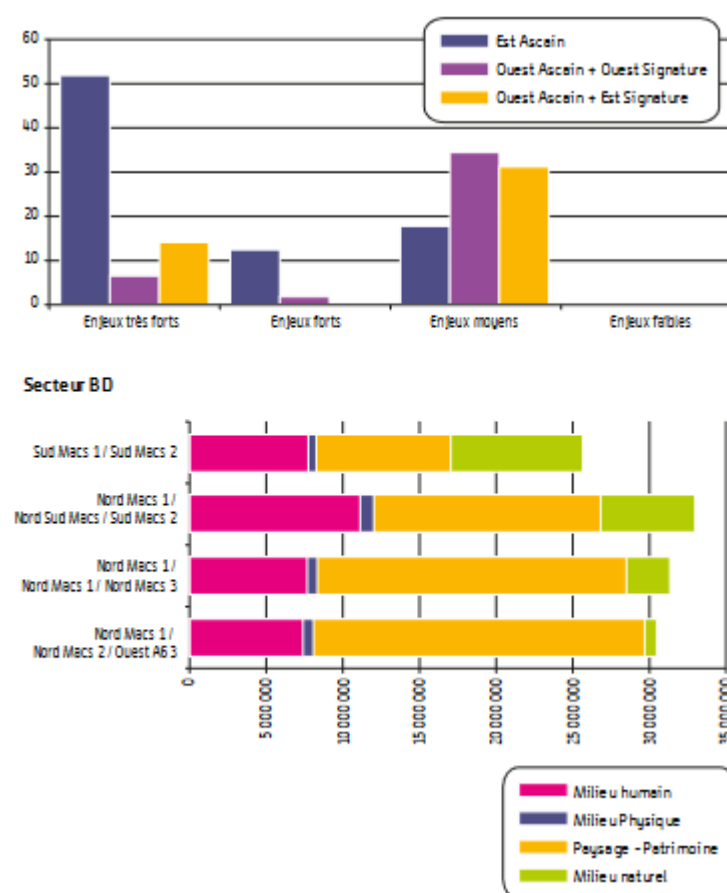
Chaque fuseau potentiel fait l'objet d'un inventaire complet des enjeux hiérarchisés qu'il comprenait. Cette analyse qualitative est ensuite accompagnée d'une analyse quantitative (avec notamment une évaluation des surfaces concernées par chacun des enjeux).

Certains enjeux sont considérés comme non discriminants, car couvrant de grandes surfaces de l'aire d'étude et étant concernés par l'ensemble des fuseaux potentiels, comme par exemple les ensembles paysagers d'ambiance homogène (niveau moyen) ou les périmètres des risques sismiques ou feux de forêts. Ils sont donc représentés sur les cartes des enjeux bruts, mais non pris en compte dans la hiérarchisation pour ne pas masquer d'autres critères discriminants.

Cette double approche qualitative et quantitative aboutit à la réalisation d'une synthèse de l'analyse comparative sur le plan environnemental, réalisée en deux temps :

- Une première synthèse est réalisée au niveau de chacun des types d'enjeux recensés (caractérisés par les quatre grands milieux identifiés) ;
- Une synthèse globale est ensuite réalisée pour proposer une hiérarchisation des fuseaux potentiels pour la thématique environnementale dans sa globalité.

Figure 125: Exemple diagrammes quantitatifs (Source : Egis)



L'analyse des résultats et la comparaison multicritères environnementale des options de fuseau sur chacun des thèmes ont permis de faire émerger, par secteur géographique, les options ayant l'impact potentiel sur l'environnement le plus faible. Cette analyse a été complétée par deux autres volets :

- La qualité et la performance des services offerts par rapport aux objectifs assignés à chacune des opérations du projet (fonctionnalités) ;
- L'évaluation du rapport coût / service rendu (technique et économique).

La comparaison sur le plan fonctionnel

Parallèlement à l'analyse environnementale, chaque option a fait l'objet d'une analyse de ses performances eu égard aux objectifs de service (fonctionnalités) retenus à l'issue des débats publics ou proposées lors des comités de pilotage.

Les fonctionnalités traduisent les performances de l'infrastructure ferroviaire et la manière dont elle dessert les territoires : performances des services ferroviaires (nombre de trains, temps de parcours), points de dessertes (gares TaGV, haltes SRGV, desserte de gares existantes), nature des services (grande et moyenne distances, proximité, marchandises), équipements nécessaires à l'exploitation et la maintenance du réseau. Elles peuvent correspondre :

- Soit à des équipements ponctuels (implantation d'une gare nouvelle, desserte d'un point d'arrêt, réalisation d'un raccordement avec la ligne existante) ;
- Soit à des paramètres de conception linéaire (exigences techniques de conception du projet variables selon les objectifs de vitesse).

Ces fonctionnalités ont été organisées par ordre de priorité. La comparaison des différents fuseaux potentiels sous l'angle des fonctionnalités est bâtie sur ce principe.

Trois catégories de fonctionnalité ont été retenues :

- Les fonctionnalités considérées comme « nécessaires et indispensables » dans la réalisation des projets. Il convient de vérifier que chaque fuseau potentiel permette de les respecter ; la comparaison entre les fuseaux potentiels porte sur leur capacité à respecter ces fonctionnalités. Si l'une d'entre elles n'est pas atteinte par un des fuseaux, celui-ci est éliminé ;
- Les fonctionnalités considérées comme « optionnelles » dans la réalisation des projets. La comparaison entre les fuseaux vise à distinguer leur capacité à respecter un nombre plus ou moins important de ces fonctionnalités ;
- Les fonctionnalités considérées comme « potentielles » dans la réalisation des projets. Selon le même principe que pour les fonctionnalités « optionnelles », chaque fuseau est évalué sur sa capacité à atteindre un nombre plus ou moins important de ces fonctionnalités.

À l'issue de cette analyse, les différents fuseaux potentiels sont classés, de façon relative, par rapport à l'option jugée comme la plus favorable.

Cette analyse comparative a permis de distinguer les différentes options selon leur compatibilité vis-à-vis des fonctionnalités assignées aux lignes nouvelles.

La comparaison sur le plan technico-économique

Après la prise en compte des dimensions environnementales et fonctionnelles, les différentes options ont été analysées au regard des dimensions techniques et économiques, et ce sous deux angles :

- La possibilité de trouver un plus ou moins grand nombre de solutions techniques au sein d'un fuseau, qui traduit donc la flexibilité du fuseau considéré ;
- L'estimation d'une solution technique, de principe, au sein de chaque option (coût d'un projet type).

Comme pour les autres dimensions de l'analyse, l'évaluation de chaque fuseau potentiel a permis une classification des différents fuseaux potentiels, de façon relative par rapport à l'option jugée comme la plus favorable.

7.2.2.6. Dresser la synthèse comparative des différentes options

La synthèse a mobilisé six critères d'évaluation pour chacune des options de fuseau à comparer dans un même secteur géographique. Les critères ne sont pas hiérarchisés. Les apports de la concertation ont permis de prendre en compte les souhaits et attentes des acteurs des territoires desservis par les projets soumis à enquête, ainsi que leurs spécificités.

Les critères mobilisés sont :

- Les enjeux humains ;
- Les enjeux physiques ;
- Les enjeux naturels et biologiques ;
- Les enjeux paysagers et patrimoniaux ;
- Les fonctionnalités ferroviaires ;
- La dimension technico économique.

Pour chaque secteur géographique, les résultats de l'analyse sont présentés sous la forme d'un tableau de synthèse.

L'évaluation de chaque option s'appuie sur un système de double échelle combinant un code couleur et un code alphabétique. L'attribution des couleurs aux différents fuseaux potentiels se fait de façon relative, par rapport à l'option jugée comme la plus favorable (du bleu clair correspondant au cas le plus favorable, au bleu foncé pour le cas le plus défavorable).

Tableau 27: Exemple de classification de fuseaux potentiels (Source : Egis)

	Option 1B-a	Option 1B-b	Option 1B-c
Présence d'enjeux humains	A	C	B
Présence d'enjeux physiques	A	B	C
Présence d'enjeux naturels et biologiques	B	A	C
Présence d'enjeux paysagers et patrimoniaux	B	C	A
Fonctionnalités	A	A	A
Critère technique et coût	C	B	A

Cette méthodologie a été développée pour les lignes nouvelles et pour l'aménagement ferroviaire au Sud de Bordeaux.

7.2.2.7. Préconiser un fuseau préférentiel

Sur la base des résultats factuels de l'analyse multicritères et des apports et contributions de la concertation, SNCF Réseau a été en mesure de soumettre à la décision des instances de gouvernance des projets (Comités territoriaux et Comité de pilotage) une proposition de fuseau sur chacun des secteurs et pour l'ensemble de l'aire d'étude.

Dans chacune des quatre zones géographiques desservies par les projets, SNCF Réseau a identifié la ou les combinaisons possibles entre les fuseaux potentiels les plus favorables au regard de l'analyse multicritères menée au sein de chacun des secteurs constituant la zone.

L'assemblage de chacune des combinaisons des quatre zones géographiques constitue le fuseau de 1 000 mètres environ présenté par SNCF Réseau au Comité de pilotage.

Après des études complémentaires dans certains secteurs et des réajustements, un seul fuseau de 1 000 m environ a été proposé par le Comité de pilotage à l'approbation du ministre. C'est celui qui présente le meilleur équilibre entre :

- Les attentes des acteurs locaux ;
- Les enjeux environnementaux des territoires ;
- La compatibilité avec le projet fonctionnel ;
- La compatibilité avec les exigences techniques de conception d'une ligne à grande vitesse ;
- Le coût.

7.2.3. La seconde étape : la poursuite de la logique d'évitement pour l'élaboration du tracé

La deuxième étape des études reprend la même logique d'évitement et la décline sur un territoire plus réduit correspondant au fuseau approuvé par le ministre.

Pour la définition du meilleur tracé possible, la même méthode qu'en étape 1 est donc appliquée :

- Ce sont les études environnementales qui guident les études techniques et ferroviaires : le recueil des données s'est poursuivi au sein d'une bande de 2 000 m, plus large que le fuseau ;
- L'évitement des zones les plus sensibles est privilégié ;
- L'objectif en étape 2 est d'approfondir et d'affiner la caractérisation des territoires au sein du fuseau retenu afin :
 - De rechercher des hypothèses de tracés prenant en compte les enjeux du territoire à un niveau de connaissance plus détaillé ;
 - De les comparer entre elles ;
 - D'aboutir au choix d'un tracé à approfondir à l'issue d'une analyse comparative multicritères des hypothèses de tracé étudiées.

L'identification des opportunités de passage des différentes hypothèses de tracé à l'intérieur du fuseau se fait selon la même logique que pour l'identification des zones de moindres enjeux. Elle prend appui sur la carte de synthèse des enjeux hiérarchisés et sur la définition de zones dites sensibles.

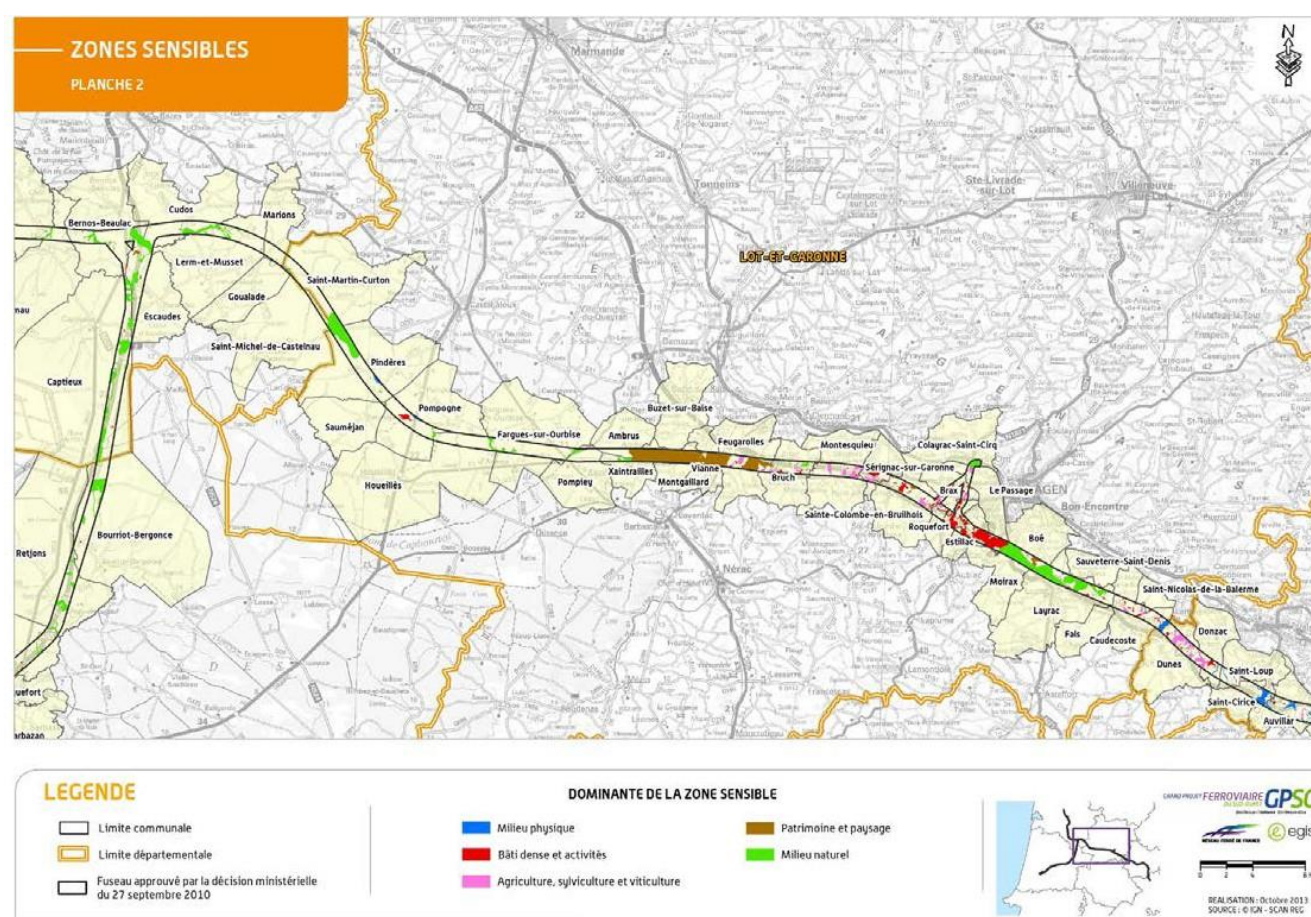
La méthodologie environnementale en étape 2, pour la recherche et la comparaison des hypothèses de tracé, se décompose schématiquement en cinq grandes étapes :

- Approfondissement, au sein du fuseau, de la connaissance des enjeux environnementaux identifiés en étape 1 et introduction de critères complémentaires (recueil de données et études spécifiques) ;
- Élaboration des cartes d'enjeux hiérarchisés (faible, moyen, fort et très fort) conduisant à l'identification des zones sensibles ;
- Conception des hypothèses de tracé sur la base de l'évitement des zones sensibles et de la réduction des impacts vis-à-vis des enjeux rencontrés, en lien avec le respect des fonctionnalités et la prise en compte des contraintes technico-économiques ;
- Analyse comparative des hypothèses de tracé ;
- Synthèse multicritères (environnement, fonctionnalités, technique et coûts) qui permet de préconiser un choix de tracé avant de le soumettre à la concertation.

La liste des critères utilisés en étape 2 figure dans les tableaux présentés précédemment au chapitre 7.2.2.2, relatif à l'étape 1. Ces tableaux compilent les critères de l'étape 1 (en caractères noirs) et les critères ajoutés en étape 2 (en caractères verts).

Zone sensible : zone présentant des enjeux très forts d'une même thématique ou de thématiques différentes, ou une sensibilité particulière reconnue localement et portée par les acteurs du territoire. Lors de la recherche d'hypothèses de tracé, ces zones sont préférentiellement évitées. Un passage au sein de ces zones peut être étudié en prenant en compte, très en amont des projets, la mise en place de mesures spécifiques liées au projet (passage en déblais, en tranchée, en tunnel, en viaduc...) ou d'accompagnement (passage grande faune, modelé paysager, plantations...).

Figure 126: Carte des zones sensibles (Source : Egis)



7.2.3.1. Hiérarchiser les enjeux environnementaux pour la recherche des tracés

La méthode prend de nouveau appui sur la base de données constituée au démarrage du processus et enrichie tout au long des projets grâce aux études et à la concertation. La connaissance des enjeux environnementaux s'est affinée, alors que les solutions techniques évoluent en fonction de la connaissance des enjeux. Un recueil de données complémentaire à celui effectué lors de la première étape est réalisé grâce à :

- Une nouvelle collecte de données auprès des administrations, entités et organismes concernés ;
- Des conventions d'échanges ou d'achats de données ;
- Les apports de la concertation, notamment au cours des groupes de travail ou des échanges bilatéraux au titre du dialogue continu avec les acteurs locaux ;
- Les études spécifiques conduites par des prestataires dans les domaines de compétences concernés (seconde année d'inventaires écologiques, études agricoles, sylvicoles, viticoles, sondages géotechniques, études paysagères, archéologie, urbanisme...) ;
- Les visites approfondies des territoires.

Ce recueil de données complémentaire est réalisé sur une bande de 2 000 mètres environ centrée sur le fuseau retenu (3 000 mètres pour les inventaires écologiques), soit une bande de 500 mètres (1 000 mètres pour les inventaires écologiques) de part et d'autre de ce fuseau.

Des investigations sur le terrain ont été réalisées dès janvier 2010, après le Comité de pilotage, dans les emprises du fuseau choisi et dans différents domaines : inventaires écologiques, diagnostic archéologique, études agricoles viticoles et sylvicoles, étude d'urbanisme, études géotechniques.... Ces études permettent d'affiner et d'approfondir l'analyse conduite en étape 1.

La grille environnementale utilisée en étape 1 est par ailleurs complétée afin de permettre une connaissance plus fine des territoires. Cette grille se distingue de celle de l'étape 1 sur les points suivants :

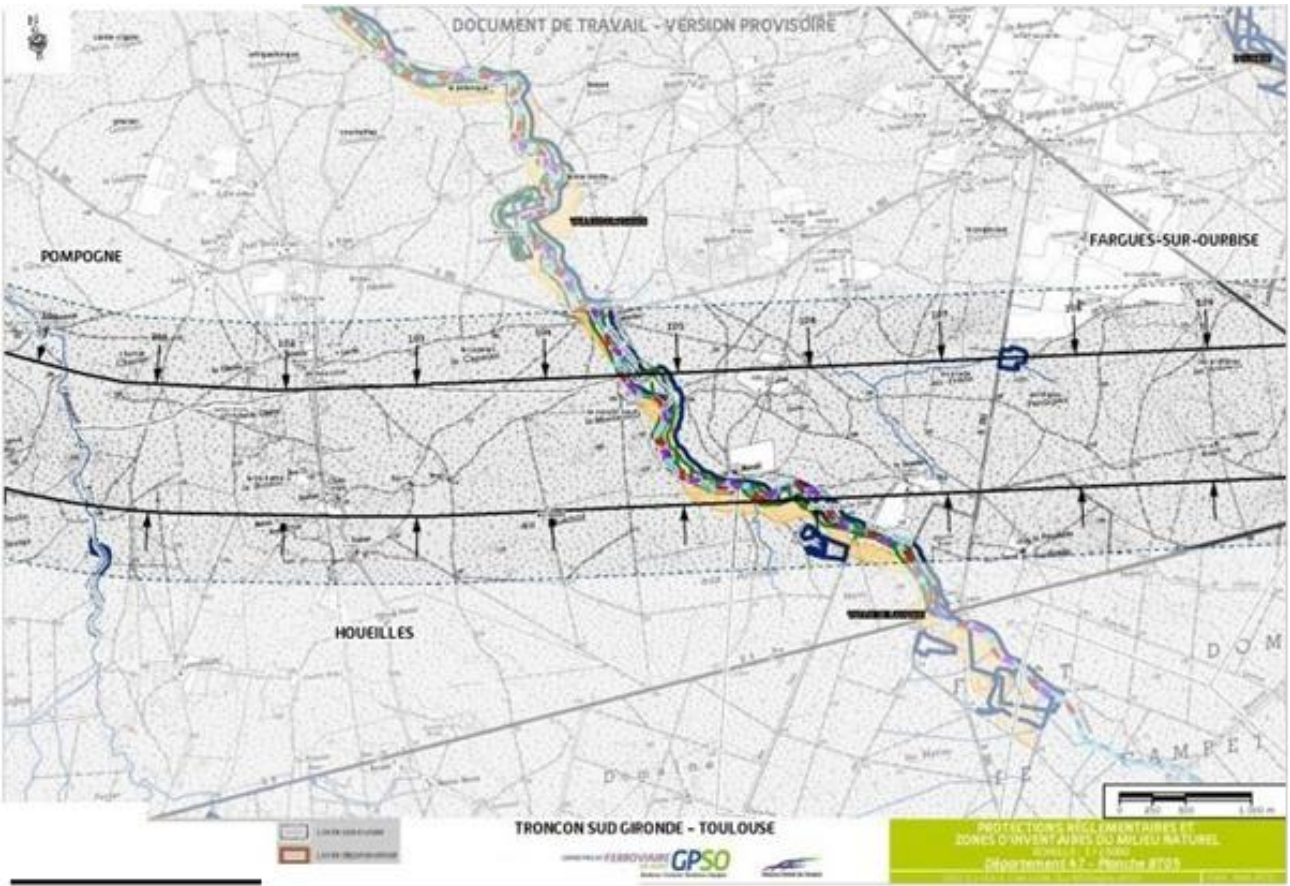
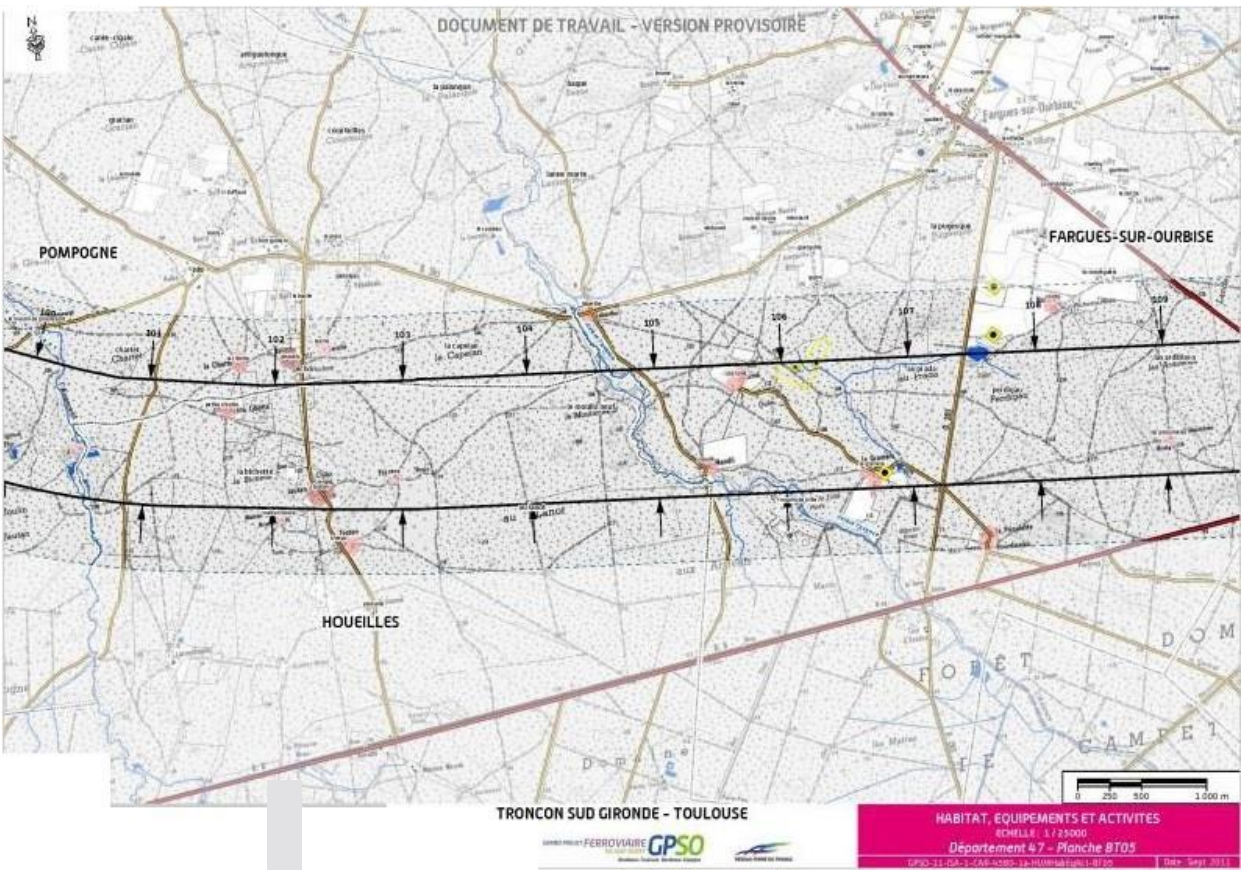
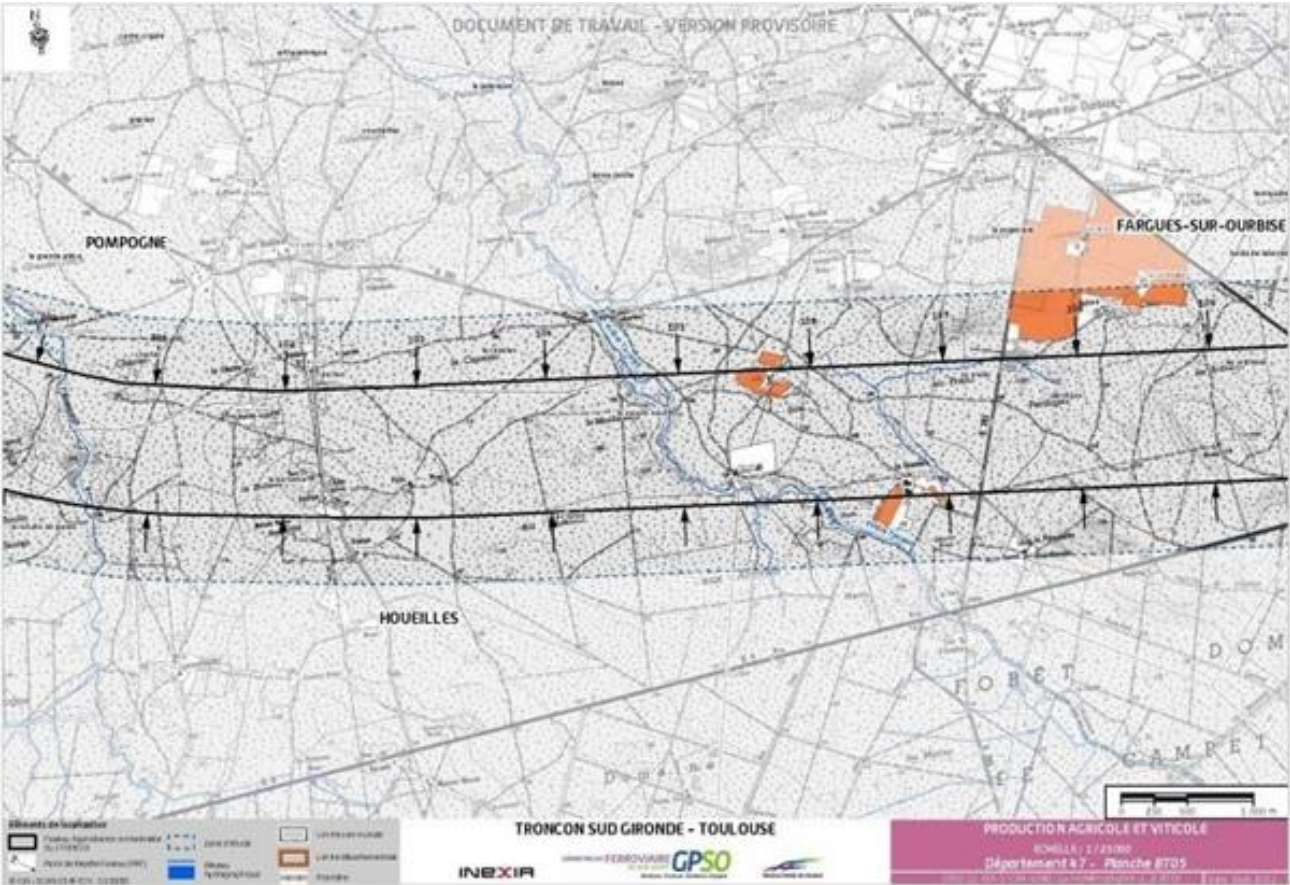
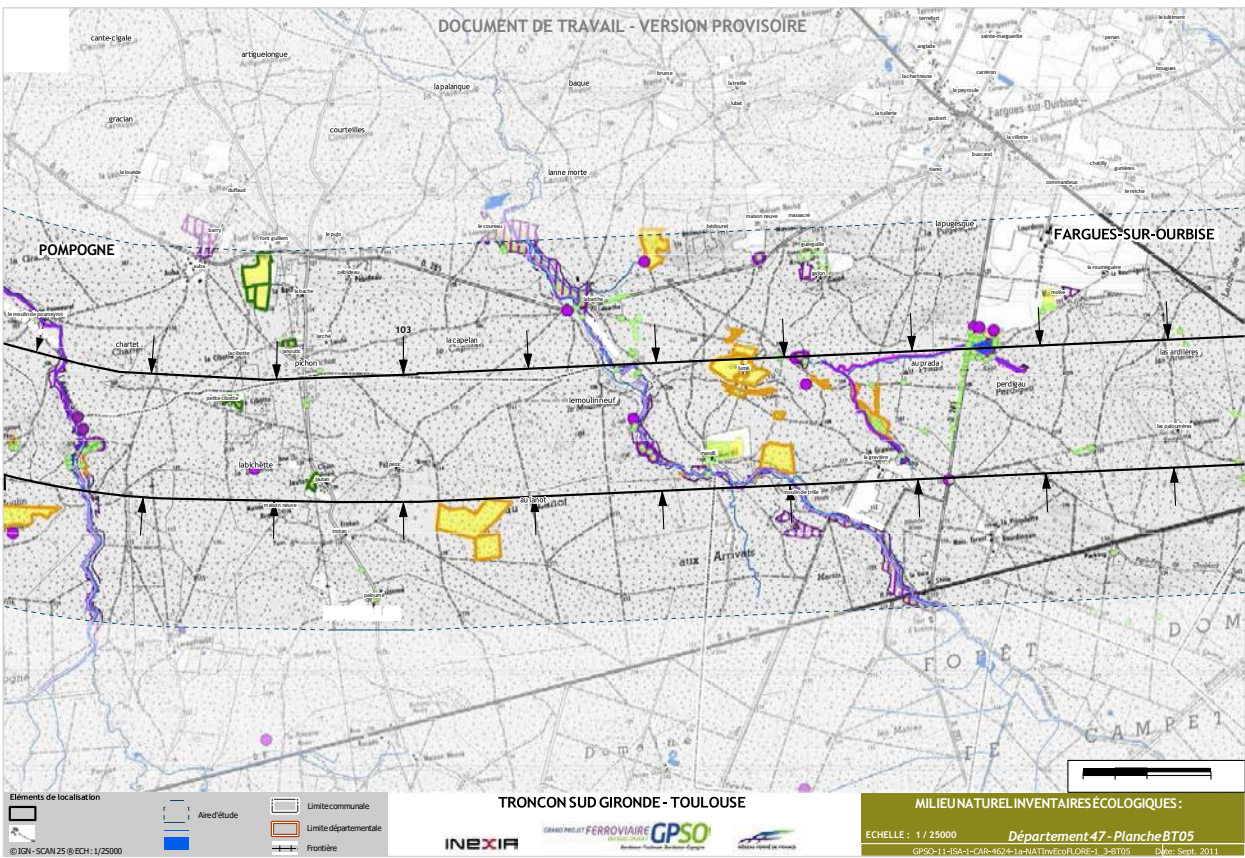
- La grille proposée en étape 2 est adaptée au regard de la connaissance acquise en étape 1 et du fuseau retenu par le Comité de pilotage ;
- Pour chacun des quatre thèmes de la grille, des critères supplémentaires sont ajoutés ou précisés ;
- Le niveau d'enjeu de certains thèmes et donc leur classement en enjeu faible, moyen, fort ou très fort peut évoluer, notamment par le biais de l'expertise apportée par les études spécifiques.

À l'échelle du fuseau préférentiel retenu, la connaissance approfondie des territoires a permis d'identifier les zones sensibles à éviter.

La grille d'analyse multicritères environnementale utilisée en étape 2 figure dans les tableaux présentés précédemment au chapitre 7.2.2.2, relatif à la hiérarchisation des enjeux en étape 1. Ces tableaux compilent les enjeux de l'étape 1 (en caractères noirs) et les enjeux ajoutés en étape 2 (en caractères verts).

Les cartes suivantes montrent la progressivité de la logique d'évitement, depuis la caractérisation du territoire et la hiérarchisation des enjeux, afin de déterminer les zones sensibles à éviter en priorité.

Figure 127: Les cartes des enjeux bruts caractérisent le territoire (Source : Inexia)



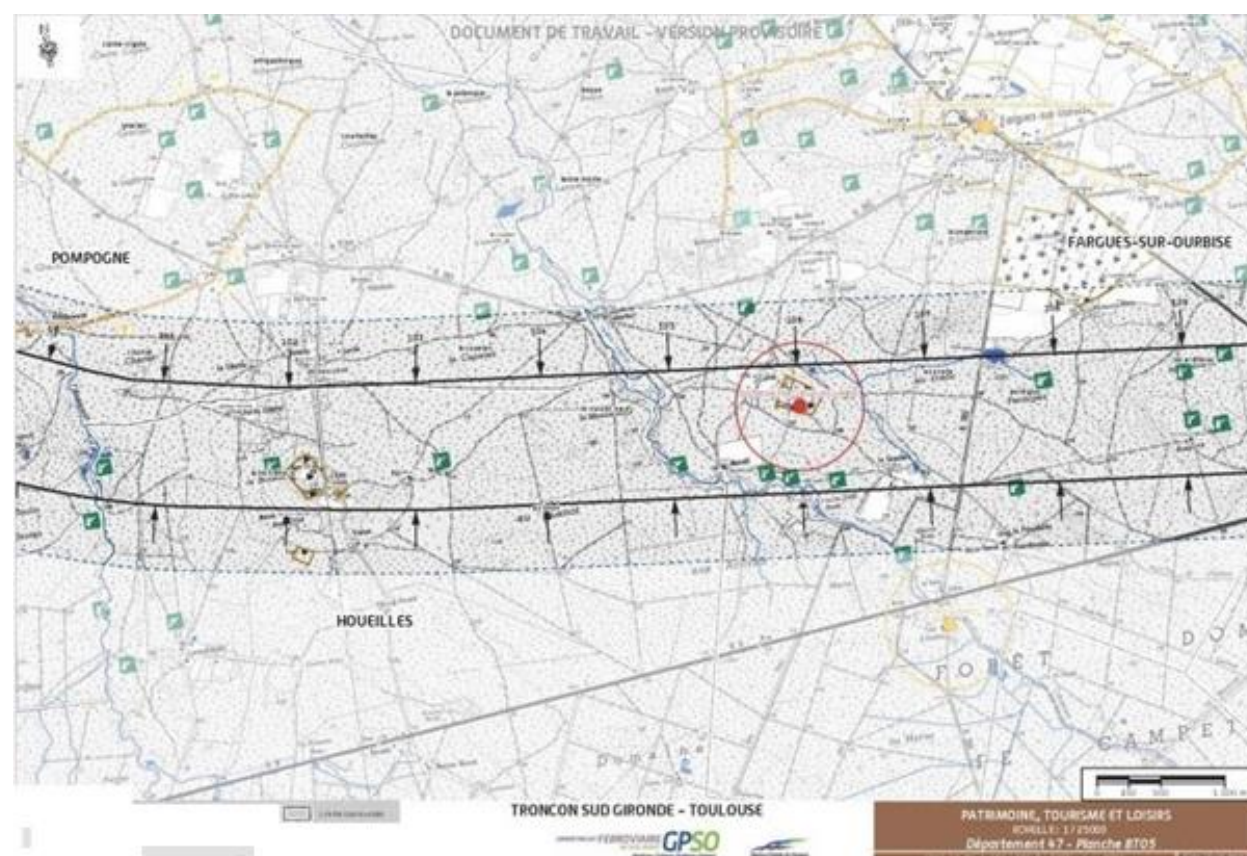


Figure 128: Les cartes d'enjeux hiérarchisés permettent de définir des zones sensibles afin d'établir des hypothèses de tracé (Source : Egis)

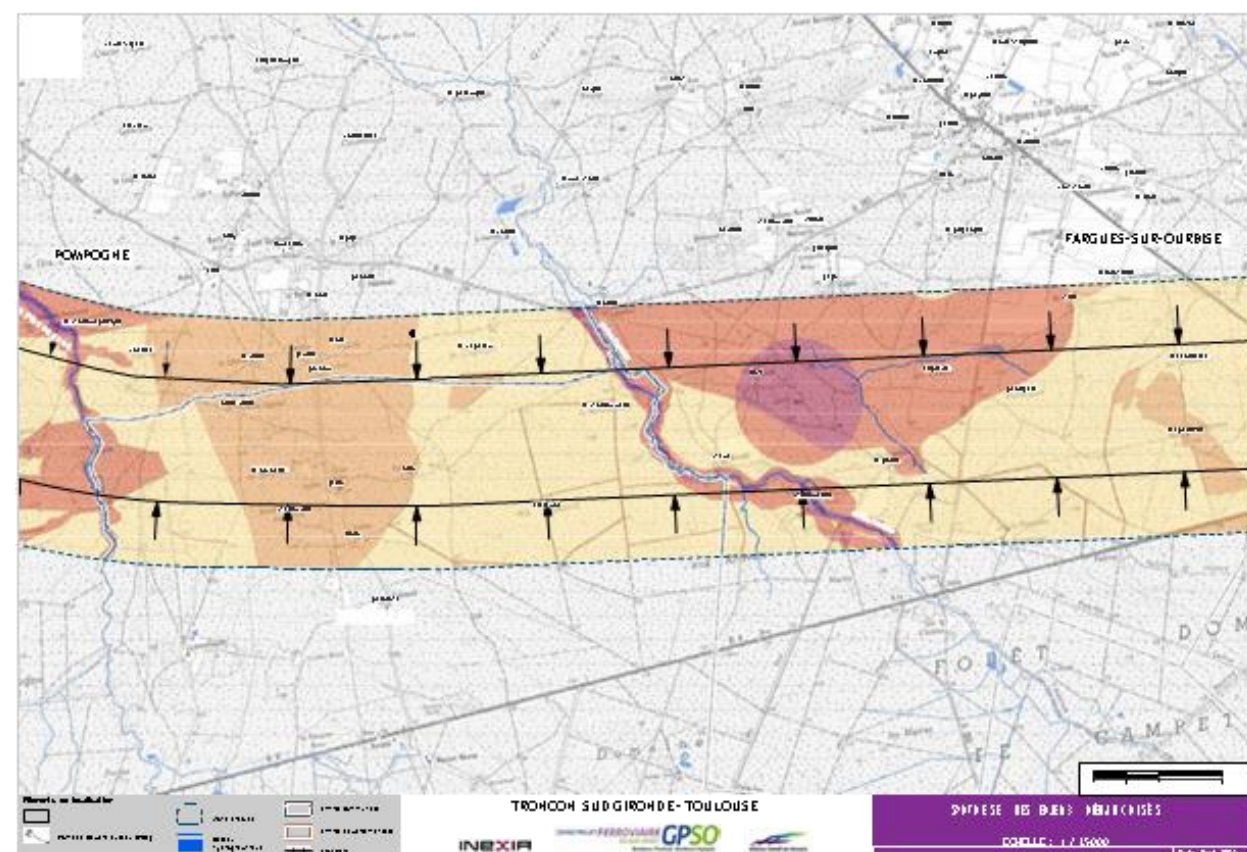
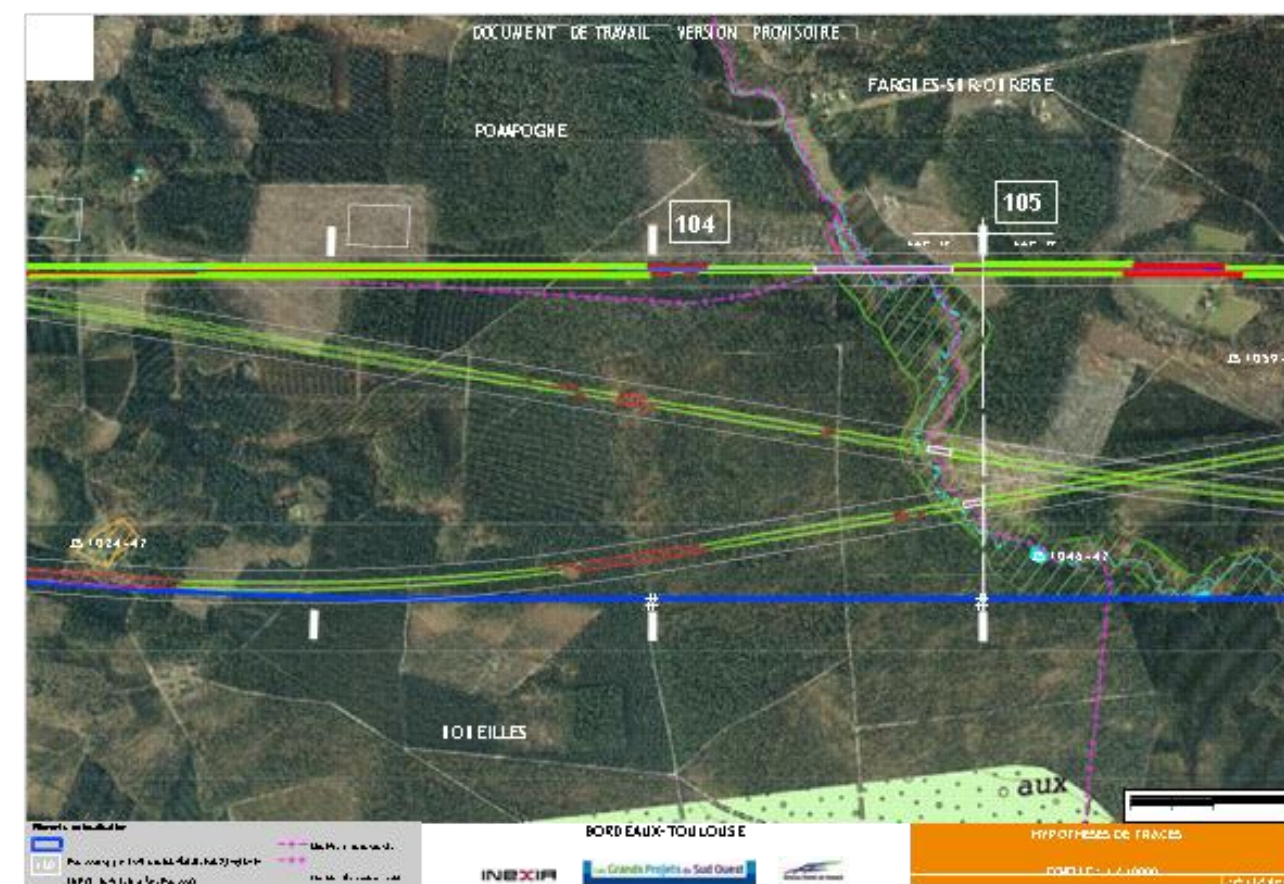


Figure 129: Définition des hypothèses de tracé au regard des enjeux hiérarchisés et des zones sensibles (Source : Egis)



7.2.3.2. La conception des hypothèses de tracé

Au lancement de l'étape 2, les projets, constitués du fuseau retenu, ont été divisés en une trentaine de secteurs.

Au sein de chacun de ces secteurs, plusieurs hypothèses de tracé ont été conçues, préférentiellement sur la base de l'évitement des zones sensibles. D'un secteur à l'autre, la conception de ces hypothèses a intégré la possibilité, à terme, de relier les hypothèses d'un secteur donné avec celles des deux secteurs voisins. Cela a permis de réaliser dans la majorité des cas un exercice d'analyse multi-domaines secteur par secteur, sans avoir à lier l'analyse d'un secteur à celle réalisée sur les secteurs mitoyens.

7.2.3.3. Évaluer et comparer les hypothèses de tracé

Les territoires et les hypothèses de tracé font ensuite l'objet d'une analyse multi-domaines partagée avec les différents acteurs de la concertation.

Cette analyse est construite sur les mêmes principes que celle réalisée pour la détermination du fuseau, mais les objectifs poursuivis au travers de chacune des thématiques (environnementale, fonctionnelle et technico-économique) ont évolué, en lien avec le niveau de connaissance des territoires et l'accroissement de la définition technique des projets.

L'analyse environnementale : la prise en compte des impacts résiduels

Pour l'analyse environnementale, la même décomposition a été adoptée pour la répartition des enjeux, avant leur qualification et leur hiérarchisation :

- Enjeux liés au milieu humain ;
- Enjeux liés au milieu physique ;
- Enjeux liés au milieu naturel et biologique ;
- Enjeux paysagers, patrimoniaux et archéologiques.

Une évolution importante est à noter par rapport à l'analyse réalisée sur la base des fuseaux potentiels en étape 1. L'avancement de la définition technique des hypothèses de tracé permet au-delà de l'identification des enjeux, d'évaluer les effets du projet sur ces enjeux.

Cette évaluation distingue les effets bruts des effets résiduels, c'est-à-dire résultant de l'application de mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces enjeux aux projets.

Pour chaque hypothèse traversant des zones sensibles identifiées, une analyse des mesures constructives (suppression et réduction des impacts) et compensatoires envisageables est réalisée afin d'identifier, à dire d'expert, le niveau d'impact résiduel atteignable.

Au terme de cette analyse, la comparaison est menée pour chacun des critères, accompagné d'une synthèse des résultats sous la forme d'un code couleur allant du vert au rouge selon le niveau d'impact résiduel :

	Faible
	Moyen
	Fort
	Très fort

Cette représentation est également utilisée pour l'analyse fonctionnelle (critère de performance) et pour l'analyse technico-économique (caractérisation technique).

Les résultats obtenus pour chacun des milieux environnementaux sont ensuite synthétisés sous la forme d'une analyse environnementale globale, avant agrégation avec les thématiques fonctionnelles et technico-économiques.

La méthode de comparaison environnementale de tracé prend désormais en compte les impacts résiduels de chacune des options.

L'analyse fonctionnelle : des indicateurs affinés

La définition d'hypothèses de tracé permet de poursuivre l'analyse des critères de performance et de respect des fonctionnalités, en y adjoignant des critères supplémentaires.

Le confort des voyageurs est évalué sur la base des ratios entre zones d'alignement et zones de courbes, pour chacune des hypothèses de tracé : plus la part des zones en alignement est importante, plus le confort offert au passager du train est important et plus ce critère est favorable.

De même, les thématiques de maintenance entrent en ligne de compte, avec l'étude des avantages et inconvénients offerts par les positionnements des équipements ferroviaires et des accès potentiels.

L'analyse technico-économique : une consistance de l'ouvrage et une estimation approfondie

L'analyse des hypothèses de tracé sur le plan technico-économique passe notamment par la caractérisation, en termes d'enjeux, des différents types d'ouvrages proposés pour chacune de ces hypothèses.

Les sections en déblais et remblais ont été caractérisées comme des enjeux faibles, mais les passages en déblais profonds et les viaducs ont été qualifiés d'enjeux forts, tandis que les ouvrages souterrains et les viaducs de taille exceptionnelle ont été considérés comme des enjeux très forts, du fait de leur complexité technique et leur impact vis-à-vis du coût des projets.

Par ailleurs, une estimation affinée du coût de construction de chacune des hypothèses de tracé a été réalisée afin de visualiser directement les différences de coûts générées par les écarts en termes de consistance technique.

7.2.3.4. Synthétiser par secteur le résultat de l'analyse multi-domaines

Au niveau de chaque secteur, une synthèse générale est réalisée, sur la base des synthèses préalablement réalisées par thème, afin d'identifier l'hypothèse de tracé la plus favorable.

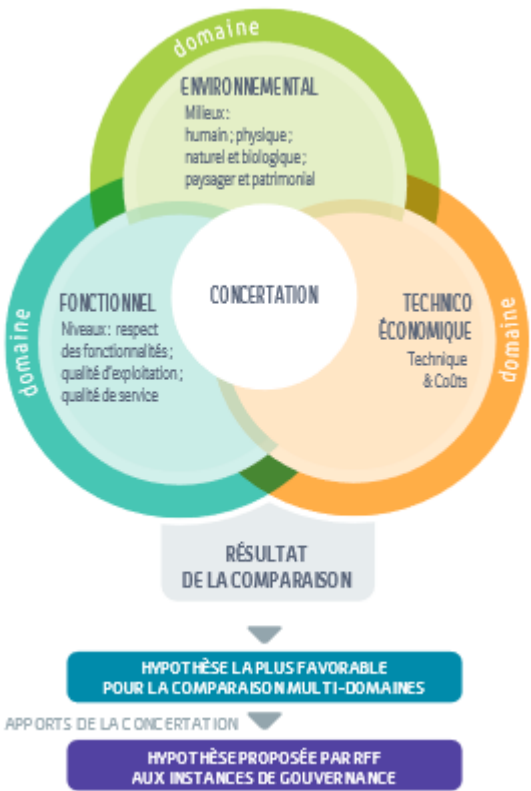
Cette analyse factuelle est ensuite soumise, secteur par secteur, aux acteurs de la concertation, afin de recueillir leur avis et d'enrichir la comparaison.

Le croisement de ces deux étapes permet d'avoir une vision globale du tracé le plus favorable.

SNCF Réseau est alors en mesure de faire une préconisation d'hypothèse de tracé à approfondir aux instances de gouvernance.

Le schéma général de la comparaison des tracés peut donc se résumer ainsi :

Figure 130: Étapes de la comparaison multi-domaines Etape 2 (Source : SNCF Réseau)



7.2.3.5. La conception du tracé proposé à l'enquête publique

La conception du tracé proposé à l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique a tenu compte des critères environnementaux, techniques et fonctionnels menés conjointement sur la base des éléments suivants :

- Évitement des enjeux ;
- Prise en compte des objectifs de développement durable de SNCF Réseau ;
- Prise en compte des thématiques spécifiques : agriculture et sylviculture, acoustique, paysage, vibratoire, hydrogéologie, ... ;
- Méthodologie des études hydrauliques et de drainage ;
- Prise en compte de la conception des ouvrages d'art...

7.3. Les méthodes d'évaluation spécifiques

Ce chapitre développe les méthodologies spécifiques mises en œuvre pour les différents domaines de l'étude d'impact.

7.3.1. Méthode d'évaluation des impacts

Les effets permanents

L'analyse des impacts en phase d'exploitation a été réalisée à deux niveaux :

- Le premier niveau correspond à une approche globale des impacts. Il s'agit des impacts génériques liés aux projets ferroviaires sur tout le linéaire (exemple : eaux de ruissellement de la plateforme ferroviaire) ;
- Le second niveau correspond à une évaluation des impacts localisés précisément au niveau du tracé (exemple : impacts localisés de chaque projet sur le bâti).

Pour chaque thème, les perturbations, les nuisances ou les modifications entraînées par chacune des opérations ferroviaires ont alors été appréciées et identifiées sur une cartographie.

Les mesures en phase exploitation ont été définies selon différents critères :

- Le respect de la réglementation : par exemple, le respect du règlement des documents d'urbanisme dans la conception du projet, le respect des prescriptions de PPRT ou des PPRI existants sur le territoire ;
- L'application de règles applicables à tout projet d'infrastructure, destinées à limiter les impacts sur l'environnement au sens large : privilégier les emprunts de carrières existantes plutôt qu'ouvrir une carrière, prévoir la récupération des eaux de ruissellement de la nouvelle plateforme, prévoir une insertion paysagère des aménagements, etc. ;
- L'application d'avis techniques formulés dans divers guides du Setra.

Les effets temporaires, notamment ceux liés à la période des travaux

L'analyse des effets en phase travaux a été réalisée à deux niveaux :

- Le premier correspond à une approche globale des impacts liés à la phase travaux. Il s'agit des effets génériques liés aux travaux sur tout le linéaire (exemple : émissions de poussières, pollution accidentelle liée à des fuites d'hydrocarbures des engins de chantier, etc.) ;
- Le second correspond à une évaluation des effets liés à la phase travaux localisés précisément au niveau du tracé (exemple : effets localisés de l'implantation des installations de chantier en zone inondable).

Les mesures en phase travaux ont été définies selon différents critères :

- Le respect de la réglementation : par exemple, le respect de la réglementation liée aux déchets, aux bruits de chantier, aux prescriptions des PPRI de Castelnau et de Saint-Jory, etc. ;
- La mise en place de bonnes pratiques destinées à limiter les impacts sur l'environnement en phase chantier : réduire les émissions de poussières, disposer de kits absorbants en cas de pollution accidentelle, interdire les installations de chantier dans les zones sensibles autant que possible, etc. ;
- L'application d'avis techniques formulés dans divers guides (« Chantiers routiers et préservation du milieu aquatique » du Setra par exemple).

La démarche d'évitement, de réduction et de compensation mise en œuvre par SNCF Réseau dans le cadre des études du GPSO a tenu compte des enjeux très forts liés aux cours d'eau.

Elle se poursuivra aux stades d'études ultérieures notamment dans le cadre des autorisations environnementales, particulièrement celles relatives aux travaux définitifs du GPSO.

Dans ce cadre, l'étude d'impact sera actualisée sur la base d'un projet technique plus finement calé, ce qui permettra, en plus des mesures constructives liées à la phase d'exploitation de la LGV, de définir avec précision les modalités de préservation des milieux en phase travaux et exploitation, et de suivi de l'efficacité des mesures mises en œuvre.

7.3.1.1. Le bilan carbone

Pour la réalisation du Bilan Carbone des lignes nouvelles et des aménagements ferroviaires au Sud de Bordeaux, SNCF RÉSEAU s'est attaché les services du cabinet spécialisé OBJECTIF CARBONE. Le cabinet Eco-Act a réalisé le Bilan Carbone du projet d'aménagement ferroviaire de la ligne existante au Nord de Toulouse.

Objectif Carbone a également réalisé le bilan carbone® prévisionnel global de l'ensemble des trois projets ferroviaires à l'occasion des études socio-économiques menées en parallèle de l'établissement des études techniques, fonctionnelles et environnementales.

Ce bilan carbone prend en compte la phase travaux, mais également la phase d'exploitation, ainsi que les parcours évités du fait des reports modaux, et les parcours d'approche nouveaux du fait de ces mêmes reports modaux et des trafics induits. La construction des matériels ferroviaires nécessaires à l'exploitation des projets mis à l'enquête a été également prise en compte.

La mise en place d'un fond d'arbitrage carbone a été envisagée pour les projets soumis à enquête. Il s'agit d'identifier et de réserver une ligne de budget spécifique qui aurait vocation à financer des surcoûts qui seraient occasionnés par le fait de retenir pour les projets soumis à enquête des solutions moins émettrices de CO₂.

Cette démarche s'appuie sur le cadre technique de l'élaboration de l'estimation du coût des projets portés par SNCF RÉSEAU : l'outil « Arc en Ciel » qui détaille dans sa version la plus aboutie, 2 500 éléments constitutifs d'un projet ferroviaire.

Au stade de définition d'un niveau APS, l'ensemble d'un projet est défini au travers d'un nombre restreint d'items détaillés dans la base « Arc en Ciel ». Le premier travail a consisté à chiffrer le contenu de chacun des items de la base « Arc en Ciel » utilisée à ce stade d'avancement du projet (soit environ 250 évaluations Carbone).

Bilan carbone de la phase conception/construction : 7 094 TECO₂/ km pour le projet de lignes nouvelles du GPSO

Approche méthodologique

La construction du bilan carbone s'appuie largement sur le descriptif du canevas de référence Arc en Ciel de SNCF RÉSEAU.

Le bilan carbone du canevas ARC EN CIEL

Le canevas Arc en ciel est un « détail estimatif multi niveau ». Au total 2 500 lignes sont proposées par Arc en ciel pour décrire dans le détail l'ensemble des opérations d'un projet ferroviaire, depuis les études amont et les acquisitions jusqu'au détail des travaux ferroviaires et des opérations connexes sur la gare et le réseau existant.

En phase APS, environ 250 « prix » permettent de décrire la construction de l'ouvrage. Ils sont choisis le plus souvent parmi des prix de niveau 3, 4 ou 5 (cf. extrait du tableau ci avant). À ce stade de définition d'un projet, un bilan carbone a été établi sur chacune de ces 250 lignes utilisées pour décrire le niveau APS.

Le bilan carbone des projets soumis à enquête (lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Dax, aménagements ferroviaires au Sud de Bordeaux et au Nord de Toulouse) a été établi à partir de la description détaillée du coût de réalisation (conception et construction de chacune des trois opérations du projet) et d'hypothèses sur les conditions d'exploitation et de maintenance des opérations.

Au cours de l'étape 3 des projets, leur optimisation a en partie été pilotée par l'intermédiaire du bilan carbone : recherche de solutions techniques de réalisation et d'exploitation plus performantes en matière d'émission de CO₂.

Figure 131: Le canevas Arc en Ciel (Source Objectif Carbone – 2012)

Repère	Niveau	Niveaux							Intitulé						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
50001	1	1							Etudes en phases amont						
50073	1	2							Etudes et Direction de travaux						
50191	1	3							Libération des emprises et Réaménagements fonciers						
50299	1	4							Génie Civil						
50301	2	4	1						Terrassements						
50788	2	4	2						Assainissement et traversées hydrauliques						
50848	2	4	3						Ouvrages d'art courants						
	3	4	3	1					Ponts rail sous ballast (hors terrassements et blocs techniques)						
	4	4	3	1	1				PRA Cadre en béton armé (1 travée)						
	5	4	3	1	1	1			RaCBA n°... (voie simple)						
	6	4	3	1	1	1	1		Etudes, contrôles, qualité et sécurité (entreprises)						
	6	4	3	1	1	1	2		Installations de chantier et tests						
	6	4	3	1	1	1	3		Fondations profondes et soutènements provisoires						
	6	4	3	1	1	1	4		Appuis et murs						
50874	7	4	3	1	1	1	4	1	Semelles et fouilles pour semelles						
50875	7	4	3	1	1	1	4	2	Culées - Piles - Élévations						
50876	7	4	3	1	1	1	4	3	Appareils d'appui						
50877	7	4	3	1	1	1	4	4	Murs en retour - Soutènements définitifs						
	6	4	3	1	1	1	5		Tablier						
50880	7	4	3	1	1	1	5	1	Construction du tablier						
50881	7	4	3	1	1	1	5	2	Mise en place du tablier (ripage, poussage, levage, lancement, chariot,						
	6	4	3	1	1	1	6		Equipements						
50884	7	4	3	1	1	1	6	1	Equipements du tablier (étanchéité, chapes, joints, ...)						
50885	7	4	3	1	1	1	6	2	Garde corps - Auvents caténares						
50886	7	4	3	1	1	1	6	3	Ecrans						
50887	7	4	3	1	1	1	6	4	Corniches - Évacuation des eaux						
50888	7	4	3	1	1	1	6	5	Autres équipements						

Un texte sommaire accompagne chaque évaluation en décrivant les procédés envisagés. Pour chaque descriptif, les principales quantités de matériaux et matériel mises en œuvre sont détaillées pour chaque ligne de prix. Ces données fondamentales reprises systématiquement pour chaque prix sont :

- La quantité de béton mis en œuvre (évaluée en m3/U) ;
- La quantité d'acier (évaluée en tonne/U) ;
- La quantité de carburant nécessaire (évaluée en litre/U) ;
- La quantité de chaux mise en œuvre (évaluée en kg /U) ;
- La quantité d'éléments divers (évaluée en kg CO2/U).

À partir de ces quantités unitaires, le contenu de la ligne de prix est évalué en utilisant les facteurs d'émissions primaires suivants :

- 1 m3 de béton consommé = 266 kg de CO 2 émis (ce qui correspond à un béton dosé à 250 kg de ciment CEM1 par m3, livré sur le chantier) ;
- 1 tonne d'acier = 2 145 kg de CO 2 (moyenne européenne, intégrant 50 % d'acier de première fonte et 50 % d'acier de ferraille) pour sa production et 0,147 kg de pour sa livraison depuis son lieu d'extraction initiale (ferraille ou minerai) ;
- 1 litre de carburant consommé = 3,24 kg CO 2/litre (émissions liées à l'extraction, le raffinage, la distribution et la combustion du carburant) ;
- 1 kg de chaux consommé = 1,1 kg de CO 2 émis pour sa production et 0,036 kg de pour sa livraison depuis la carrière de calcaire.

Tableau 28: Contenu CO2 par quantité unitaire (Source Objectif Carbone – 2012)

N° de prix	Désignation	Unité	Quantité unitaire					Émissions de CO2 correspondante	Explications et hypothèses
			Béton (m3 /U)	Acier (kg/U)	Carburant (litre/U)	Chaux (kg/U)	Divers (kge CO2 /U)	BC résultat en kge CO2 /U)	
5046	Traitements de la PST	/	/	/	0,561	36	/	42,7	250 m3 avec charrue d9 (302 kw), 1 pulvérisateur RM350 (373 kw) et un panier 18t (150 kw) soit une puissance totale de 825 kw + 2 % de chaux à 36kg/m3
50852	PRA Cadre en béton armé (1)	m2 S utile	4	400	80	/	70	2 645,9	Source : objectif Carbone - Synthèse Lot de 15 PRA CBA P

Les autres familles d'émissions

Il s'agit principalement des émissions induites par les frais généraux du chantier et la libération des emprises. Pour ces postes, les résultats de l'analyse effectuée à l'occasion de la réalisation du Bilan Carbone de la première phase de la branche Est de la LGV Rhin Rhône ont été repris.

La phase exploitation

L'exploitation englobe plusieurs postes d'émission : la maintenance de l'infrastructure, l'entretien des voies, les projets de renouvellement des voies et ballast (RVB), le suivi des ouvrages d'art, ... mais également la production et la maintenance du matériel roulant ainsi que le fonctionnement des gares. Elle englobe également le poste de loin le plus important : l'énergie de traction et les trajets des usagers pour se rendre en gare.

L'énergie de traction s'évalue à partir de trois jeux d'hypothèses : le trafic induit par cette nouvelle configuration de réseau, la consommation du matériel roulant et le contenu carbone de l'électricité consommée par les motrices.

Énergie de traction

L'énergie de traction s'évalue à partir de trois jeux d'hypothèses :

- a) Le trafic induit par cette nouvelle configuration de réseau ;
- b) La consommation du matériel roulant ;
- c) Le contenu carbone de l'électricité consommée par les motrices.

La consommation unitaire des trains dans le temps est considérée constante de 2023 à 2055 (extrait la synthèse ci-après) :

GPSO	Référence	Projet	Évolution Projet/Réf.
2023	417 Gwh	503 Gwh	86 Gwh
2030 -	432 Gwh	524 Gwh	92 Gwh
2030 +	430 Gwh	550 Gwh	120 Gwh
2040	462 Gwh	601 Gwh	139 Gwh
2055	507 Gwh	677 Gwh	170 Gwh

Le trajet amont des nouveaux passagers

Il s'agit de tenir compte des nouveaux voyageurs qui viendront en voiture à la gare. En général, les gares nouvelles TGV ne sont pas situées en centre-ville et une part importante des voyageurs s'y rend en voiture individuelle. D'une manière générale, ce trajet en voiture induit plus d'émissions de CO2 que le voyage en train que parcourra ensuite le voyageur.

Que ce soit en 2023, ou 2055, quelle que soit la partie de projet étudiée, les ordres de grandeurs donnés ci-après restent les mêmes :

- Près de 37 % des usagers du train utiliseront une voiture pour se rendre ou quitter la gare ;
- Ils parcourront en moyenne près de 25 km en voiture pour le rabattement et/ou la diffusion aux gares (32 km pour rejoindre un TGV, 23 km pour rejoindre un train grande ligne ou un SRGV, 13 km pour rejoindre un TER).

Le bilan dépend des émissions attendues pour les voitures individuelles sur ces mêmes horizons, et décrit dans la première partie.

GPSO	Référence
2023	8 570 teCo2
2030 -	8 360 teCo2
2030 +	14 939 teCo2
2040	14 080 teCo2
2055	14 516 teCo2
Cumul 2023 - 2055	433 115 teCo2

Le bilan de ces trafics routiers viendra progressivement avec les mises en service successives.

En cumul, les émissions de CO2 induites par les voitures se rendant aux gares est du même ordre que celles induites par l'énergie de traction.

Maintenance de l'infrastructure

Ces émissions ne sont pas estimées dans le détail à ce stade d'avant-projet. Ces volumes ont déjà été analysés dans des projets plus aboutis. À l'occasion de la réalisation du Bilan Carbone de la LGV Rhin Rhône, des données ont été collectées auprès de

l'infrapôle de Pagny sur Moselle, responsable de la maintenance de la LGV Est européenne. Il en ressort des émissions annuelles de l'ordre de 4,75 tonnes de CO2 par km de LGV (2 voies). Elles sont composées pour l'essentiel de :

- 38 % d'utilisation de voiture de service pour se rendre sur site et réaliser les visites d'inspections,
- 30 % de consommation de carburant pour le matériel de voie (ballastage, bourrage, meulage, désherbage, ...)
- 20 % de consommation d'énergie dans les bâtiments rattachés à cette activité
- 12 % induit par la production des matériaux mis en œuvre.

Maintenance du matériel roulant

Un Technicentre TER régional a fait l'objet d'un bilan carbone. Il traitait environ 25 000 tonnes de matériel (engins de traction électrique et diesel, wagon simple...) pour une émission de l'ordre de 1 000 teCO2 par an (chauffage, pièces détachées, consommables, déchets, ...).

Selon le même mode de calcul que décrit ci avant, une rame de 400 tonnes engendrerait 16 tonnes de CO2 de « maintenance » soit 0,13 gCO2 /voy.km.

À l'occasion de la réalisation du bilan carbone de la LGV Rhin Rhône, le Bilan Carbone du Technicentre Est européen en charge de la maintenance de 52 rames, a fait état de 900 teCO2 émises par an (70 % pour l'énergie du bâtiment, 10 % pour les consommables, 12 % pour les déchets, 8 % pour l'amortissement du bâtiment). Cela représente 17 tonnes de CO2 par rame, valeur proche de celle déjà visée ci avant.

La phase construction

Les frais généraux de chantier :

- Le fret des matériaux et du matériel (non compris le transport des matériaux de carrières, du béton, des aciers et de la chaux qui sont comptabilisés directement dans les formules de calcul de la base Arc en ciel) : **73 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- Les déplacements domicile – travail du personnel : **150 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- Les déplacements professionnels du personnel : **35 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- Les bases vie et l'amortissement du matériel : **5 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- L'amortissement du matériel : **5 teCO2 /km de lignes nouvelles.**

Les travaux préparatoires :

- Le changement d'affectation des sols : **513 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- Les études amont (AMO, MOA, MOeG, MOeP, ...) : **146 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- Les fouilles archéologiques : **18 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- Les réseaux concessionnaires : **18 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- Les plantations et clôtures : **72 teCO2 /km de lignes nouvelles ;**
- Les autres postes divers : **73 teCO2 /km de lignes nouvelles.**

7.3.1.2. Les évolutions de la méthodologie en 2024

Dans le cadre de la présente demande d'autorisation environnementale pour les investigations préalables de la ligne nouvelle Bordeaux-Toulouse, une analyse du bilan carbone établi au moment de la DUP a été réalisée en lien avec l'évolution factuelle du contexte depuis celle-ci.

En effet, le contexte a en effet évolué depuis 2014 du fait :

- **De l'adoption d'une stratégie nationale bas carbone (SNBC)** en 2015, révisée en 2020 et récemment en 2024 (SNBC 3) : introduite par la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), la stratégie nationale bas carbone est la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique. Elle donne des orientations pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable. Elle définit une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 2050 et fixe des objectifs à court-moyen terme, les budgets carbone. Elle a deux ambitions : atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et réduire l'empreinte carbone de la consommation des Français. Les pouvoirs publics, à l'échelle nationale comme territoriale, doivent la prendre en compte ;
- **De l'évolution des technologies déployées dans le secteur des transports** : électrification progressive du parc automobile, gains en efficacité énergétique des avions et déploiement des biocarburants, baisse de l'intensité carbone des déplacements en train tirée par la décarbonation du mix électrique français ;
- **Et du constat de la baisse du trafic aérien intérieur depuis 2020** (-19,2% en comparaison avec 2019, source tendanCiel - DGAC, février 2025).

En prenant en compte ces éléments, dans une approche conservatrice³ cohérente avec les standards en vigueur concernant la comptabilité carbone, et en réinterrogeant les hypothèses prises au moment de la DUP, il est possible de projeter que :

- L'estimation des émissions liées à la construction des lignes nouvelles (terrassements, génie civil, équipements ferroviaires, y compris les autres familles d'émissions telles que le changement d'affectation des sols, les déplacements du personnel de chantier, etc.) est globalement stable, le projet n'ayant pas évolué significativement dans son tracé ou ses modalités constructives. Cette phase construction est estimée à environ **2,4 millions de teqCO2** (soit 7 094 teqCo par km de ligne nouvelle et de raccordements). Les postes les plus émetteurs sont :
 - Les ouvrages d'art non courants car ils mettent en œuvre beaucoup de béton,
 - Les terrassements car ils mobilisent des rotations d'engins
 - Et les équipements ferroviaires parce qu'ils mettent en œuvre des matériaux émissifs comme l'acier des rails ou le cuivre des caténaires ;

Les investigations préalables et les études de conception détaillées permettront d'affiner ce chiffre qui ne retranscrit pas des leviers de décarbonation encore opérables aux modalités de mise en œuvre des travaux ;

- Les émissions de GES en phase d'exploitation de l'infrastructure (énergie de traction, déplacements des voyageurs, opérations de maintenance) était estimée au moment de la DUP à **25 000 teCO2 par an, dès la mise en service de la ligne nouvelle Bordeaux — Toulouse et 36 000 teCO2 par an, dès la mise en service du tronçon Sud Gironde-Dax**. En considérant un mix énergétique intermédiaire entre l'électricité française et l'électricité européenne, cette estimation sera très certainement améliorée en considérant le scénario de décarbonation de l'électricité française de la SNBC ;
- Enfin, compte tenu des évolutions en référence du trafic aérien à considérer, au regard des éléments précités, et après réalisation de plusieurs tests de sensibilité, on peut estimer que l'exploitation des lignes nouvelles permettra de compenser les émissions liées à la construction au plus tard à **2048, soit 16 ans après la mise en service et avant l'échéance de 2050 fixée pour la neutralité carbone dans la SNBC**.

³ En effet, afin de limiter le risque d'écart défavorable entre les prévisions et la réalité, les estimations réalisées tendent donc à majorer les émissions induites et à minorer les réductions d'émissions.

7.3.2. Le milieu humain

Ces enjeux se basent notamment sur des données collectées auprès des administrations, services de l'État, associations et autres acteurs des territoires concernés. Ont notamment été contactés :

- Les préfectures ;
- Les conseils régionaux (CR) et conseils départementaux (CD) ;
- Les directions départementales des territoires et les directions départementales des territoires et de la mer (DDT/DDTM) ;
- Les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL).

Le milieu humain est divisé en huit grandes thématiques :

- Le contexte socio-économique ;
- L'urbanisation, l'occupation réglementaire du sol et la planification du territoire ;
- Les risques technologiques et le risque feu de forêt ;
- Les infrastructures, réseaux et servitudes ;
- L'ambiance acoustique ;
- Les vibrations ;
- La qualité de l'air ;
- La santé.

Par ces thématiques, une approche globale a été menée sur l'ensemble des régions et départements desservis par les projets ferroviaires (Volume 2), puis sur l'ensemble des communes concernées par le fuseau retenu à l'issue de l'étape 2 (Volume 4).

7.3.2.1. Le contexte socio-économique

Les caractéristiques socio-économiques des communes comprises dans l'aire d'étude portent sur les données relatives à la population, aux activités, à la démographie et à l'habitat.

L'analyse de ces thèmes est basée sur :

- Les études et statistiques produites par l'INSEE pour différentes périodes (2021) ;
- Les éléments des documents d'urbanisme se rapportant au contexte socio-économique ;
- Une recherche bibliographique spécifique.

Les résultats du recensement réalisé par l'INSEE se basent sur le traitement des questionnaires du recensement, composés de bulletins individuels et de bulletins pour les logements.

L'analyse des caractéristiques socio-économiques des communes de l'aire d'étude se base essentiellement sur les résultats de l'exploitation principale des données du recensement.

Les données concernant la population active, les catégories socio-professionnelles et l'emploi se basent également sur les résultats des deux analyses.

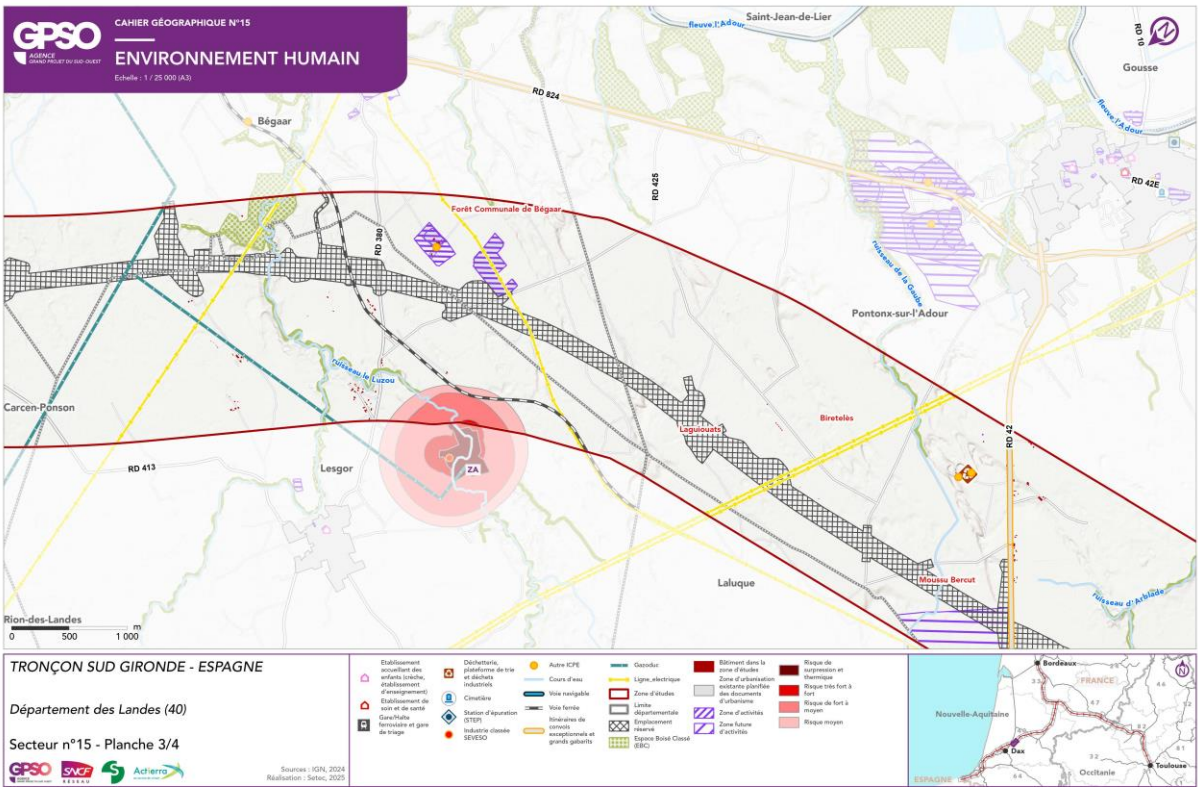
7.3.2.2. L'urbanisation, l'occupation réglementaire du sol et la planification du territoire,

Démographie et habitat

Les données relatives à la démographie et l'habitat sont issues des informations fournies par l'Institut National de la Statistique et des Études Economiques (INSEE) réalisées à partir des recensements récents de populations (2021).

La description de l'habitat s'est faite à partir de l'analyse de terrain réalisée dans le cadre de la DUP 2014 et de la photographie aérienne du secteur dans l'aire d'étude complétée par la consultation des documents d'urbanisme.

Figure 132: Exemple de cartographie de l'environnement humain (Source : Setec)



Les activités économiques

Les zones d'activités et les zones industrielles existantes ont également été répertoriées, ainsi que les zones en projet et les projets d'extension.

Les données proviennent :

- De recherches bibliographiques issues de l'état initial de 2014 ;
- Données INSEE 2021 ;
- BDTOPO ;
- Zones à urbaniser des documents d'urbanisme.

Les informations relatives aux activités économiques proviennent également de l'Atlas des parcs économiques réalisé par le Conseil départemental de Haute-Garonne, l'Agence d'Urbanisme et d'Aménagement du Territoire Toulouse Aire Urbaine (AUAT), la direction départementale des territoires de Haute-Garonne et la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de Toulouse.

Une étude menée par les agences d'urbanisme a été réalisée afin de mettre en évidence les perspectives d'aménagement et de développement des territoires. Elle présente les enjeux territoriaux et les recommandations en termes de mise en valeur de l'environnement urbain et naturel.

Les activités de production d'énergie renouvelable

En 2014, les centrales photovoltaïques et les Zones de Développement Eolien (ZDE) ont été recensées à partir de données provenant d'organismes locaux et de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME). La présence de ces centrales a été vérifiée par analyse d'orthophotographie. Des recherches ont été également réalisés sur les différents Géoportail disponibles en ligne.

7.3.2.3. Les risques technologiques

L'analyse des risques technologiques s'est basée sur la consultation :

- Du site Géorisques ;
- Du DDRM de la Haute-Garonne ;
- Du DDRM de la Gironde ;
- Du DDRM des Landes ;
- Du DDRM du Lot-et-Garonne ;
- Du DDRM des Pyrénées-Atlantiques ;
- Du DDRM du Tarn-et-Garonne ;
- Du site de la DREAL Occitanie ;
- Du site de la DREAL Nouvelle-Aquitaine ;
- Du rapport de présentation du Plan Particulier d'Intervention du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Golfech ;
- Du PPRt de la société MLPC ;
- Du PPRt de la société SPD.

L'analyse des sites et sols potentiellement pollués s'est basée sur la consultation :

- Du sites Géorisques ;
- De la base de données BASOL ;
- De la base de données BASIAS.

L'analyse des carrières s'est basée sur la consultation :

- Du sites Géorisques ;
- Du site du BRGM.

7.3.2.4. Les infrastructures, réseaux et servitudes

L'analyse des réseaux électriques s'est basée sur la consultation :

- De la base de données ODRE ;
- De la BD carto de l'IGN.

L'analyse des réseaux de gaz s'est basée sur la consultation :

- De la base de données ODRE ;
- De la BD carto de l'IGN.

L'analyse des infrastructures de transports s'est basée sur la consultation :

- De l'open data de la SNCF (réseau ferré, gares...) ;
- De la BD carto de l'IGN (voies ferrées, aéroports, réseau routier...) ;
- Du site de Transports en commun de Nouvelle-Aquitaine ;
- Du site de transports en commun d'Occitanie ;
- Des sites des itinéraires cyclables dans chaque département ;
- Du site du Géoportail pour les transports exceptionnels – Réseaux routiers ;
- Du site NaviForest (itinéraires de bois ronds...) ;
- Du Réseau routier dans OpenStreetMap ;
- De la carte de localisation des aéroports et aéroports en France (data. gouv).

7.3.2.5. L'ambiance acoustique

Les études acoustiques concernent les effets directs et les effets indirects des projets ferroviaires.

Les calculs acoustiques sont réalisés avec le logiciel de simulation acoustique CADNAA-MITHRA version 4.2.

Principes méthodologiques

La méthodologie acoustique intègre de manière fonctionnelle le plan de Développement Durable de SNCF RÉSEAU et le principe d'évitement des enjeux dès la conception des solutions techniques au travers de la concertation (échanges avec les collectivités, les élus et la population des territoires traversés) afin d'optimiser la connaissance de l'aire d'étude.

Les principes de protections acoustiques sont mis en cohérence avec les études paysagères, les acquisitions, les impacts (effets d'emprise) sur le foncier, les dépôts et la géométrie des projets, notamment le profil en long (positionnement par rapport au terrain naturel).

MÉTHODOLOGIE

Plusieurs cas de figure sont à considérer :

- La création de lignes nouvelles ;
- La prise en compte des modifications des rétablissements routiers ;
- La modification significative de lignes existantes (aménagement ferroviaires au Sud de Bordeaux et au Nord de Toulouse) pour lesquelles une problématique de Points Noirs de Bruit (PNB) ferroviaires peut exister ;
- La prise en compte des effets acoustiques indirects sur les lignes existantes ;
- La prise en compte de la multi-exposition acoustique entre les projets ferroviaires faisant l'objet de l'étude d'impact et les infrastructures routières et ferroviaires existantes actuellement.

Il s'agit pour les sections de lignes nouvelles et les raccordements sur les lignes classiques :

- De caractériser l'ambiance acoustique initiale, à l'aide de mesures de terrain réalisées en étape 2 et de données de trafic, ferroviaire et routier ;
- De réaliser l'étude d'impact acoustique des projets ferroviaires à l'horizon de 30 ans après sa mise en service (soit 2055 pour les 3 projets soumis à enquête).

L'objectif est d'améliorer la conception des projets afin que soit prise en compte la dimension acoustique et son traitement à la source dans l'élaboration des tracés en plan, des profils en long et des mesures de réductions tant paysagère que spécifiquement acoustique.

De même, pour le réseau ferroviaire existant faisant l'objet de modification, il s'agit :

- D'évaluer et de mesurer l'impact de la mise en service des projets sur les nuisances sonores le long des lignes existantes, à l'aide d'indicateurs probants (niveaux de bruit en façades des bâtiments, courbes isophones) ;
- D'identifier les secteurs concernés par un risque de modification significative de la contribution sonore ferroviaire et d'identifier les PNB actuels et créés ;
- De proposer une réponse à la continuité des itinéraires et à la croissance régulière des trafics hors projets, dans le respect des réglementations en vigueur.

CADRE RÉGLEMENTAIRE ET NORMATIF

Généralités

Les dispositions réglementaires relatives aux infrastructures ferroviaires nouvelles ou faisant l'objet de modifications, visent à éviter que le fonctionnement de ces infrastructures ne crée des nuisances sonores excessives. Pour ce faire, elles définissent les niveaux de bruit maximaux admissibles au-delà desquels les bâtiments les plus sensibles, situés aux abords de ces infrastructures, ne doivent pas être exposés. Le cas échéant, elles définissent également les modalités de protection par un traitement direct de l'infrastructure ou de ses abords immédiats et/ou par insonorisation des façades.

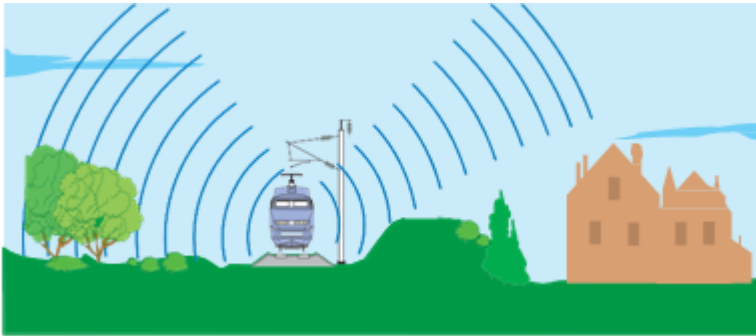
Le cadre réglementaire est défini pour trois familles de travaux touchant à l'infrastructure ferroviaire :

- Les travaux de création de voies ferrées ;
- La prise en compte des effets acoustiques indirects sur les lignes existantes ;
- Les travaux de modification, dite significative, de voies ferrées existantes.

Pour le réseau existant non affecté par les travaux ci-dessus mentionnés, le législateur a également prévu des dispositifs de rattrapage pour protéger les riverains de niveaux de bruit excessifs : ce sont les opérations de résorption de Point Noir du Bruit (PNB) sur le réseau ferré national.

Figure 133: Principes de protections acoustiques (Source : SNCF Réseau)

Merlon acoustique unilatéral



Écran acoustique unilatéral





TEXTES RÉGLEMENTAIRES, CIRCULAIRES ET NORMES EN VIGUEUR

Textes réglementaires et circulaires

S'agissant des textes réglementaires relatifs à la création de voies ferrées nouvelles ou à la modification de voies ferrées existantes :

- Les articles L 571-1 à L571-26 du livre V du code de l'environnement reprenant la loi n°92.1444 du 31 décembre 1992, notamment l'article L571-9 ;
- Les articles R571-44 à R571-52 du livre V du code de l'environnement reprenant le décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 ;
- L'arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires.

S'agissant des textes réglementaires relatifs à la politique des points noirs de bruit ferroviaire du réseau national :

- Le décret n° 2002-867 du 3 mai 2002 relatif aux subventions accordées par l'État concernant les opérations d'isolation acoustique des points noirs du bruit des réseaux routier et ferroviaire nationaux ;
- L'arrêté du 3 mai 2002 pris pour l'application du décret n° 2002-867 du 3 mai 2002 relatif aux subventions accordées par l'État concernant les opérations d'isolation acoustique des points noirs du bruit des réseaux routier et ferroviaire nationaux.

En application de l'article L. 571-10 du code de l'environnement, les textes suivants réglementent les modalités du classement sonore des grandes voies existantes :

- Le décret n°95-21 du 9 janvier 1995, relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le code de l'urbanisme et le code de la construction et de l'habitation ;
- L'arrêté du 30 mai 1996, relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et de l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

À ces différents textes directement applicables aux voies ferrées nouvelles et aux modifications de voies existantes, on peut ajouter les textes découlant de la Directive Européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à la gestion du bruit dans l'environnement :

- Les articles L572-1 à L572-11 du code de l'environnement reprenant ceux de la loi 2005-1319 du 26 octobre 2005 ratifiant l'ordonnance 2004-1199 du 12 novembre 2004 prise en transposition de la directive 2002/49/CE ;
- Le décret n°2006-361 du 24 mars 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et modifiant le code de l'urbanisme ;
- L'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

Enfin la méthodologie des études acoustiques est cohérente de manière générale avec le décret relatif aux études d'impact paru le **29 décembre 2011**.

NORMES APPLICABLES

Normes de mesurages :

- La norme NF S 31-010 de décembre 1996 « caractérisation et mesurage » du bruit dans l'environnement - Méthodes particulières de mesurage « amendée par la version NF S 31-010/A1 pour ce qui concerne la prise en compte des données météorologiques » ;
- La norme NF S 31-110 de novembre 2005 « caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation » ;
- La norme NF S 31-088 d'octobre 1996 « caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire », qui constitue la méthode de mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire : l'application de cette norme est exigée par l'article 5 de l'arrêté du 8 novembre 1999 pour le contrôle in situ des contributions sonores de long terme en façade ;
- La norme NF S 31-085 de novembre 2002 « caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier » ;
- La norme NF S 31-057 « Vérification de la qualité acoustique des bâtiments » complétée par la norme NF EN ISO 717-1 (classement français NF S 31-032-1), qui constituent les références pour la mesure et l'évaluation de l'isolement acoustique standardisé pondéré DnT,A,tr des bâtiments : l'application de ces normes est exigée par l'article 5 de l'arrêté du 8 novembre 1999.

Normes de calculs acoustiques :

- La norme NF S 31-130 de décembre 2008 « Cartographie du bruit en milieu extérieur - élaboration des cartes et représentation graphique » qui définit notamment les codes couleurs pour les représentations cartographiques ;
- La norme NF S 31-132 de décembre 1997 « Méthodes de prévision du bruit des infrastructures de transports terrestres en milieu extérieur » – Typologie des méthodes de prévision » qui définit 5 classes (de la classe 1a à la classe 3 +) de méthode de prévision du bruit des infrastructures routières et ferroviaires ;
- La norme NF S 31-133 de février 2007 « Bruit des infrastructures de transports terrestres -calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques » qui constitue la méthode nationale de référence pour la prévision des niveaux sonores en milieu extérieur, notamment pour les infrastructures de transports terrestres. Il s'agit en fait de la normalisation de la méthode dite « Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit – version 1996 » (NMPB 96) intégrant les spécificités du bruit ferroviaire (NMPB Fer) et qui s'avère être conforme aux exigences de l'article 6 de l'arrêté du 8 novembre 1999.

Référentiel technique

- Bruit et études routières manuel du chef de projet – SETRA/ CERTU – Octobre 2001 : fixe les méthodologies pour la réalisation des études routières. Ces méthodologies peuvent être transposables, dans une certaine mesure, pour les études acoustiques ferroviaires ;
- Les écrans acoustiques – Guide de conception et de réalisation – CERTU – Décembre 2007 – Cet ouvrage spécifie notamment les performances acoustiques à prendre en compte dans les études selon la destination de l'ouvrage de protection ;
- Guide du bruit des transports terrestres – Prévision des niveaux sonores CETUR 1980 ;
- Méthode et données d'émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire dans l'environnement – SNCF RÉSEAU / SNCF / METTATM – Version du 30 janvier 2006. Ce document fixe les émissions sonores connues d'un certain nombre de matériels roulants et les analogies à considérer pour les matériels roulants ne figurant pas explicitement dans la base de données fournie (en cours de modification).

Fiches de cadrage et de doctrine bruit de SNCF RÉSEAU

- Fiche 1 : Classement sonore des infrastructures ferroviaires
- Fiche 7 : Études acoustiques à mener dans le cadre des projets de lignes nouvelles
- Fiche 8 : Études acoustiques à mener dans le cadre des projets d'aménagement de lignes existantes

Étude acoustique des lignes nouvelles
CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE SPÉCIFIQUE AUX TRACÉS NEUFS

Principes généraux

Le principe général de loi est fixé dans l'article L571-9 du code de l'environnement et demande que les nuisances sonores soient prises en compte lors de la conception, l'étude et la réalisation des aménagements des infrastructures de transports terrestres.

L'article R571-44 du code de l'environnement précise que la conception, l'étude et la réalisation d'une infrastructure de transports terrestres nouvelle sont accompagnées de mesures destinées à éviter que le fonctionnement de l'infrastructure ne crée de nuisances sonores excessives.

L'article R571-52 du code de l'environnement précise que la réglementation relative au bruit des aménagements ferroviaires « s'applique aux infrastructures nouvelles et aux modifications ou transformations significatives d'une infrastructure existante, dont l'acte décidant l'ouverture d'une enquête publique en application de l'article L. 11-1 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique ou du décret du 23 avril 1985, ou l'acte prorogeant les effets d'une déclaration d'utilité publique est postérieur de plus de six mois à la date de publication de l'arrêté » (soit le 8 novembre 1999 pour les infrastructures ferroviaires).

L'article R571-47 du code de l'environnement précise que la potentialité de gêne due au bruit d'une infrastructure de transports terrestres est caractérisée par des indicateurs qui prennent en compte les nuisances sonores des périodes représentatives de la gêne des riverains de jour et de nuit. Pour chacune de ces périodes, des niveaux maxima admissibles pour la contribution sonore de l'infrastructure sont définis en fonction de la nature des locaux, de leur mode d'occupation, et du niveau sonore préexistant.

Indicateurs retenus et périodes réglementaires

L'article 1er de l'arrêté du 8/11/1999 définit les indicateurs de gêne ainsi que les périodes à prendre en compte. L'indicateur de gêne (noté If) est fondé sur :

- Pour la période diurne, le niveau de pression acoustique pondéré A pendant la période de 6 heures à 22 heures (noté LAeq (6 h - 22 h)) pour la seule contribution sonore de l'infrastructure concernée ;
- Pour la période nocturne, le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A pendant la période de 22 heures à 6 heures (noté LAeq (22 h - 6 h)) pour la seule contribution sonore de l'infrastructure concernée.

Remarque : En pratique, dans les études acoustiques, il est d'usage de ne retenir que le niveau de pression acoustique pondéré A (noté LAeq), cet indicateur étant celui qui est utilisé à la fois pour les mesures (conformément aux normes en vigueur) et pour les calculs (cf. norme NF S 31-133 notamment).

L'indicateur de gêne ferroviaire If se déduit alors du niveau LAeq suivant les formules ci-dessous :

- If,jour = LAeq(6h-22 h) – 3 dB(A).
- Ifnuit = LAeq(22h-6 h) – 3 dB(A).

En complément des calculs des indicateurs de bruit réglementaires en période diurne (6h-22 h) et nocturne (22h-6 h), le niveau de bruit correspondant à un indicateur événementiel, basé sur le temps de passage d'un convoi, pourra ponctuellement être évalué afin de nuancer l'analyse et anticiper les éventuels sites sensibles et en tenir compte dans les phases ultérieures de conception des projets (agir sur le profil en long par exemple). SNCF RÉSEAU précisera ultérieurement son mode calculatoire (travaux de recherche en cours).

Objectifs réglementaires

L'article 2 de l'arrêté du 8/11/1999 et l'annexe II de la circulaire du 22/02/2002 définissent les valeurs limites à ne pas dépasser pour la contribution sonore de l'infrastructure ferroviaire et ce pour chacune des deux périodes réglementaires. Ces seuils sont fonction :

- De l'usage et la nature des locaux concernés ;
- De la vitesse d'exploitation de la ligne nouvelle étudiée ;
- De l'ambiance sonore préexistante.

Usage et nature des locaux		Lignes LGV circulées à plus de 250 km/h		Autre lignes	
		LAeq (6 h-22 h)	LAeq (22 h-6 h)	LAeq (6 h-22 h)	LAeq (22 h-6 h)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée		60 dB(A)	55 dB(A)	63 dB(A)	58 dB(A)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de nuit ou non modérée		65 dB(A)	60 dB(A)	68 dB(A)	63 dB(A)
Etablissement de santé, de soins, d'action sociale.	Salles de soins et réservées au séjour des malades	57 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	58 dB(A)
	Autres locaux de soin, de santé et d'action sociale	60 dB(A)		63 dB(A)	
Etablissement d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)		60 dB(A)	-	63 dB(A)	-
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée		65 dB(A)	-	68 dB(A)	-

Ces valeurs sont supérieures de 3 dB(A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

Elles sont également supérieures de 3 dB(A) aux valeurs qui seraient indiquées en termes d'Indice de gêne ferroviaire If.

La définition des zones d'ambiance sonore modérée est donnée à l'article 2 de l'arrêté du 8/11/1999.

Une zone est qualifiée d'ambiance sonore modérée si une grande partie des niveaux de bruit ambiant, en façade des logements, respecte les critères définis ci-dessous. L'appréciation de ce critère d'ambiance sonore est à rechercher pour des zones homogènes du point de vue de l'occupation des sols et non pas par façade de bâtiment.

Type de zone	Bruit ambiant existant avant travaux toutes sources confondues (en dB(A))	
	LAeq (6 h - 22 h)	LAeq (22 h - 6 h)
Modérée	< 65	< 60
Modérée de nuit	≥ 65	< 60
Non modérée	< 65	≥ 60
	≥ 65	≥ 60

Horizon d'études

La situation après travaux à considérer pour la définition de l'impact acoustique de l'infrastructure couvre normalement la durée de vie de celle-ci. En général, et par souci de simplification, la situation après travaux est communément appréciée sur une période de 20 ans.

Dans le cadre spécifique des projets de lignes nouvelles, SNCF Réseau a pris l'engagement de considérer une situation après travaux sur une période de 30 ans après la mise en service de l'infrastructure nouvelle. Cet horizon correspond à l'éventualité de la réalisation d'infrastructures nouvelles génératrices de trafics supplémentaires sur les infrastructures des opérations ferroviaires, et pour améliorer, le cas échéant, le niveau de protection à la mise en service. Cet engagement permet de répondre aux objectifs de développement durable des projets.

ÉTUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DES PROJETS DE LIGNES NOUVELLES

Préambule

Le tracé des lignes nouvelles, étudié en étape 2, a été optimisé lors de l'étape 3. Une analyse plus fine d'un point de vue acoustique du territoire aux abords de ce tracé (sur le premier fronton des bâtiments) est effectuée.

La caractérisation de l'état initial acoustique réalisée en étape 2 est reprise.

Cette caractérisation permet notamment de définir les ambiances sonores préexistantes qui vont conditionner les objectifs réglementaires.

Le tracé optimisé de l'étape 3 est intégré géométriquement dans le modèle CADNAA-MITHRA de l'étape 2.

Les données de trafic de long terme sont également prises en compte en vue de la définition de l'émission sonore de la ligne nouvelle.

L'impact acoustique de la ligne nouvelle est établi. Il permet de faire la part des bâtiments sensibles redevables d'une protection acoustique de ceux qui ne le sont pas. Les protections, positionnées prioritairement à la source ou aux abords immédiats de la source seront alors dimensionnées. Le cas échéant, des traitements complémentaires de façade sont proposés.

Caractérisation de l'état initial acoustique

Le diagnostic acoustique de la situation actuelle est repris de l'étape 2 des lignes nouvelles. Il a été établi à partir de mesures de bruit in-situ et du classement sonore des infrastructures de transport terrestre (routes et lignes ferroviaires) existantes.

Lors de l'étape 2 de l'étude des lignes nouvelles, il a été décidé en accord avec SNCF RÉSEAU de considérer l'ensemble du secteur d'études traversé par les lignes nouvelles en zone d'ambiance sonore préexistante modérée. Ainsi les seuils réglementaires à respecter sont les plus contraignants. Cette hypothèse est favorable à la protection sonore des riverains.

Mesures acoustiques

Une campagne de 29 mesures acoustiques situées entre Bordeaux et Toulouse et entre le Sud Gironde et le Nord de Dax a été effectuée en 2011. Les emplacements des points de mesure ont été choisis comme susceptibles de se trouver en zone d'ambiance non modérée, car à proximité d'infrastructures de transports structurantes. La localisation des points de mesures se situe dans le volume 4 de l'étude d'impact.

Classement sonore des infrastructures de transport terrestre

Une carte du classement sonore des infrastructures de transport terrestre existantes est réalisée et analysée pour indiquer les zones susceptibles d'être situées en zone d'ambiance sonore non modérée.

Identification du bâti sensible

Les bâtiments sensibles, tels que définis réglementairement, sont identifiés aux abords du tracé à approfondir en se basant :

- Sur les éléments collectés in situ à l'occasion des mesures ou de repérage terrain ;
- Sur les données issues du levé topographique effectué au printemps 2010 ;
- Sur les demandes d'avis de permis de construire transmise à SNCF RÉSEAU ;
- Enfin, sur le levé aéroporté du 13 janvier 2011 (prestation réalisée par FIT Conseil) qui permet une identification des différents bâtiments à l'aide des vues obliques selon la nomenclature suivante :
 - Logements (individuels/collectifs),
 - Établissements de santé, de soins et d'action sociale (par exemple, Crèche, hôpitaux, cliniques, maisons de retraite, maisons de repos, ...),
 - Établissements d'enseignement (écoles primaires, collèges, lycées, universités, Centre de formations pour adultes, ...),
 - Bâtiments administratifs et publics (mairies, gares, aéroports, préfectures, ...),
 - Bâtiments commerciaux et industriels,
 - Divers (tout ce qui ne rentre pas dans les autres catégories).

Figure 134: Bâti à Saint-Porquier (Source : SNCF Réseau)



ÉTUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DU TRACÉ OPTIMISÉ EN ÉTAPE 3

Modélisation géométrique

La modélisation géométrique réalisée en étape 2 a été reprise en étape 3 sur les secteurs modifiés.

Cette modélisation géométrique a été établie sous le logiciel CADNAA-MITHRA – version 4.2 (incluant le module ferroviaire) qui permet l’import simplifié et automatique des éléments permettant la définition du site en 3D :

- Terrain naturel sous la forme de polygones 3D ;
- Zones de remblais / déblais (talus) sous la forme de polygones 3D ;
- Ouvrages d’art, entrées d’ouvrages souterrains, rétablissements routiers (le cas échéant) ... ;
- Voies de communication existantes (routes, autoroutes, voies ferrées) sous la forme de polygones 3D ;
- Bâtiments (polygones en 3D définissant le bord du toit au niveau de la gouttière).

Le tracé optimisé est intégré géométriquement dans le modèle CADNAA-MITHRA en 3D sur la base :

- Du profil en long en 3D fourni à l’axe ;
- D’un profil en travers type pour la plateforme ferroviaire nouvelle ;
- Des entrées en terre définissant les secteurs de remblais /déblais ou de voie au terrain naturel ;
- Des principaux rétablissements routiers.

Les bâtiments faisant l’objet d’une acquisition, car concernés par les emprises des projets sont supprimés du modèle de calcul. Les bâtiments acquis par SNCF RÉSEAU, mais hors emprises travaux font l’objet d’une étude acoustique au même titre que les bâtiments non acquis par SNCF RÉSEAU.

Paramètres	Valeur
Normes	NMPB fer
Méthode de calcul	Par balayage angulaire, compatible MithRA
Nombre de rayons	100
Distance	1 500
Ordre de réflexions	5
Absorption du sol	1 (herbe, prairie, sol forestier, ballast...) Paragraphe 8.3.1 de la norme NF S 31-133
Périodes de références	Jour (6h-22 h) Nuit (22h-6 h)
Indicateurs calculés	LAeq (6h-22 h) et LAeq(22h-6 h)

Traffics ferroviaires

Les circulations considérées sont définies, du point de vue de leur émission sonore, sur la base du document de référence suivant : « Méthode et données d’émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire dans l’environnement » – SNCF RÉSEAU / SNCF / METTATM – Version du 30 janvier 2006.

Ces données sont intégrées sur chaque voie ferroviaire dans le logiciel CADNAA qui calcule la puissance acoustique de la voie par période réglementaire à partir des spectres acoustiques de chaque type de train (dépendant de leur vitesse et de leur quantité).

Remarques :

- Le logiciel CADNAA – MITHRA répond aux exigences de la norme NF S 31-133 de février 2007 tant en ce qui concerne les spécificités du bruit ferroviaire que la propagation à distance en intégrant les effets météorologiques (NMPB Fer) ;

- Pour les circulations roulant à plus de 300 km/h (au plus 350 km/h) et en l’absence de données validées à ce jour pour les vitesses supérieures à 300 km/h, il a été retenu la même loi de variation de la puissance acoustique en fonction de la vitesse que pour les circulations inférieures à 300 km/h.

Paramètres de calcul

Les paramètres de calculs utilisés sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Le coefficient d’absorption du sol est maintenu égal à 1 conformément au paragraphe 8.3.1 (caractérisation des sols) de la norme NF S 31-133 de 2007 qui précise que pour des sols de type herbe, prairie, sol forestier, ballast, etc., le coefficient G est pris égal à 1.

Paramètres météorologiques

En application de l’Arrêté du 8 novembre 1999, les conditions météorologiques sont prises en compte dans les calculs dès les premiers mètres.

Le calcul est conforme au décret du 24 mars 2006 (paragraphe 2-3) et prend donc en compte pour le bruit ferroviaire des conditions de propagation adaptées à la période (jour, soirée, nuit) et à la zone géographique (vents dominants) selon les données METEOFRANCE locales.

Les occurrences météorologiques favorables à la propagation du son issues de la NMPB-96 (Nouvelle Méthode de Propagation du Bruit) sont disponibles pour 40 villes françaises dans le logiciel CadnaA-Mithra.

Suivant les secteurs, on retient les stations les plus proches similaires et disponibles dans les paramétrages des logiciels acoustiques : Bordeaux, Mont de Marsan et Toulouse.

Les occurrences météorologiques favorables à la propagation du son suivant ces stations sont données ci-après :

Figure 135: Occurrences favorables à la propagation du son pour le tronçon commun Saint-Médard-d'Eyrans - Sud Gironde : Météo de Bordeaux

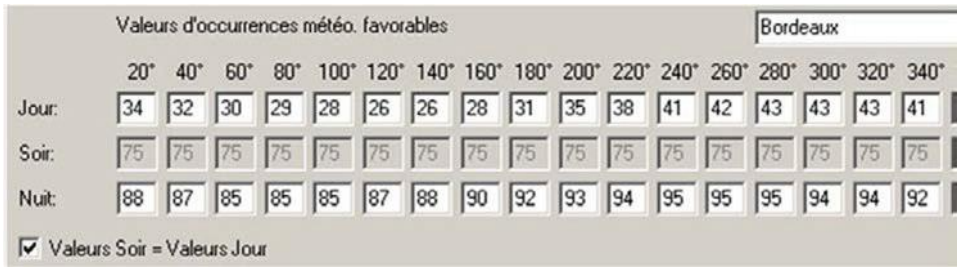


Figure 136: Occurrences favorables à la propagation du son pour le tronçon Sud Gironde – Toulouse : Météo de Toulouse

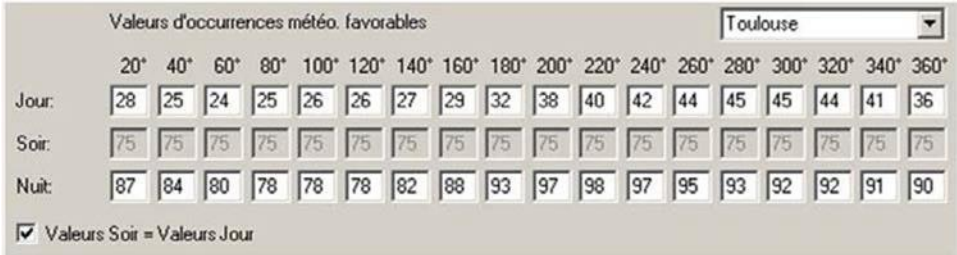


Figure 137: Occurrences favorables à la propagation du son pour le tronçon Sud Gironde – Dax : Météo de Mont-de-Marsan

Valeurs d'occurrences météo. favorables																Mt-de-Marsan			
	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°	
Jour:	25	24	24	24	24	25	25	28	30	34	37	39	40	40	39	36	32	28	
Soir:	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
Nuit:	90	87	85	84	86	89	92	96	97	98	97	97	96	97	97	97	96	94	
☒ Valeurs Soir = Valeurs Jour																			

Modélisation acoustique

Les calculs sont réalisés en façade des bâtiments sensibles identifiés pour les deux périodes réglementaires : Jour (6 h-2 h) et Nuit (22 h-6 h).

Des cartes isophones avant et après protections et de calculs sur récepteurs sont alors établies à l'échelle 1/10 000 ème avec une codification couleur des bâtiments sensibles en fonction de leur niveau d'exposition sonore au projet. La présentation de ces résultats permet le recensement des bâtiments redevables d'une protection phonique par unité territoriale (département, commune).

On peut ainsi faire un décompte du nombre de bâtiments sensibles impactés en dépassement d'objectif réglementaire (impact direct et réglementaire).

L'état initial ayant défini l'ensemble du tracé en zone d'ambiance sonore préexistante modérée, les seuils réglementaires relatifs à un projet ferroviaire neuf à respecter en façade des bâtiments sont indiqués dans le tableau suivant :

Usage et nature des locaux		LGV circulant à plus de 250 km/h		Autre lignes	
		LAeq (6 h-22 h)	LAeq (22 h-6 h)	LAeq (6 h-22 h)	LAeq (22 h-6 h)
Logements		60 dB(A)	55 dB(A)	63 dB(A)	58 dB(A)
Etablissement de santé, de soins, d'action sociale.	Salles de soins et réserves au séjour des malades	57 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	58 dB(A)
	Autres locaux de soin, de santé et d'action sociale	60 dB(A)		63 dB(A)	
Etablissement d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)		60 dB(A)	/	63 dB(A)	/
Locaux à usage de bureaux		65 dB(A)	/	68 dB(A)	/

Ces valeurs sont supérieures de 3 dB(A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

Elles sont également supérieures de 3 dB(A) aux valeurs qui seraient indiquées en termes d'Indice de gêne ferroviaire If.

Figure 138: Exemple de carte isophone avant protection (Source : Setec 2024)

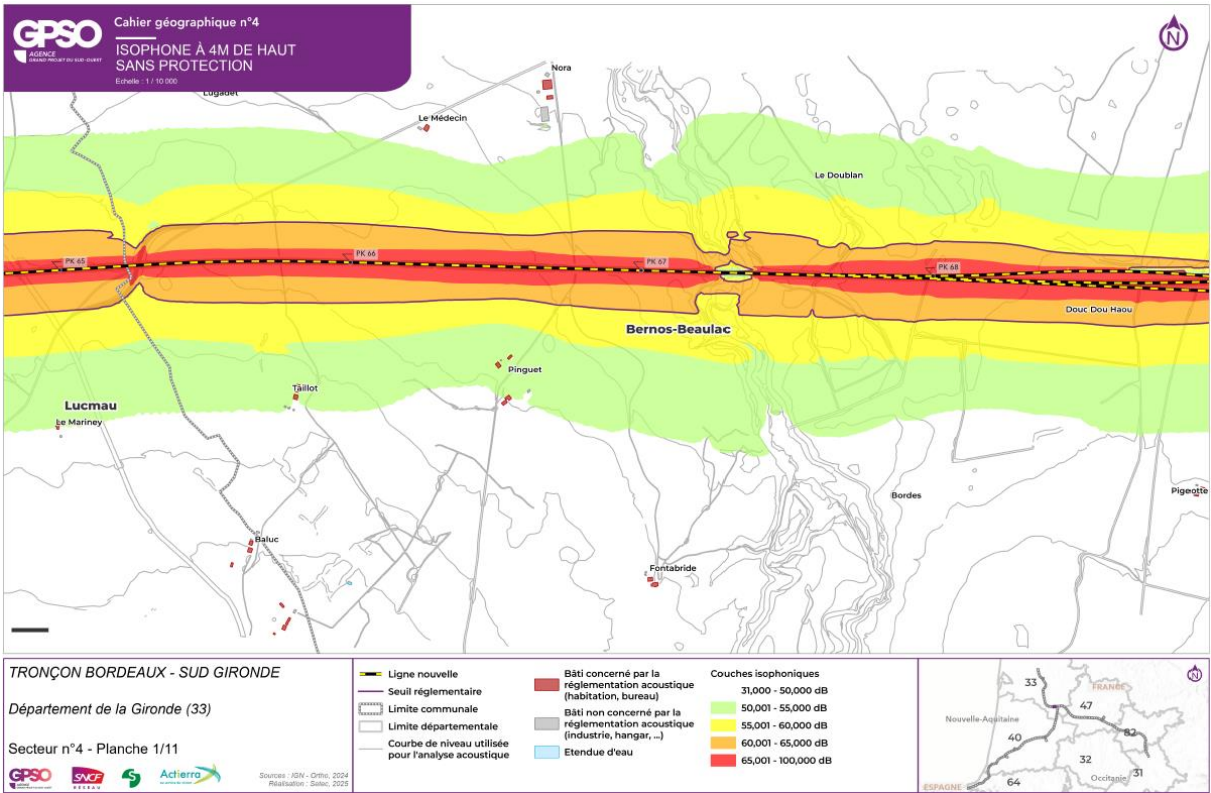
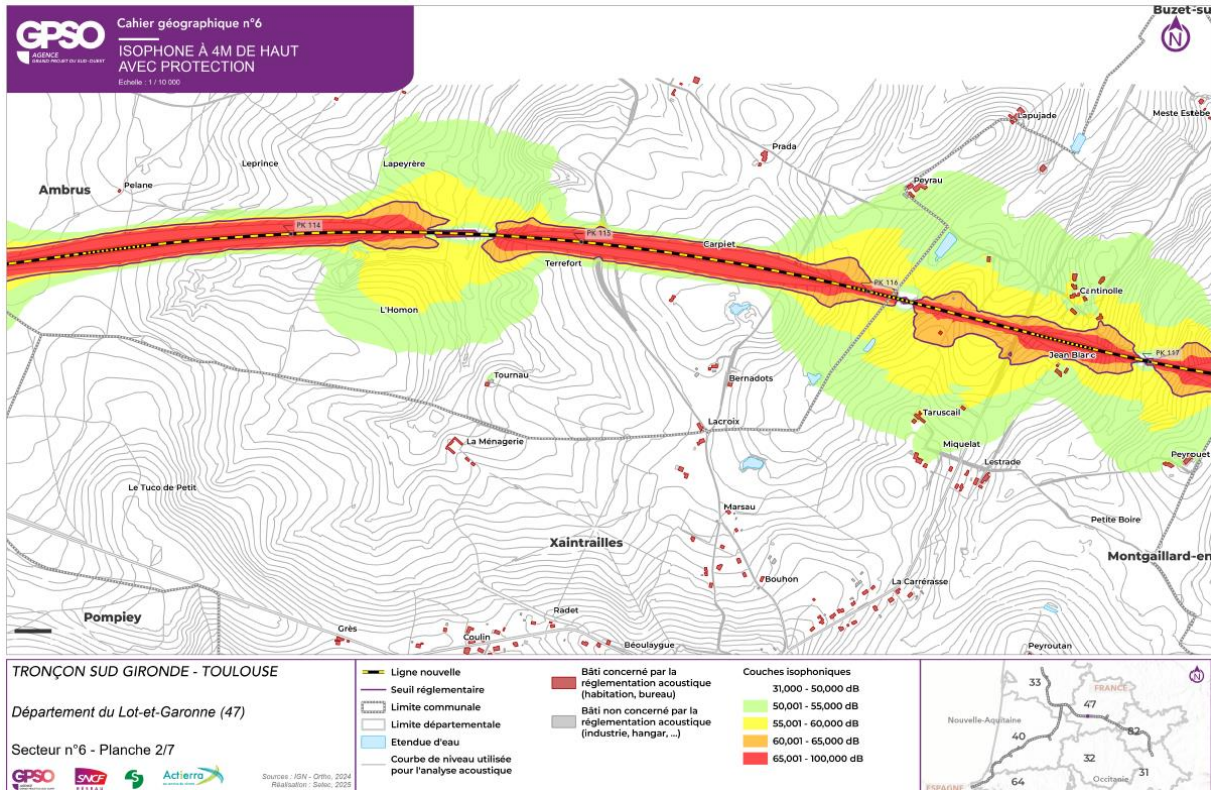


Figure 139: Exemple de carte isophone avec protections (Source : Setec 2024)

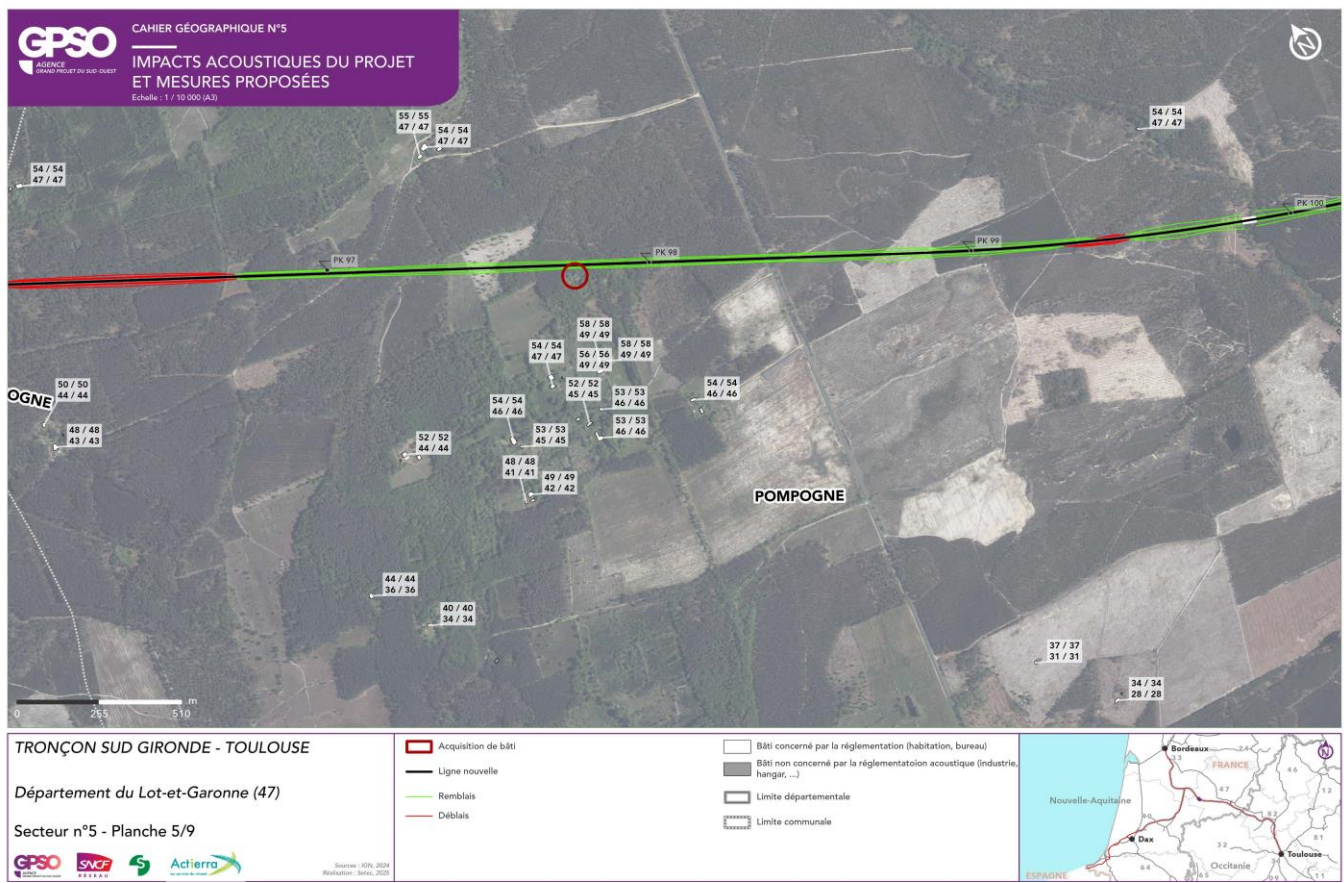


Une analyse des résultats est ensuite effectuée selon les indicateurs périodiques réglementaires. La confrontation des résultats aux valeurs réglementaires permet de faire clairement apparaître les impacts sonores dans l'environnement. Les habitations enregistrant un dépassement des seuils réglementaires sont alors immédiatement identifiées.

La présentation de ces résultats permet le recensement des bâtiments redevables d'une protection acoustique par unité territoriale (département, commune), que ce soit au titre de la voie ferrée ou au titre d'un rétablissement de voirie.

Les secteurs bâtis en dépassement d'objectifs font l'objet de propositions de principes de protections.

Figure 140: Exemple de carte de calculs sur récepteurs (Source : Setec)



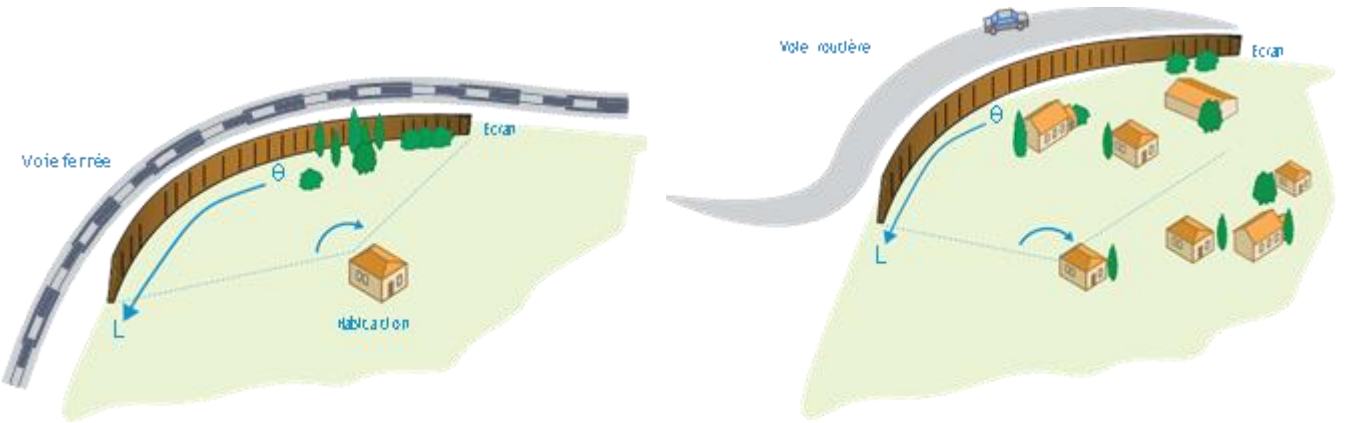
Pour définir les bâtiments protégés par une protection à la source (de type écrans acoustiques ou merlon) de ceux protégés individuellement en façade, on se base sur l'analyse de la typologie du bâti proposée dans le cadre des études d'environnement soit :

- Protections à la source (de type merlon ou écran) privilégiée. Dans le cas où les protections à la source ne sont pas techniquement ou économiquement mises en œuvre, une solution complémentaire sera mise en place (traitement de façades...). Ces solutions à la source concernent l'habitat diffus et dense ainsi que l'habitat isolé inter-distant de moins de 400 m ;
- Habitat isolé inter-distant de plus de 400 m : protection individuelle de façade proposée.

Les protections acoustiques à la source de type écran ou butte de terre dans l'esprit d'un aménagement intégré au site sont testées avec le logiciel CADNAA-MITHRA. Leur dimensionnement de principe (longueur, hauteur, implantation) est effectué afin de permettre de satisfaire aux objectifs réglementaires pour la zone bâtie sensible concernée. Les contraintes techniques ferroviaires, de génie civil et d'intégration paysagère sont considérées pour la définition des solutions à la source.

Longueurs des protections à la source

Les protections acoustiques sont dimensionnées (longueur) sur la base d'une règle d'angle de vue de la source de bruit (ligne ferroviaire nouvelle) depuis les récepteurs telle qu'illustrée ci-dessous :



En pratique, l'angle q est égal à environ 140° à adapter en fonction de la configuration des sites.

La longueur minimale d'une protection à la source est d'environ 200 m (longueur d'un TaGV en unité simple).

Hauteur des protections à la source

Les protections à la source envisagées sont soit des écrans acoustiques réfléchissants ou inclinés, soit des merlons. Ils sont tous situés à au moins 4.5 m de la voie ferrée la plus proche et d'une hauteur minimale de 1,5 m/Zrail. La hauteur maximale d'une protection envisagée (hauteur complète de la protection par rapport au TN ou à Zp) est limitée à 4 m.

Le cas échéant, l'écran acoustique peut être remplacé par une butte de terre (ou merlon) à vocation acoustique. À efficacité acoustique équivalente, le merlon doit être plus haut que l'écran acoustique. En raison de son encombrement, l'arête de diffraction (sommet du merlon) est plus éloignée de la source de bruit ferroviaire.

Pour les protections de type merlon, la distance entre le haut du déblai et le pied du merlon ainsi que la pente du merlon varient en fonction des contraintes hydrauliques et géotechniques.

Les bâtis nécessitant un traitement sont identifiés sur les planches de calculs.

Études acoustiques des aménagements des lignes existantes (au Sud de Bordeaux, Bordeaux-Hendaye et au Nord de Toulouse)

RAPPEL DES PRINCIPAUX TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIFS

Explication des textes réglementaires - Principes généraux

Le principe général de loi est fixé dans l'article L571-9 du code de l'environnement et demande à ce que les nuisances sonores soient prises en compte lors de la conception, l'étude et la réalisation des aménagements des infrastructures de transports terrestres.

L'article R571-52 du code de l'environnement précise que la réglementation relative au bruit des aménagements ferroviaires « s'applique aux infrastructures nouvelles et aux **modifications ou transformations significatives d'une infrastructure existante**, dont l'acte décidant l'ouverture d'une enquête publique en application de l'article L. 11-1 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique ou du décret du 23 avril 1985, ou l'acte prorogeant les effets d'une déclaration d'utilité publique est postérieur de plus de six mois à la date de publication de l'arrêté » (soit le 8 novembre 1999 pour les infrastructures ferroviaires).

L'article R571-47 du code de l'environnement précise que la potentialité de gêne due au bruit d'une infrastructure de transports terrestres est caractérisée par des indicateurs qui prennent en compte les nuisances sonores des périodes

représentatives de la gêne des riverains de jour et de nuit. Pour chacune de ces périodes, des niveaux maxima admissibles pour la contribution sonore de l’infrastructure sont définis en fonction de la nature des locaux, de leur mode d’occupation, et du niveau sonore préexistant.

Indicateurs

L’article 1er de l’arrêté du 8/11/1999 définit les indicateurs de gêne ainsi que les périodes à prendre en compte. L’indicateur de gêne (noté lf) est fondé sur :

- Pour la période diurne, le niveau de pression acoustique pondéré A pendant la période de 6 heures à 22 heures (noté LAeq (6 h-22 h) pour la seule contribution sonore de l’infrastructure concernée ;
- Pour la période nocturne, le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A pendant la période de 22 h à 6 h (noté LAeq (22 h-6 h) pour la seule contribution sonore de l’infrastructure concernée.

Remarque : en pratique, dans les études acoustiques, il est d’usage de ne retenir que le niveau de pression acoustique pondéré A (noté LAeq), cet indicateur étant celui qui est utilisé à la fois pour les mesures (conformément aux normes en vigueur) et pour les calculs (cf. norme NF S 31-133 notamment).

La réglementation européenne a introduit un nouvel indicateur le Lden qui est une moyenne énergétique des niveaux de bruit équivalents sur les trois périodes Day (6 h-18 h), Evening (18 h-22 h) et Night (22 h-6 h) avec une pondération de +5 sur la soirée et +10 sur la nuit.

Ce nouvel indicateur est utilisé pour la définition des Points Noirs du Bruit et la réalisation des cartes de bruit stratégiques avec le Ln en complément (indicateur nocturne). Ces 2 indicateurs sont calculés sans prendre en compte la dernière réflexion du bruit sur la façade du bâtiment (-3 dB).

Figure 141: Ligne existante Bordeaux-Sète (Source : Egis)



Définition de la modification significative et objectifs réglementaires

La modification ou transformation d’une infrastructure existante est considérée comme **significative** si elle respecte conjointement les deux conditions suivantes :

- Elle résulte de travaux, dits de modernisation, visant à modifier les caractéristiques des voies et permettant « d’améliorer les conditions de circulation » : travaux qui visent à relever les vitesses de circulation et travaux d’augmentation de capacité ou d’élargissement des lignes existantes par l’aménagement de voies supplémentaires ;
- Elle engendre, à terme, une augmentation de plus de 2 dB(A) de la contribution de la seule infrastructure, pour au moins une des deux périodes réglementaires, par rapport à ce que serait cette contribution à terme sans la modification ou la transformation (situation dite « de référence »).

Si la modification n’est pas significative au sens de cette définition, aucune exigence n’est fixée réglementairement. Toutefois, il sera vérifié si les projets créent des Points Noirs du Bruit supplémentaires. Les points noirs préexistants seront également localisés. Leur coût de traitement respectif sera estimé (sur la base d’hypothèse lorsque qu’une protection acoustique préconisée concerne à la fois des PNB préexistants et des PNB créés par les projets ferroviaires).

Ces effets indirects doivent être appréciés : si l’augmentation de la contribution sonore de l’infrastructure est significative sur l’habitat, il faut éviter toute création de nouvelle zone de bruit critique.

D’un point de vue réglementaire, dans le cadre de la modification significative d’une infrastructure ferroviaire (augmentation de la contribution sonore supérieur à 2 dB(A), les objectifs de protection acoustique réglementaire sont fixés (dans l’arrêté du 8 novembre 1999) en fonction de l’état initial. Ce dernier peut être modéré ou non modéré.

Type de zone	Bruit ambiant existant avant travaux toutes sources confondues (en dB(A))	
	LAeq (6 h-22 h)	LAeq (22 h-6 h)
Modérée	< 65	< 60
Modérée de nuit	≥ 65	< 60
Non modérée	< 65	≥ 60
	≥ 65	≥ 60

Dans le cas où la modification est significative (augmentation des niveaux sonores à terme avec projet par rapport aux niveaux sonores à terme sans modification supérieure à 2 dB(A)) les contributions sonores maximales admissibles, suite aux engagements de SNCF RÉSEAU, sont définies dans le tableau suivant. Si la transformation n’est pas significative, il n’y a pas obligation de protection.

L’article 3 de l’arrêté du 8 novembre 1999 indique que lors d’une modification ou transformation significative d’une infrastructure existante, l’indicateur ferroviaire LAeq (égal à la gêne ferroviaire lf + 3 dB(A)) devra respecter les prescriptions suivantes :

- Si la contribution ferroviaire (LAeq fer), avant travaux, est inférieure aux valeurs prévues pour une infrastructure ferroviaire nouvelle, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux ;
- Dans le cas contraire, la contribution ferroviaire (LAeq fer), ne doit pas dépasser, après travaux, la valeur existant avant travaux, sans pouvoir excéder 68 dB(A) en période diurne et 63 dB(A) en période nocturne.

Pour les lignes parcourues exclusivement par des TaGV à des vitesses supérieures à 250 km/h, les valeurs maximales admissibles sont diminuées de 3 dB(A).

Période diurne (6h-22 h)			
Usage et nature des locaux	Zone d’ambiance sonore préexistante	LAeq fer initiale	LAeq fer maximale admissible après travaux (¹)
Etablissements de santé, de soins et d’action sociale(²)	Indifférente (modérée ou non modérée)	≤ 63 dB(A)	63 dB(A)
		> 63 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 68 dB(A)
Etablissements d’enseignement sauf les ateliers bruyants et les locaux sportifs	Indifférente (modérée ou non modérée)	≤ 63 dB(A)	63 dB(A)
		> 63 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 68 dB(A)
Locaux à usage de bureaux	Modérée	Indifférent	68 dB(A)
Logements	Modérée	≤ 63 dB(A)	63 dB(A)
		> 63 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 68 dB(A)
	Modérée de nuit	Indifférent	68 dB(A)
	Non modérée	Indifférent	68 dB(A)

¹⁾ Ces valeurs sont supérieures de 3 dB (A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

²⁾ Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour de malades, ce niveau est abaissé à 60 dB (A).

Période nocturne (22 h-6 h)			
Usage et nature des locaux	Zone d'ambiance sonore préexistante	L _{Aeq} fer initiale	L _{Aeq} fer maximale admissible après travaux (¹)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale	Indifférente (modérée ou non modérée)	≤ 58 dB(A)	58 dB(A)
		> 58 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 63 dB(A)
Logements	Modérée ou modérée de nuit	≤ 58 dB(A)	58 dB(A)
		> 58 dB(A)	Contribution initiale plafonnée à 63 dB(A)
	Non modérée	indifférent	63 dB(A)

¹⁾ Ces valeurs sont supérieures de 3 dB (A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

Définition d'un Point Noir du Bruit ferroviaire et objectifs réglementaires

Le projet de modification d'infrastructure ferroviaire ne doit pas créer de Point Noir du Bruit supplémentaire.

Un Point Noir du Bruit (PNB) est un bâtiment sensible (logement, bâtiment d'enseignement et bâtiment de santé ou d'action sociale), par lequel les niveaux sonores en façade dépassent ou risquent de dépasser à terme l'une au moins des valeurs limites définie dans le tableau ci-après et répondant aux critères d'antériorité.

Indicateurs de bruit	Route et/ou LGV	Voies ferrées conventionnelles	Cumul Route et/ou LGV + Voies ferrées conventionnelles
L _{Aeq} (6 h-22 h)	65	68	68
L _{Aeq} (22 h-6 h)	60	63	63
L _{Aeq} (6 h-18 h)	65	-	-
L _{Aeq} (18 h-22 h)	65	-	-

Pour les voies ferrées, aucune exigence n'est apportée pour les plages horaires de soirée et de nuit. Il n'y a donc aucun seuil à respecter pour le Lden et le Lnight après protection.

En conséquence, même si la modification n'est pas significative (augmentation des niveaux de bruit de plus de 2 dB(A) après travaux à terme) :

- Les niveaux de bruit dépassant 73 dB(A) de jour et 68 dB(A) de nuit (en L_{Aeq}) devront être respectivement ramenés à 68 dB(A) de jour et 63 dB(A) de nuit (en L_{Aeq}) ;
- Après protection, il faut s'assurer que les niveaux de bruit calculés en Lden ne dépassent pas 73 dB(A) et 65 dB(A) en Lnight.

DÉFINITION DES AIRES D'ÉTUDE

Exigences liées à la réglementation

Les textes relatifs aux politiques de prévention et de résorption du bruit ferroviaire stipulent :

« L'application de l'article 2 du décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977 modifié, conduit le maître d'ouvrage à présenter dans l'étude d'impact : une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'exposition au bruit (alinéa 2)....

Le projet de construction ou de modification d'infrastructure peut avoir un impact acoustique dommageable tant dans les secteurs directement affectés par le bruit de l'infrastructure nouvelle ou modifiée, qu'en dehors de ces secteurs le long des lignes connexes au projet.

Les dispositions de l'arrêté du 8 novembre 1999 n'ont pas vocation à s'appliquer hors du périmètre des travaux.

Néanmoins, il convient de compenser ou d'éviter les conséquences dommageables dues aux effets indirects du projet.

À cette fin, le maître d'ouvrage, en s'appuyant sur une appréciation des effets acoustiques indirects du projet, visera à éviter toute création de nouvelle zone de bruit critique d'origine ferroviaire dès lors que les circulations induites par le projet sont de nature à engendrer, sur les zones habitées correspondantes, une augmentation significative de la contribution sonore de l'infrastructure.

Il conviendra dès lors d'identifier, le long des lignes connectées au projet, les secteurs où les contributions sonores augmenteraient à terme de plus de 2 dB(A) après réalisation du projet ».

Les secteurs à effets directs

Les sections de voie existantes identifiées par SNCF RÉSEAU comme connaissant une transformation significative (nature des travaux) sont les suivantes (zones entourées en bleu sur le schéma en annexe 2) :

- Sur le tronçon Bordeaux-St Médard d'Eyrans (aménagement ferroviaire au Sud de Bordeaux) :
 - Création d'une connexion entre la voie de service et les voies à quai et/ou les voies de contournement de la gare St Jean,
 - Aménagement et réaffectation d'une voie de service existante (3^{ème} voie), entre Bègles et le triage d'Hourcade,
 - Aménagement par voie nouvelle d'une 3^{ème} voie entre le triage d'Hourcade et le point de raccordement des lignes nouvelles,
 - Aménagement d'une 4^{ème} voie au niveau des gares et haltes TER de Bègles, Villenave d'Ornon, Cadaujac et Saint Médard d'Eyrans.
- Sur le tronçon St Jory-Toulouse (aménagement ferroviaire au Nord de Toulouse) :
 - Création de 2 nouvelles voies à l'Ouest des voies existantes, depuis le Nord du raccordement de la ligne nouvelle à grande vitesse Bordeaux-Toulouse jusqu'à l'écluse de Lacourtenourt,
 - Création d'une nouvelle voie à l'Est des voies existantes, depuis l'écluse de Lacourtenourt jusqu'au pont de la Route de Fronton,
 - Modification des voies existantes au Nord du raccordement de St-Jory jusqu'au franchissement de l'Hers (dévoisement de la ligne existante).

Les secteurs à effets indirects

Sur les lignes existantes en dehors des zones de travaux :

- Bordeaux / Dax ;
- Morcenx / Mont-de-Marsan / Roquefort.

La desserte de la gare existante de Dax et les correspondances TER en gare nouvelle de Mont-de-Marsan vont se traduire par des trafics supplémentaires de voyageurs, auxquels s'ajoutera une hausse du trafic TER grâce à l'augmentation de capacité sur la ligne existante. Les effets de ces dessertes sont étudiés.

Hors périmètre

Les travaux vont permettre d’augmenter le nombre de circulations entre Dax et Bordeaux. Les trains supplémentaires circuleront ensuite sur les lignes existantes :

- Lamothe - Arcachon ;
- Bordeaux - Paris ;
- Toulouse - Montpellier.

Les travaux auront des effets indirects au-delà du périmètre des projets soumis à enquête. Néanmoins, il est précisé que les dispositions de l’arrêté du 8 novembre 1999 n’ont pas vocation à s’appliquer hors du périmètre des travaux, mais que les effets indirects doivent être limités.

ÉTUDE D’IMPACT ACOUSTIQUE DE L’AMÉNAGEMENT DES LIGNES EXISTANTES

Lignes existantes modifiées (effets directs)

L’ensemble des lignes existantes et leurs différentes sections à aménager font l’objet d’une modélisation 3D complète afin de juger du caractère significatif ou pas de la transformation (différence entre état de projet à terme et état de référence supérieur à 2 dB(A)).

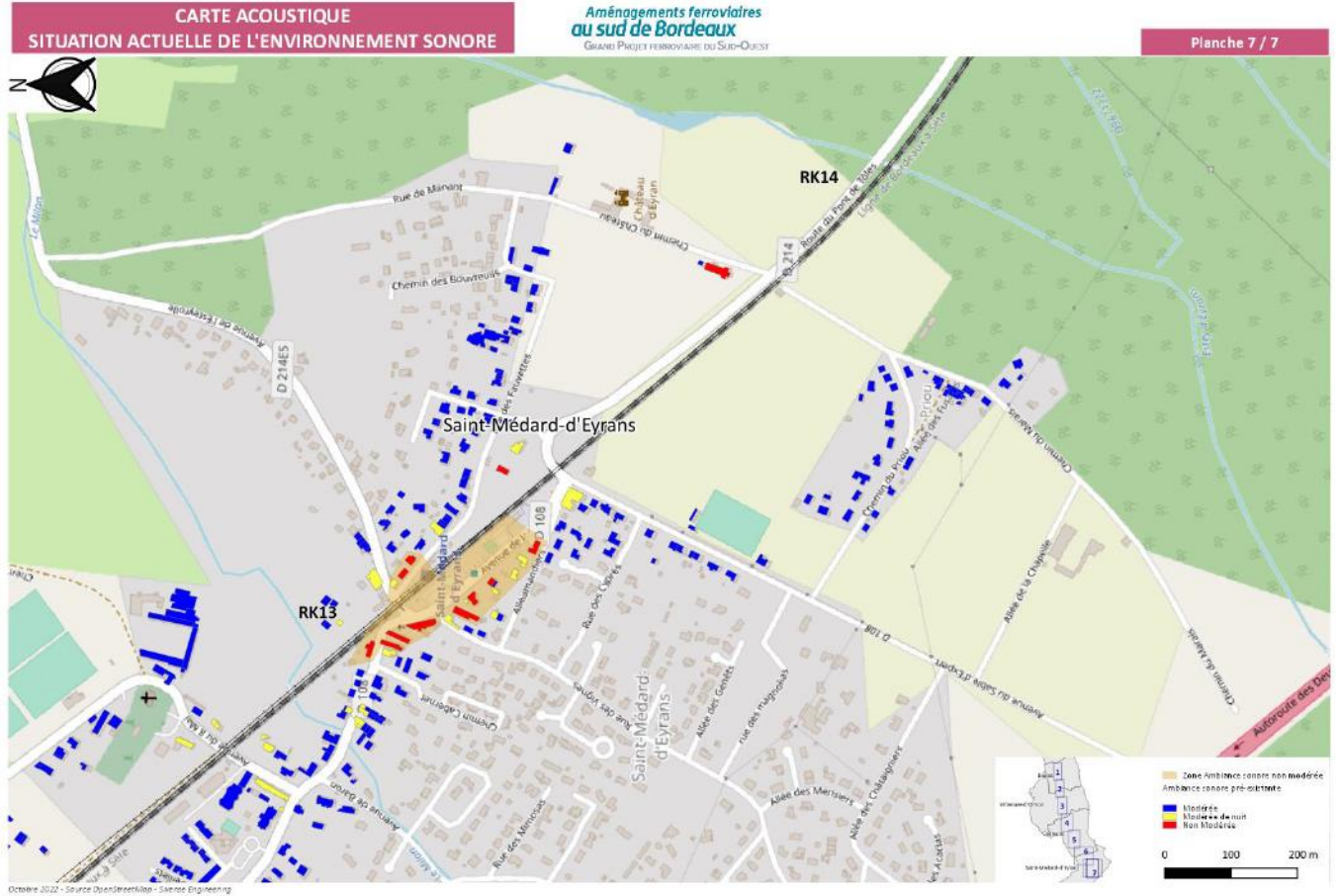
- Si l’impact acoustique est significatif (augmentation > 2 dB(A)) : traitement des bâtiments afin de respecter les seuils acoustiques ;
- Si l’impact acoustique est non significatif (augmentation < 2 dB(A)) : identification des PNB existants et nouveaux et estimation de leurs coûts de traitement respectifs (sur la base d’hypothèse lorsqu’une protection acoustique préconisée concerne à la fois des PNB préexistants et des PNB créés par les projets).

Lignes existantes non modifiées (effets indirects)

Les lignes ferroviaires entre Bordeaux et Hendaye ont fait l’objet d’une étude acoustique particulière avec modélisation en étape 2 de l’étude acoustique. Les effets indirects sont quantifiés :

- S’il n’y a pas de variation du trafic liée aux projets ferroviaires : aucun aménagement acoustique n’est à faire ;
- S’il y a variation du trafic liée aux projets ferroviaires :
 - En cas d’augmentation : vérification de la nature de la modification acoustique (significative ou pas),
 - Si la modification acoustique est significative (augmentation > 2 dB(A)) : identification et estimation des coûts de traitement des PNB existants et créés par les projets ferroviaires,
 - Si la modification acoustique est non significative (augmentation < 2 dB(A)) : aucun aménagement acoustique n’est à faire,
 - En cas de diminution : les effets positifs des projets sont explicités.

Figure 142: Carte acoustique à l’état initial sur AFSB (Source : Sixence, 2022)



Lignes existantes hors périmètre (effets indirects)

Les effets indirects des projets sont étudiés sur la base des puissances acoustiques à la source pour les situations de référence et de projet.

Les puissances acoustiques à la source sont calculées et synthétisées dans un tableur Excel. Un code couleur permet d’identifier les zones de bruit potentiellement critiques.

Le tableur Excel permet également d’identifier les tronçons où les puissances acoustiques à la source seront augmentées de plus de 2 dB(A) impliquant de fait une modification significative potentielle.

Principes d’antériorité des bâtiments

La limitation de l’impact acoustique de l’infrastructure concerne les bâtiments dits sensibles au bruit (logements, locaux d’enseignement, de soins, de santé et d’action sociale, bureaux) et ayant été autorisés avant l’existence administrative de l’infrastructure.

Une habitation bénéficie de l’antériorité si le dépôt du permis de construire est antérieur à la date d’ouverture de l’enquête préalable à la Déclaration d’Utilité Publique (DUP) portant sur le projet de création ou de modification de l’ouvrage.

Toutefois, le critère d’antériorité n’est pas opposé aux habitations dont le dépôt du permis de construire est antérieur au 6 octobre 1978, date de parution du premier texte obligeant les candidats constructeurs à se protéger des bruits extérieurs.

L'application de ce principe d'antériorité est décrite par l'article 9 du décret 95-22 du 9 janvier 1995 :

- Publication de l'acte décidant l'ouverture d'une enquête publique portant sur le projet d'infrastructure, en application de l'article L. 11-1 du Code de l'Expropriation pour cause d'utilité publique ou du décret du 23 avril 1985 susvisé ;
- Mise à disposition du public de la décision, ou de la délibération, arrêtant le principe et les conditions de réalisation d'un projet d'infrastructure, au sens du a du 2° de l'article R. 121-13 du Code de l'Urbanisme, dès lors que cette décision, ou cette délibération, prévoit les emplacements qui doivent être réservés dans les documents d'urbanisme opposables ;
- Inscription du projet d'infrastructure en emplacement réservé dans un plan d'occupation des sols, un plan d'aménagement de zone, ou un plan de sauvegarde et de mise en valeur, opposable ;
- Mise en service de l'infrastructure ;
- Publication des arrêtés préfectoraux portant classement de l'infrastructure et définition des secteurs affectés par le bruit situé à son voisinage, pris en application de l'article 13 de la loi du 31 décembre 1992 susvisée.

Par principe tous les bâtiments existants identifiés via le repérage terrain, la concertation et les demandes d'avis de permis de construire seront pris en compte dans les calculs.

Paramètres des calculs CADNAA-MITHRA

Paramètres de calcul

Les paramètres de calculs utilisés sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Ce sont les mêmes de ceux de l'étude acoustique des lignes nouvelles.

Paramètres	Valeur
Normes	NMPB fer
Méthode de calcul	Par balayage angulaire, compatible MithRA
Nombre de rayons	100
Distance	1500
Ordre de réflexions	5
Absorption du sol	1 (herbe, prairie, sol forestier, ballast...) Paragraphes 8.3.1 de la norme NF S 31-133
Périodes de références	Jour (6 h-22 h) Nuit (22 h-6 h)
Indicateurs calculés	LAeq(6 h-22 h), LAeq(22 h-6 h) et Lden

Paramètres météorologiques

En application de l'Arrêté du 8 novembre 1999, les conditions météorologiques sont prises en compte dans les calculs dès les premiers mètres.

Le calcul est conforme au décret du 24 mars 2006 (paragraphe 2-3) et prend donc en compte pour le bruit ferroviaire des conditions de propagation adaptées à la période (jour, soirée, nuit) et à la zone géographique (vents dominants) selon les données METEOFRANCE locales.

Les occurrences météorologiques favorables à la propagation du son issues de la NMPB-96 (Nouvelle Méthode de Propagation du Bruit) sont disponibles pour 40 villes françaises dans le logiciel CadnaA-Mithra.

Suivant les secteurs, on retient 2 stations les plus proches similaires et disponibles dans les paramétrages des logiciels acoustiques à savoir Bordeaux et Toulouse.

Les occurrences météorologiques favorables à la propagation du son suivant ces stations sont données ci-après :

Figure 143: Occurrences favorables à la propagation du son pour les tronçons Bègles - Saint-Médard-d'Eyrans : Météo de Bordeaux

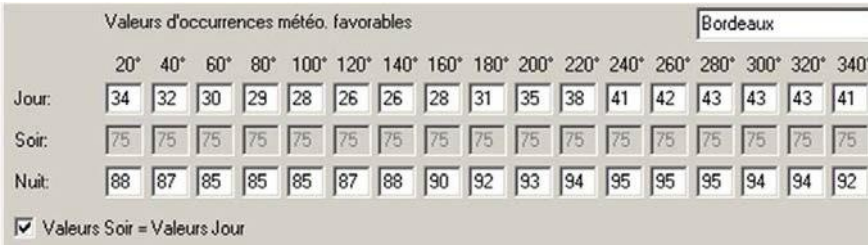
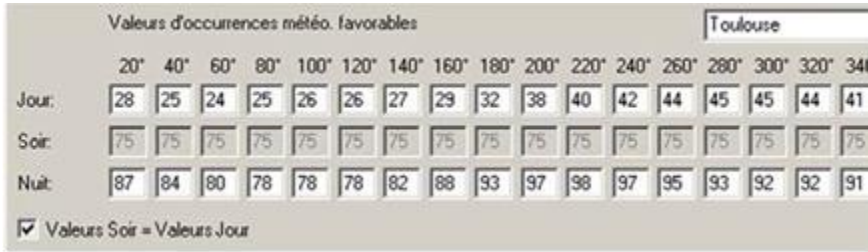


Figure 144: Occurrences favorables à la propagation du son pour le tronçon Saint-Jory – Toulouse : Météo de Toulouse



CARACTÉRISATION DE LA SITUATION INITIALE (MODIFICATION SIGNIFICATIVE)

Mesures in situ

Aménagement ferroviaire au Sud de Bordeaux

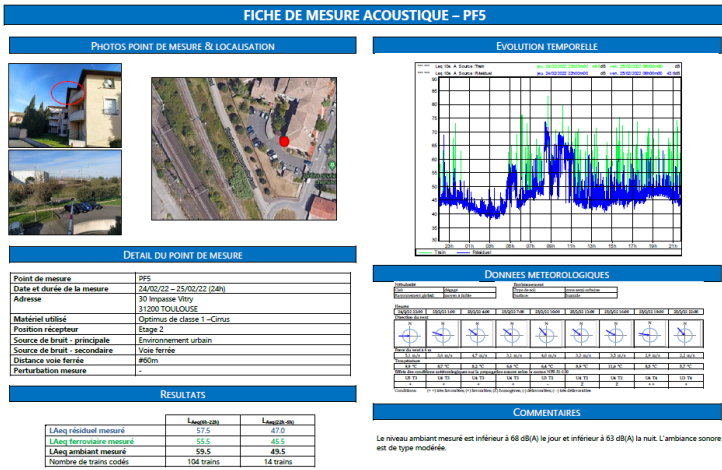
La campagne de mesures s'est déroulée du 15 au 18 mars 2022 et comprend 10 points fixes de 24 heures en continu répartis le long de la ligne chez des riverains.

Les mesures ont été réalisées à 2m en avant des façades, sur une période continue de 24h, permettant de caractériser le niveau de bruit ambiant sur chacune des 2 périodes réglementaires (6h-22h) et (22h-6h). Les mesures sont corrélées aux relevés des trafics ferroviaires, et des conditions météorologiques (station Météo France la plus proche).

Aménagement ferroviaire au Nord de Toulouse

Une campagne de 18 mesures acoustiques a été menée du 24 février au 02 mars 2022 sur 5 communes : Toulouse, Fenouillet, Lespinasse et Saint Jory et Castelnau d'Estrefonds.

Figure 145: Fiche de mesure acoustique sur AFNT (Source : CIA, 2022)



Modélisation état initial

Les résultats de calculs acoustiques à l'état initial permettent de définir :

- Les ambiances sonores (modérées et non modérées) ;
- Les niveaux de bruit de l'état initial qui définissent les seuils réglementaires applicables à la contribution sonore des projets.

AMÉNAGEMENT FERROVIAIRE AU SUD DE BORDEAUX

La modélisation de l'état initial (calage du modèle) est réalisée sous un modèle 3D avec CADNAA-Mithra pour l'étape 2 de l'étude acoustique.

Le modèle a été validé sur la base des mesures in situ réalisées en 2011 et du trafic le jour des mesures.

Les calculs ont été effectués sur la base :

- Des trafics ferroviaires correspondant à la moyenne des jours ouvrables durant la campagne de mesure du 8 au 9 juin 2011 et du 16 au 20 mai 2011 ;
- Des trafics routiers (A630 et A62) moyens journalier de 2009.

Les résultats de calcul à l'état initial sont analysés et les zones d'ambiance sonore préexistante modérée et non modérée sont localisées sur une carte. En fonction de ces résultats, SNCF réseau a précisé les seuils acoustiques à respecter en façade des riverains :

- Soit les seuils strictement réglementaires, différents en fonction des zones d'ambiance sonore ;
- Soit les seuils appliqués pour une zone d'ambiance sonore modérée afin d'aller au-delà de la réglementation et de favoriser les riverains.

L'ensemble des calculs et modélisations ont été repris sur la base des nouvelles campagnes de mesures de 2022, les principaux résultats sont exposés au sein du cahier géographique n°1.

AMÉNAGEMENT FERROVIAIRE AU NORD DE TOULOUSE

La modélisation de l'état initial (calage du modèle) est réalisée sous un modèle 3D avec CADNAA-Mithra.

Le modèle est validé sur la base des mesures in situ réalisées et du trafic le jour des mesures. Un écart de ± 2 dB(A) est toléré entre les résultats des mesures et des calculs.

Les calculs de l'état initial sont réalisés sur la base des trafics ferroviaires moyens journaliers annuels et des trafics routiers moyens journaliers annuels les plus récents fournis par SNCF RÉSEAU.

L'ensemble des calculs et modélisations ont été repris sur la base des nouvelles campagnes de mesures de 2022, les principaux résultats sont exposés au sein du cahier géographique n°12.

CARACTÉRISATION DES SITUATIONS DE RÉFÉRENCE ET DE PROJET

Modélisation de la situation de référence

Les modèles de l'état initial sont repris dans le logiciel CADNAA-MITHRA en intégrant les trafics à l'horizon mise en service + 30 ans, sans projet (état de référence).

Modélisation de la situation avec projet affiné

La modélisation de la situation future avec projet affiné est réalisée dans le logiciel CADNAA-MITHRA sur la base du tracé futur en 3D.

Les bâtiments faisant l'objet d'une acquisition en vue, car situés sous l'emprise des projets sont supprimés du modèle de calcul.

Les calculs de la situation projet sont effectués en intégrant les trafics ferroviaires futurs à l'horizon mise en service + 30 ans.

Les résultats de calcul de l'état de projet sont comparés à ceux de la situation de référence. Si une augmentation de 2 dB(A) ou plus est constatée, la modification due au projet est significative. Des protections acoustiques sont à envisager pour les bâtiments ayant un niveau sonore à terme avec projet dépassant les seuils réglementaires.

Dans le cas où la modification n'est pas significative, les Points Noirs du Bruit futurs créés par le projet sont traités.

Les Points Noirs du Bruit existants hors réalisation des projets ferroviaires sont également identifiés, et le coût de leur résorption est estimé.

Un décompte des bâtiments nécessitant une protection acoustique due au dépassement des seuils de la modification significative ou de la définition d'un Point Noir du Bruit est effectué.

Modélisation des protections acoustiques

Le dimensionnement des protections est assuré sur la base des indices acoustiques LAeq(6 h-22 h) et LAeq(22 h-6 h).

Il ne devra pas rester de niveaux de bruit supérieurs aux seuils réglementaires en LAeq(6 h-22 h) et LAeq(22 h-6 h), mais également en Lden pour les Points Noirs du Bruit.

Les protections acoustiques à la source de type écran ou butte de terre dans l'esprit d'un aménagement intégré au site sont testées avec le logiciel CADNAA-MITHRA. Leur dimensionnement de principe (longueur, hauteur, implantation) est effectué afin de permettre de satisfaire aux objectifs acoustiques pour la zone bâtie sensible concernée.

Les contraintes techniques ferroviaires, de génie civil et d'intégration paysagère sont considérées pour la définition des solutions à la source.

Les écrans proposés sont implantés en bordure de plateforme, à une distance compatible avec les exigences de sécurité (distance minimale entre l'écran et la caisse du train) et de maintenance, dans une approche d'optimisation du coût complet des projets (construction et possession) et de prise en considération des indicateurs de développement durable. Ils sont positionnés juste derrière les poteaux caténaires à une distance de 4 m par rapport à l'axe de la voie. Des portes d'accès sont intégrées dans les écrans afin de permettre l'accès aux voies pour des travaux, des opérations de maintenance éventuelles voire pour des accès de sécurité pompiers.

Les bâtiments pour lesquels les objectifs réglementaires n'ont pu être atteints nécessitent des protections acoustiques complémentaires par isolations de façade.

Étude acoustique des rétablissements routiers

Les effets acoustiques des rétablissements routiers et ferroviaires, ont également été étudiés dans le cadre de l'étude acoustique. Toutes les infrastructures rétablies le long des lignes nouvelles et des lignes existantes aménagées au Nord de Toulouse et au Sud de Bordeaux ont été étudiées à dire d'expert. Pour chaque rétablissement, une analyse a été réalisée en fonction :

- De sa situation géographique (présence ou non de bâti résidentiel à proximité) ;
- De son trafic significatif ou non (fonction de sa présence ou non dans le classement sonore des infrastructures) ;
- De sa modification (rétablie en place ou décalée). En fonction des résultats de l'analyse, une modélisation acoustique du rétablissement est réalisée pour répondre à la notion de modification significative.

LA RÉGLEMENTATION APPLICABLE

L'aménagement d'infrastructures de transport terrestre (infrastructure nouvelle ou modification d'infrastructures existantes), est régi par l'article L.571-44 du code de l'environnement relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres.

Dans le cas d'une infrastructure routière, le texte réglementaire applicable est l'arrêté du 5 mai 1995 « relatif au bruit des infrastructures routières ».

Pour une infrastructure ferroviaire, le texte réglementaire applicable est l'arrêté du 8 novembre 1999 « relatif au bruit des infrastructures ferroviaire ».

Seuils à respecter

Dans le cadre des études acoustiques des rétablissements ces hypothèses ont été retenues :

- Les bâtiments concernés sont situés en zone d'ambiance sonore modérée, ainsi les seuils applicables à la transformation de l'infrastructure sont plus contraignants ;
- La période dimensionnante est le jour pour les voies routières et la nuit pour les voies ferrées (dû à la présence de trains Fret).

Ainsi si la modification de l'infrastructure rétablie est significative (augmentation du niveau sonore en façade supérieur à 2 dB(A)) les seuils réglementaires à respecter sont :

- 60 dB(A) le jour pour un rétablissement routier ;
- 58 dB(A) la nuit pour un rétablissement ferroviaire.

Conformément à la réglementation en vigueur, seul le bruit issu de l'infrastructure rétablie est pris en compte (le bruit des projets soumis à enquête est donc exclu).

MÉTHODOLOGIE

Listing des rétablissements

La liste de tous les rétablissements dus aux projets ferroviaires est établie.

Parmi cette liste sont recensés les rétablissements pouvant engendrer chez les riverains une nuisance acoustique importante et une augmentation du bruit.

Ainsi dans un premier temps sont retenus uniquement les rétablissements répondant aux deux critères ci-dessous :

- Rétablissement subissant une modification géométrique (en latitude, en longitude ou en hauteur) ;
- Présence de bâtis à proximité du rétablissement en fonction du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) à l'horizon 2055 :
 - Présence de bâti à moins de 300 m du bord de la voie, pour les routes ou voies ferrées présentent dans le classement sonore des voies de catégorie 1 et 2,
 - Présence de bâti à moins de 200 m du bord de la voie, pour les routes ou voies ferrées présentent dans le classement sonore des voies de catégorie 3 et 4,
 - Présence de bâti à moins de 100 m du bord de la voie, pour les routes ou voies ferrées présentent dans le classement sonore des voies de catégorie 5,
 - Présence de bâti à moins de 50 m du bord de la voie, pour les routes supportant un TMJA entre 3 000 et 5 000 véhicules / jour,
 - Présence de bâti à moins de 30 m du bord de la voie, pour les routes supportant un TMJA entre 1 500 et 3 000 véhicules / jour,

- Présence de bâti à moins de 10 m du bord de la voie, pour les routes supportant un TMJA entre 1 000 et 1 500 véhicules / jour,
- Les routes supportant un trafic inférieur à 1 000 véhicules / jour (routes et chemins communaux, pistes, PGF, piste cyclable, chemins de randonnée, pistes forestières, ...) et les voies ferrées non présentes dans le classement sonore (ayant un trafic moyen journalier annuel inférieur à 50 trains par jour) ne sont pas étudiées.

Analyse simplifiée des rétablissements faisant l'objet d'une étude acoustique

Une analyse simplifiée des rétablissements retenus est effectuée en considérant que les bâtiments riverains se trouvent a priori en modification significative (+2 dB(A)). Pour chaque rétablissement, une carte indiquant l'isophone seuil est réalisée. Il est ensuite vérifié la présence de bâtiments sensibles (habitations, bâtis à vocation d'enseignement et de santé ou bureau) situés dans la zone de dépassement du seuil réglementaire.

Si aucun bâti ne se trouve dans la zone de l'isophone seuil, le rétablissement n'a pas d'impact acoustique important donc aucune protection acoustique n'est nécessaire.

Si au moins un bâtiment est situé dans la zone de l'isophone seuil, une analyse plus détaillée est menée pour vérifier si des protections acoustiques doivent être mises en œuvre (voir ci-après).

Analyse détaillée des rétablissements impactant des bâtis

Dans le cas où l'analyse simplifiée conclue à un dépassement du seuil réglementaire pour un moins un bâti, une étude détaillée est menée pour vérifier si la modification est bien significative (augmentation du bruit supérieure à 2 dB(A)).

Cette analyse impose la méthodologie suivante :

- Calcul de la situation de référence (horizon 2055 sans mise en place des projets ferroviaires) ;
- Calcul de la situation projet (horizon 2055) ;
- Évaluation des écarts entre les deux situations.

Si l'écart des niveaux de bruit est inférieur à 2 dB(A), le rétablissement n'engendre pas une augmentation significative du bruit par rapport à la situation de référence. Dans ce cas aucune protection acoustique n'est à prévoir.

Si l'écart des niveaux de bruit est supérieur à 2 dB(A), des protections acoustiques doivent être mises en œuvre pour protéger les bâtis du bruit engendré par le rétablissement.

Nota : Les protections acoustiques des rétablissements de voiries rendus nécessaires par la réalisation des projets ferroviaires figurent sur des cartes spécifiques intégrées dans les cahiers géographiques concernés. Elles ne sont pas reprises sur les cartes de synthèse des effets et mesures de ces mêmes fascicules.

Figure 146: Exemple de carte analyse simplifiée (Source : Egis)

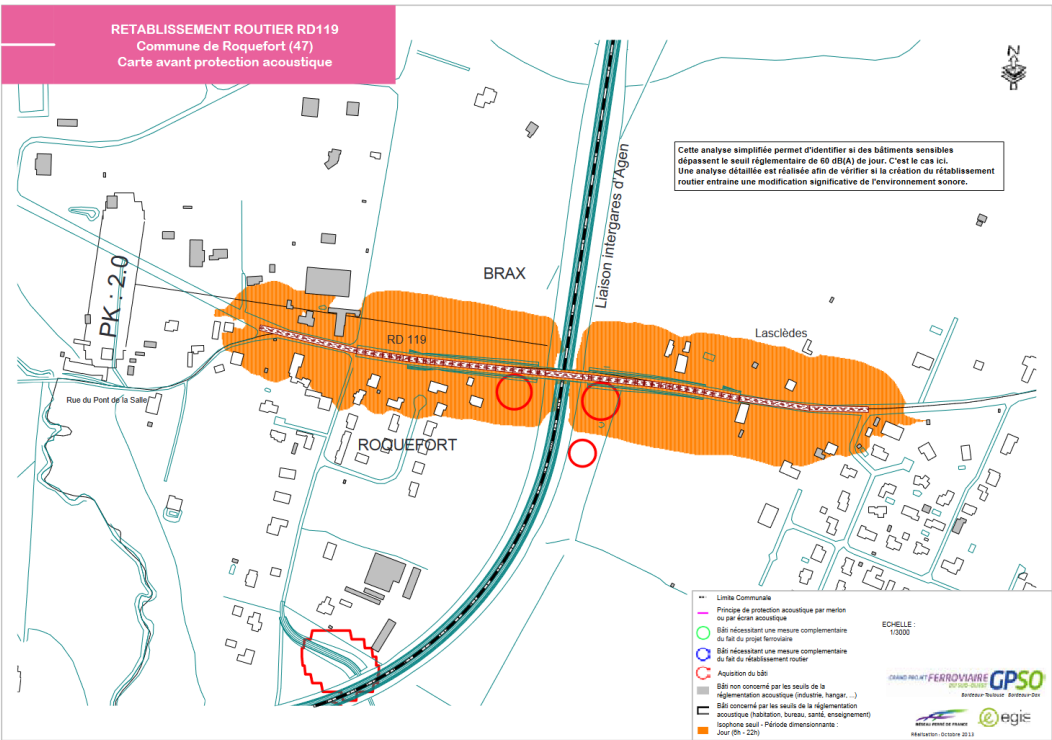
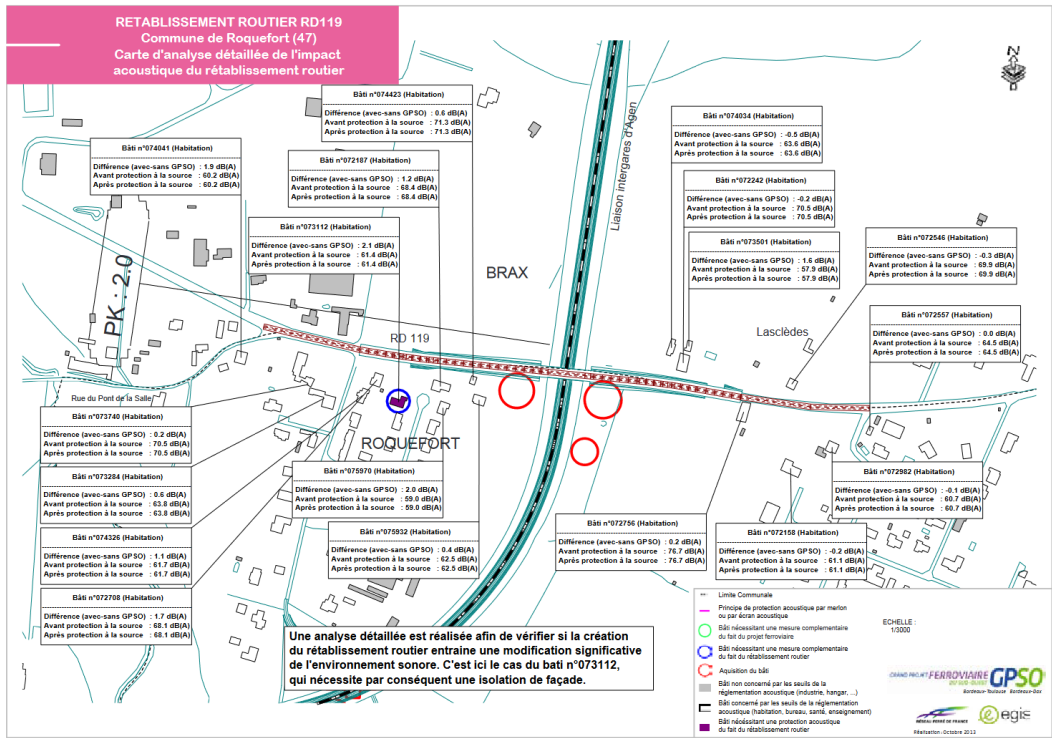


Figure 147: Exemple de carte d'analyse détaillée (Source : Egis)



Préconisation des protections acoustiques

Les dispositifs dimensionnés pour les rétablissements routiers sont des protections à la source (type merlons ou écrans), dont les hauteurs seront adaptées en fonction des configurations d'implantation et des caractéristiques du bâti à protéger.

D'une façon générale, la protection à la source sera privilégiée, chaque fois qu'elle sera techniquement et esthétiquement adaptée, et d'un coût raisonnablement proportionné à l'objectif visé. Les hauteurs de protection acoustiques ont été limitées à 4 mètres.

Les solutions de protection à la source concernent l'habitat diffus et dense.

Pour l'habitat isolé des protections individuelles complémentaires sont privilégiées.

Étude de la multi-exposition

Préambule

L'étude acoustique de l'étape 2 a montré qu'au regard des seuils réglementaires à respecter, le projet ne créera pas de nouveau Point Noir Bruit le long du futur tracé neuf. Les Points Noirs du Bruit qui seraient éventuellement créés le long des lignes existantes seront traités.

Une étude de la multi-exposition sonore est effectuée, en absence de seuil réglementaire, pour identifier les zones de bâtiments plus ou moins gênées par la nouvelle multi-exposition due à la mise en œuvre des projets ferroviaires.

ANALYSE DE LA MULTI-EXPOSITION

Repérage des bâtiments concernés

Les secteurs potentiellement concernés par la multi-exposition sonore ont été identifiés en étape 2, selon la méthode suivante :

- Tracé d'un fuseau de 300 m de part et d'autre des projets ferroviaires (en rouge sur la figure ci-après) ;
- Repérage des grandes infrastructures situées à moins de 300 m de ce fuseau (en vert sur la figure ci-après) ;
- Tracé d'un fuseau de 300 m de part et d'autre de la grande infrastructure repérée (en orange sur la figure ci-après) ;
- Tracé du secteur potentiellement concerné correspondant à l'intersection entre le fuseau de 300 m de part et d'autre des projets ferroviaires et le fuseau de 300 m de part et d'autre de la grande infrastructure (en rose sur la figure ci-après) ;
- Décompte des bâtiments sensibles (essentiellement habitations) à l'intérieur du fuseau, par commune.

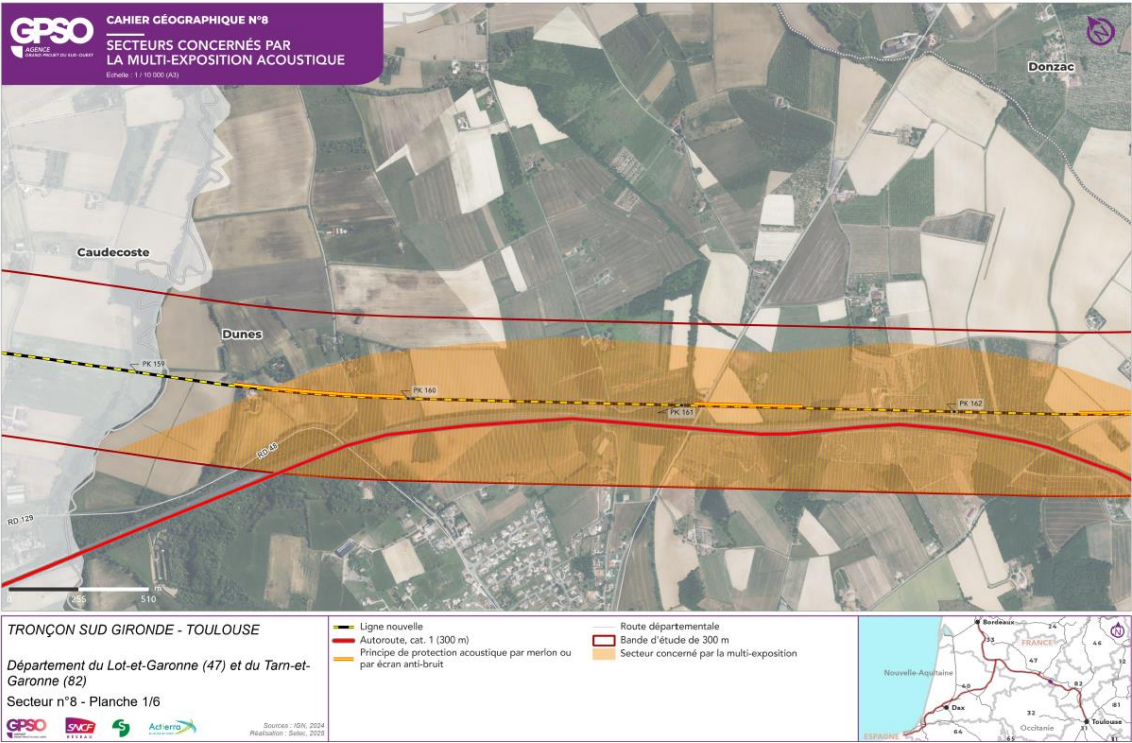
7.3.2.6. Les vibrations

Quelques notions sur les vibrations

Les vibrations sont un phénomène d'oscillation rapide d'une formation ou d'un système matériel.

Pour ce qui concerne les infrastructures de transport, la gêne due aux vibrations est variable et parfois concomitante à d'autres types de gêne par transmission acoustique aérienne directe par exemple. On peut cependant classer les niveaux d'acceptabilité des vibrations en deux catégories, selon qu'ils risquent de provoquer des réactions des personnes ou des dommages matériels (habitations environnantes).

Figure 148: Exemple de carte de multi-exposition (Source : Setec 2024)



Dans le cadre d'une approche liée aux vibrations, on distingue les éléments suivants pour le trafic ferroviaire :

- Le bruit aérien, qui est le bruit rayonné par le passage des convois sur les voies ou par le fonctionnement de différents éléments à l'arrêt, et transmis à l'air environnant et, à travers les façades et fenêtres des bâtiments riverains, à l'intérieur de ces derniers ;
- Les vibrations qui sont générées lors de la circulation des convois sur les voies, transmises à travers le sol jusqu'aux fondations des bâtiments riverains, puis au sein des bâtiments à travers leurs éléments constitutifs (avec amplifications et atténuations de certaines composantes fréquentielles) ;
- Le bruit solidien qui est un bruit généré, à l'intérieur des bâtiments riverains, par la mise en vibration de l'air contenu dans chaque pièce sous l'effet des vibrations des murs, planchers et plafonds.

Ces notions sont illustrées ci-dessous :

Figure 149: Bruit et vibrations dus au trafic ferroviaire (Source : D2S)



Il n'existe pas en France de texte réglementaire fixant des valeurs seuil de gêne potentiellement ressentie par les riverains à ne pas dépasser.

Méthodologie d'évaluation des effets vibratoires pour les lignes nouvelles

Le risque vibratoire dépend étroitement :

de la transmission des vibrations (avec amplification ou atténuation en relation avec la nature des sols notamment) ;

- De leur fréquence ;
- Du type de matériel roulant ;
- De la nature et de l'état de la construction.

Dans le cadre des projets de lignes nouvelles, la méthodologie suivante a permis d'étudier les effets vibratoires sur les bâtis.

Dans un premier temps, la nature des sols a été étudiée afin de connaître leur transmissibilité (capacité à propager les vibrations) (1).

Dans un second temps, des distances critiques au sein desquelles des risques vibratoires sont identifiés ont été définies (2). Ont ainsi pu être repérées les zones à risque et les bâtiments inclus dans ces zones.

DES POINTS DE MESURES POUR CARACTÉRISER LA TRANSMISSIBILITÉ DES SOLS

Afin de caractériser la transmissibilité des sols rencontrés dans l'aire d'étude, des mesures in situ ont été réalisées à proximité des projets de tracé des lignes nouvelles.

Les résultats de ces mesures sont ensuite utilisés pour déterminer les différentes zones de risque vibratoire associées aux projets.

36 points de mesures sont présents sur l'ensemble du linéaire des lignes nouvelles. Leur localisation est présentée au sein du volume 4.

DISTANCES CRITIQUES AU SEIN DESQUELLES DES RISQUES VIBRATOIRES SONT IDENTIFIÉS

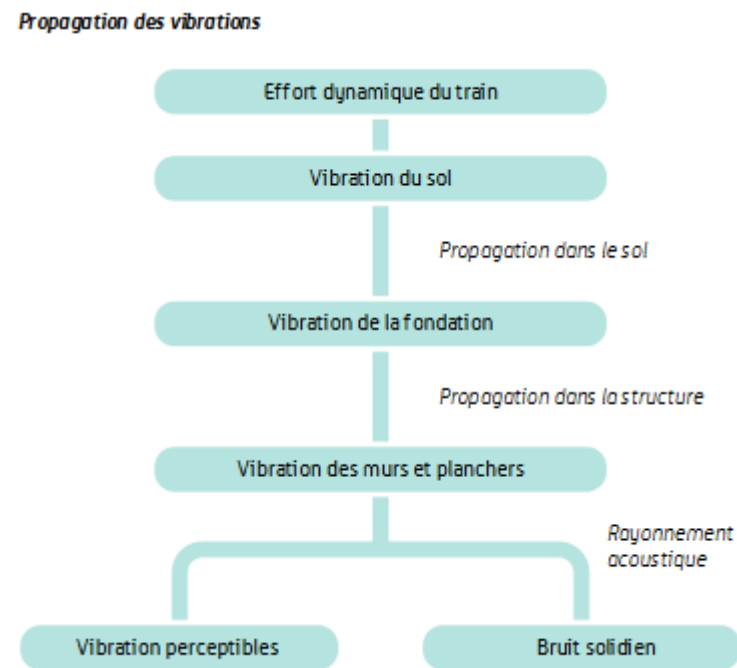
Quantification des niveaux vibratoires prévus

Afin d'estimer les niveaux vibratoires dans les bâtiments riverains des projets de lignes nouvelles, il faut quantifier :

- (a) l'effort dynamique généré par le train au contact roue-rail ; les niveaux vibratoires dans le sol à proximité directe de la voie ;
- (b) la propagation des vibrations dans le sol ;
- (c) le couplage sol-fondations, c'est-à-dire l'atténuation des vibrations lors de leur transmission du sol aux fondations des bâtiments riverains ;
- (d) l'amplification des vibrations entre les fondations et les différentes pièces des bâtiments riverains.

La combinaison de ces différentes fonctions permet de définir des zones de risque vibratoire.

Figure 150: Méthodologie des calculs prédictifs



QUANTIFICATION DES NIVEAUX VIBRATOIRES PRÉVUS À LA SOURCE

La méthodologie utilisée opère un distinguo entre les voies à l’air libre et les voies en tunnel.

Voies au niveau du sol

Afin de quantifier la source d’excitation vibratoire, des mesures ont été réalisées sur un tronçon existant, utilisant le matériel roulant prévu pour le projet de lignes nouvelles (TaGV et fret) ; en l’occurrence, il s’agit de la ligne existante entre Lyon et Valence, à hauteur de Pact.

Des accéléromètres ont donc été placés le long d’un tronçon de voie où circule le matériel roulant considéré, à des distances croissantes de la voie et perpendiculairement à celle-ci.

Le niveau vibratoire est ensuite mesuré pour une excitation artificielle appliquée le long de la voie.

Ce type de dispositif entraîne une excitation ponctuelle du sol. Le passage d’un train sur la voie s’apparente plus à une excitation linéaire. Afin de tendre vers cet aspect linéaire de l’excitation réelle, l’excitation artificielle décrite ci-dessus est appliquée successivement en plusieurs points alignés sur la voie.

Ces données sont ensuite croisées avec celles de transmissibilité du sol, ce qui permet de déterminer le spectre d’effort équivalent pour le type de matériel roulant considéré sur la voie considérée.

Sections en tunnel

La quantification des vibrations dans les tunnels prévus a été calculée par modélisation de type éléments finis de ces tunnels. Le principal élément à prendre en compte est le contact roue-rail. Deux modélisations ont été effectuées, pour les tunnels double voie et pour les tunnels à simple voie et à section circulaire :

- Une section droite de tunnel est modélisée, qui sera utilisée pour simuler un cas de charge dynamique ;
- Le véhicule est modélisé par la masse non suspendue du bogie répartie sur les roues et localisée au niveau de la zone de contact roue-rail ;

- La modélisation de la voie est constituée du rail, du système de fixation et de la structure du tunnel entourée du sol adjacent. Le modèle est bordé d’amortisseurs qui préviennent tout phénomène indésirable de réflexion aux limites.

Le résultat de la simulation est obtenu à l’aide d’une analyse de réponse en fréquence directe, et consiste en un ensemble de spectres de mobilité verticale des particules, calculés à l’interface entre l’élément élastique de la voie et le béton du tunnel.

La localisation de ces points varie en fonction de la typologie de la voie.

PROPAGATION DES VIBRATIONS DANS LE SOL

L’amortissement interne du sol varie en fonction :

- Du type de sol ;
- De la fréquence.

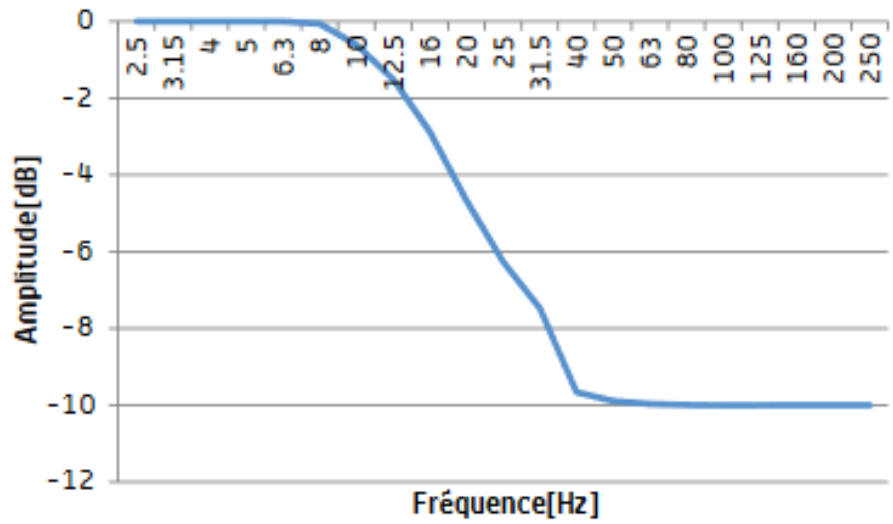
La transmissibilité du sol a été mesurée telle que décrite en (a).

COUPLAGE SOL-FONDACTIONS

Une courbe de couplage sol-fondations a pu être établie de manière empirique, par des mesures de la transmissibilité des sols et des fondations le long de lignes existantes, puis par comparaison des spectres vibratoires.

Cette courbe est typique pour une maison individuelle (type de construction le plus courant le long des projets, et hypothèse la plus dimensionnante).

Figure 151: Couplages sol-fondations typiques pour une maison individuelle



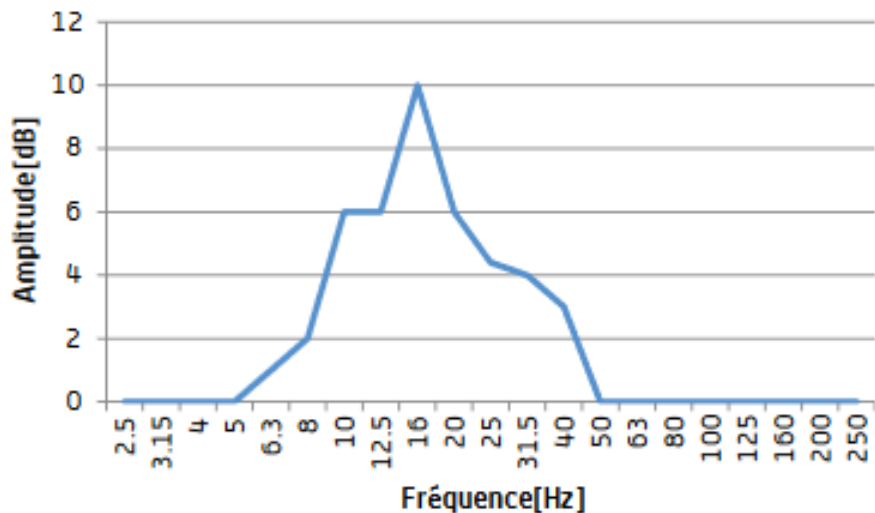
AMPLIFICATIONS STRUCTURELLES

Les vibrations se propagent des fondations aux murs et planchers des bâtiments. Certaines gammes de fréquence sont amplifiées du fait de résonances structurelles.

La même méthode que précédemment a été appliquée, par comparaison des spectres vibratoires au niveau des fondations et à l'intérieur d'une pièce du bâtiment.

La courbe d'amplifications structurelles suivante, typique pour une maison individuelle, a ainsi été obtenue.

Figure 152: Amplifications structurelles pour une maison individuelle



Détermination de distances de risques vibratoires

En combinant les spectres d'effort équivalent aux différentes fonctions de transfert décrites ci-dessus, on obtient les niveaux vibratoires générés à l'intérieur des bâtiments riverains lors des passages des trains, et ceci pour différentes distances entre les voies et les bâtiments riverains. Ceci permet de déterminer les distances minimales à respecter, entre les voies et les bâtiments, afin de respecter différents ensembles de critères pour des bâtiments types présentant des couplages sol-fondation et des amplifications structurelles standards.

Deux distances critiques ont pu être identifiées :

- La distance D1, au-delà de laquelle le risque vibratoire est considéré comme nul ;
- La distance D2, en-deçà de laquelle des risques vibratoires structurels existent pour les constructions.

Ces distances sont données pour chaque type de sol rencontré dans le volume 4 de la présente étude d'impact.

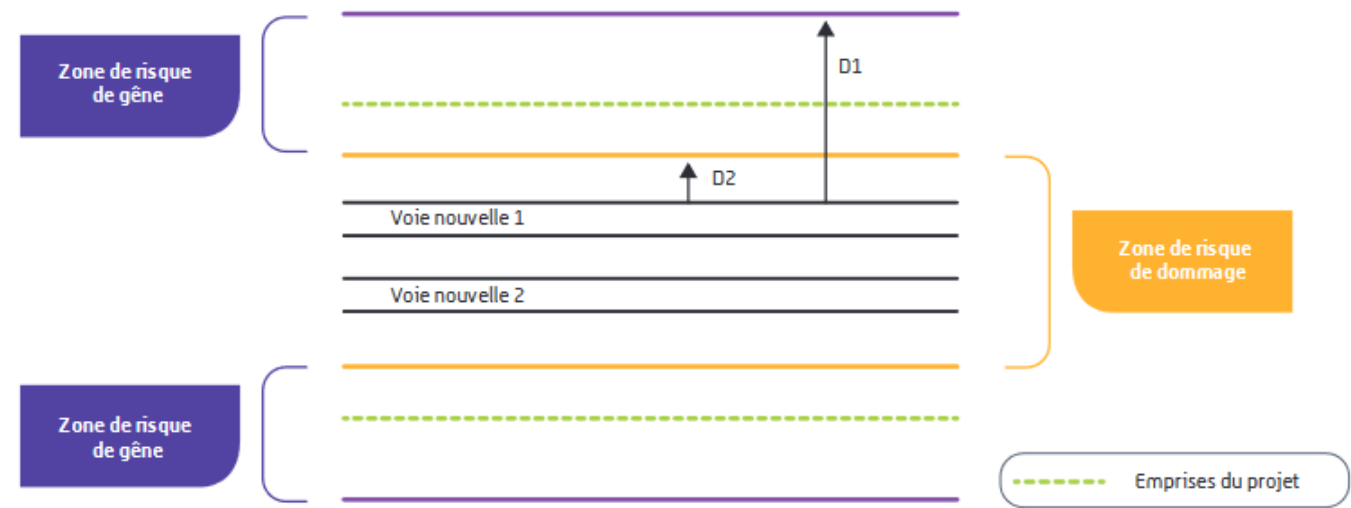
Sur la base de ces distances, une cartographie des risques vibratoires a été établie, qui distingue les deux types de zones de risque vibratoire suivantes :

- La zone à risque de dommage** : il s'agit de la zone au sein de laquelle les vibrations peuvent engendrer un risque de dommage structurel aux constructions ;
- La zone à risque de gêne** : il s'agit de la zone située entre l'extrémité de la zone de risque de dommage et la zone de risque vibratoire nul, définie par les distances critiques issues des mesures in situ. Une gêne liée aux vibrations peut être ressentie par les personnes situées au sein de cette zone.

Le schéma ci-après illustre la définition de ces deux zones.

Peuvent ainsi être identifiés les bâtis situés dans une zone à risques vibratoires.

Figure 153: Définition des zones de risque de dommage et risque de gêne au niveau des lignes nouvelles (Source : Egis, 2013)



Méthodologie d'évaluation des effets vibratoires pour l'aménagement des lignes existantes

L'objectif des mesures vibratoires le long des lignes existantes est de :

- Quantifier, au regard de la législation, les niveaux vibratoires générés à l'intérieur des bâtiments riverains lors des passages de convois sur les lignes existantes ;
- Quantifier les couplages sol-fondations et les amplifications structurelles des bâtiments considérés, afin d'obtenir les valeurs les plus précises possible pour les modélisations numériques.

Mesure des vibrations préexistantes

Pour les mesures le long des lignes existantes, la sélection des sites de mesures est basée sur les critères suivants :

- Mesures de bâtiments présentant l'ensemble des types de structures rencontrées le long du tracé (pavillons et maisons individuelles, petits immeubles de 1 à 2 étages, immeubles moyens de 2 à 4 étages, immeubles massifs de 5 étages ou plus, bâtiments industriels) ;
- Mesures dans un certain nombre de bâtiments susceptibles de présenter une sensibilité spécifique aux vibrations (laboratoires d'analyses et imagerie médicales, hôpitaux, entreprises de fabrication de composants électroniques, lycée professionnel susceptible d'être équipé d'appareillage sensible aux vibrations) ; dans les zones où aucun de ces types de bâtiments sensibles n'est identifié, c'est la préservation des bâtiments à caractère résidentiel qui est privilégiée ;
- Mesures aussi bien en alignement que le long de zones équipées d'appareils de voie.

Les sites de mesures sont répartis le long des lignes existantes au Sud de Bordeaux [5 points de mesure] et au Nord de Toulouse [6 points de mesure], ainsi que Bordeaux-Hendaye [20 points de mesure].

Pour chacun des sites de mesures sont identifiés :

- La localisation et le type du bâtiment considéré, la période de mesure, la distance par rapport à la voie existante la plus proche ;
- Pour chaque type de matériel roulant et chacune des voies existantes :
 - La moyenne du spectre vibratoire maximal, à l'intérieur du bâtiment, ainsi que le spectre maximal admissible dans un bâtiment résidentiel durant la nuit conformément à l'ISO 2631-2 dd. 1989, et les écarts-types entre les différents passages mesurés,
 - La moyenne du spectre vibratoire, au droit de la fondation, au moment du passage où la valeur globale est maximale, ainsi que le spectre maximal admissible à cet endroit pour garantir l'intégrité structurelle d'une construction très sensible et les écarts entre les différents passages mesurés.

MESURES DES VIBRATIONS FUTURES

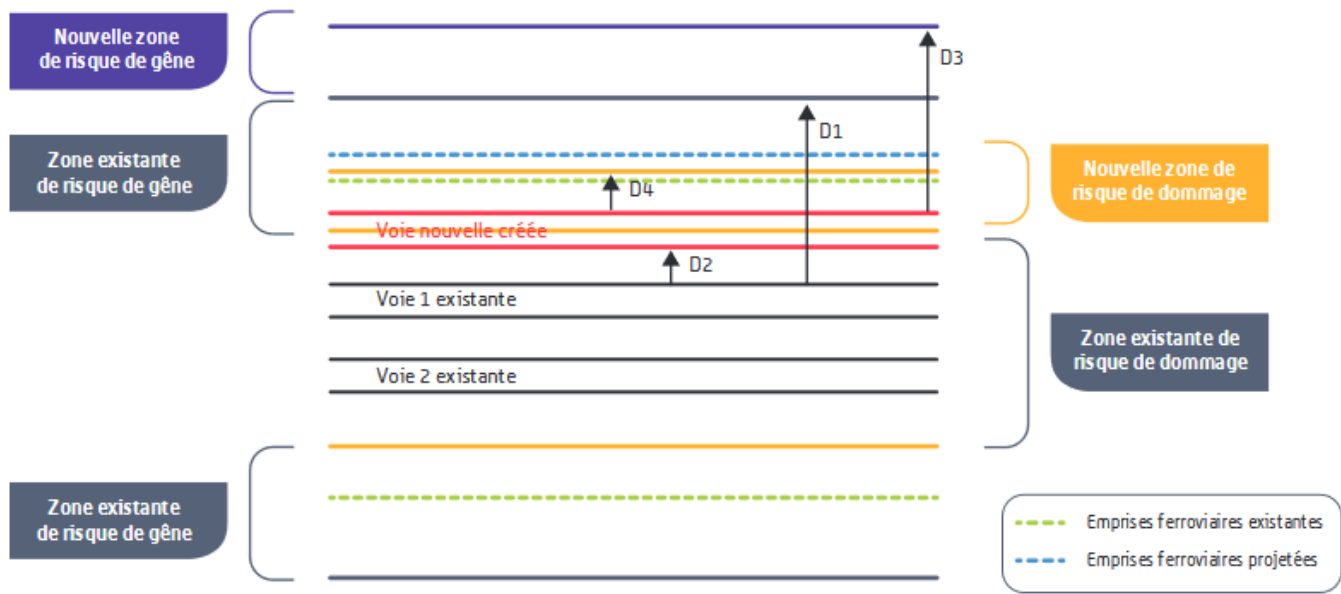
La démarche suivie et la méthode sont les mêmes que celles prévalant pour les lignes nouvelles :

- Quantification des niveaux vibratoires prévus à la source ;
- Propagation des vibrations dans le sol ;
- Couplage sol-fondations ;
- Amplifications structurelles.

Détermination de distances de risques vibratoires et identification des zones à risques

Sont ici considérées les nouvelles zones à risque liées à la création de nouvelles voies, et non les zones à risque préexistantes.

Figure 154: Définition des nouvelles zones de risque de dommage et de gêne au niveau des lignes existantes (Source : Egis, 2013)



7.3.2.7. La qualité de l'air

La caractérisation de l'état initial est basée sur le recueil des données relatives à la qualité de l'air et à la pollution atmosphérique, recensées à partir des données disponibles auprès :

- Du réseau de surveillance de la qualité de l'air : ATMO Nouvelle-Aquitaine ; ATMO Occitanie ;
- Des plans régionaux pour la qualité de l'air élaboré par les DREAL ;

Les données les plus récentes disponibles à fin 2024 et les tendances d'évolution pressentie ont été compilées et présentées. Il a été fait recours aux stations de mesures les plus proches du tracé dans le but d'obtenir une situation de référence contextualisée.

7.3.2.8. La santé

Contexte réglementaire

Les effets des projets ferroviaires sur la santé publique ont été évalués en application des articles L.122-3 et R122-5 du code de l'environnement.

En complément de ces articles, les documents en vigueur ont été valorisés. Il s'agit notamment du guide pour l'analyse du volet sanitaire de l'étude d'impact de l'Institut de Veille Sanitaire publié en 2000.

L'étude réalisée a ainsi permis d'évaluer les effets potentiels du projet sur la santé et de proposer, lorsque nécessaire, les mesures pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables des projets pour l'environnement et la santé de la population riveraine des projets.

Le cadre général retenu est celui de la démarche d'évaluation quantitative des risques, déclinée en quatre étapes.

Objectifs

L'objectif du volet sanitaire est de rechercher si les modifications apportées à l'environnement par les projets peuvent générer des effets positifs ou négatifs sur la santé humaine.

Il s'agit d'évaluer les risques d'atteinte à la santé humaine liés aux différentes pollutions et nuisances résultant de la réalisation ou de l'exploitation de l'aménagement ferroviaire.

Dans le cas où un risque est mis en évidence, l'étude caractérise ce risque et définit les populations exposées à ce risque. Des mesures propres à supprimer ce dernier sont proposées en priorité, dans la mesure du possible.

Méthodologie de réalisation du volet sanitaire

Le volet sanitaire a été réalisé conformément au Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact de l'Institut National de Veille Sanitaire.

Il concerne les opérations des aménagements ferroviaires au Sud de Bordeaux, des lignes nouvelles Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Dax, et des aménagements ferroviaires au Nord de Toulouse.

Il comprend à ce titre les grands chapitres suivants :

1. **identification des dangers pour la santé humaine** : nuisances acoustiques, risques de pollution des eaux et de l'air... Un bilan des nuisances susceptibles d'être générées par le projet a été réalisé afin d'identifier les dangers qui, par l'exploitation des projets ferroviaires ou la phase travaux, sont en mesure de générer des surexpositions pour les riverains du projet en comparaison à une situation de référence sans projet. Ce bilan a été réalisé sur la base d'une synthèse bibliographique. Les dangers étudiés ont ainsi été :

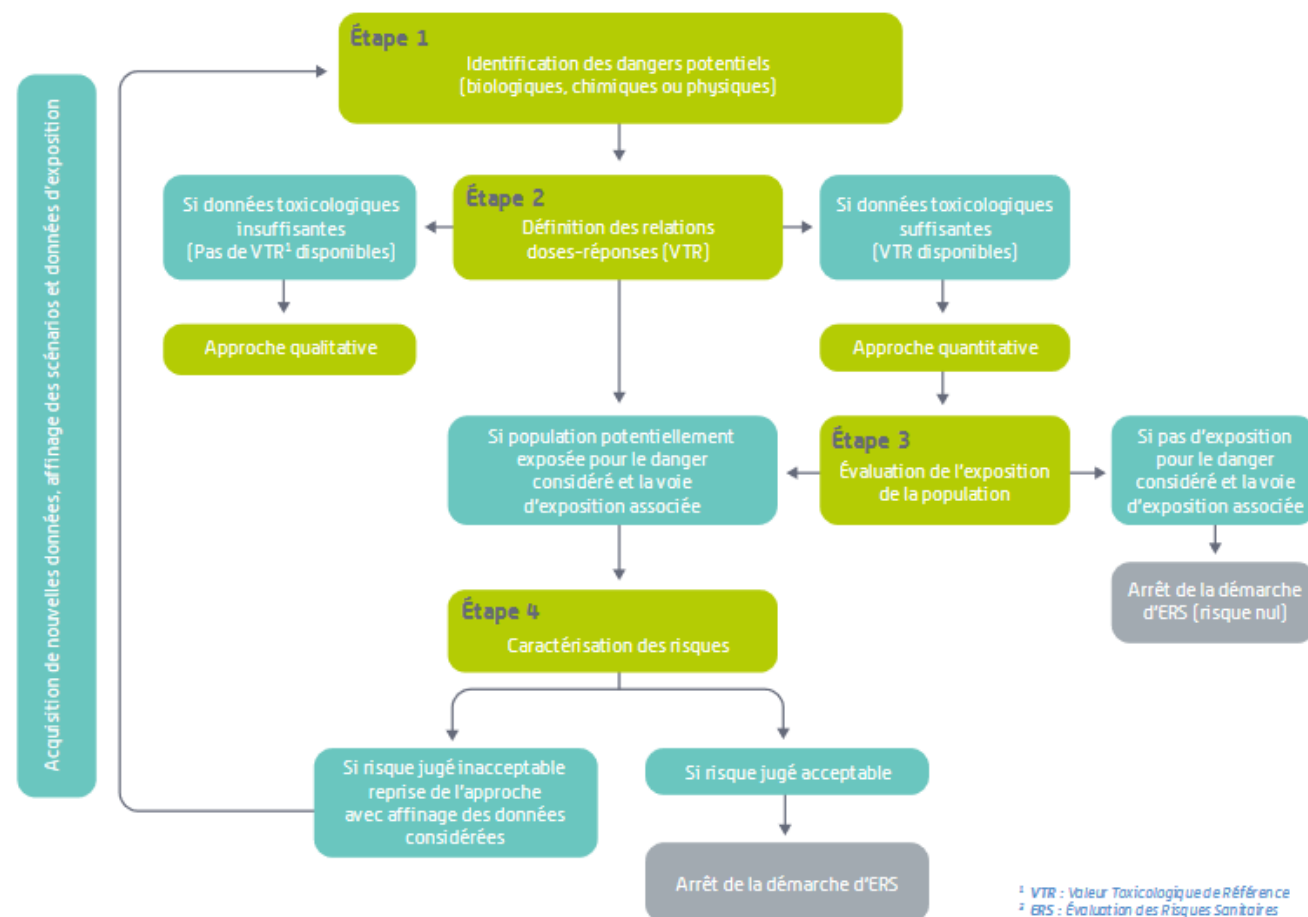
- Les nuisances acoustiques générées par la mise en service des projets ferroviaires,
- Les vibrations générées par la mise en service des projets ferroviaires,
- Les champs électromagnétiques générés par les câbles électriques, les sous-stations électriques ainsi que les antennes de télécommunication,
- Les nuisances lumineuses,
- Les transports de matières dangereuses,
- La pollution des eaux liées au désherbage des voies (produits phytosanitaires),
- La pollution atmosphérique,
- Les pollens allergènes (ambroisie notamment) ;

2. **définition des « relations doses-réponses » pour chacun des dangers évoqués**. Cette partie s'appuie sur la réglementation en vigueur, et sur les recherches en cours ou les recommandations des organismes nationaux ou internationaux (Organisation Mondiale de la Santé...). Cette étape permet d'établir, pour chaque danger étudié, les doses à partir desquelles des effets sanitaires sont prévisibles. Pour certains facteurs de risques, la méthode a retenu des seuils de doses maximales plus contraignants que ce qu'impose la réglementation, notamment lorsque l'analyse produite et les informations disponibles ont mis en évidence que le seul respect du cadre réglementaire ne permettait pas de s'affranchir de certains effets (effet de gêne notamment dans le cadre des nuisances acoustiques) ;

3. **évaluation de l'exposition des populations susceptibles d'être exposées.** Cette étape consiste à évaluer les doses auxquelles les populations riveraines aux projets ferroviaires sont exposées ou susceptibles de l'être ainsi que le nombre de personnes concernées. Pour y arriver, un recensement effectué au moyen d'un Système d'Information Géographique a été réalisé. Ce travail permet dans un premier temps de définir le nombre de personnes et d'établissements sensibles directement ou indirectement concerné par les projets. Cette approche est menée « tous dangers confondus » dans une bande de 500 m centrée sur les projets. Enfin dans une seconde étape et **de façon spécifique à chaque danger étudié**, un travail de recensement a été réalisé. Il permet d'évaluer le nombre de personnes directement concernées par chaque danger. Pour chacune de ces deux étapes, le recensement exclut les bâtis acquis dans le cadre du projet, mais aussi les secteurs traversés par des ouvrages souterrains ;

4. **caractérisation du risque** par croisement de l'analyse des niveaux d'exposition avec les populations exposées à ces seuils.

Figure 155: Description de la méthodologie d'évaluation du risque sanitaire retenue (Source : Egis 2012)



Plusieurs types d'effets ont, selon les dangers considérés, été mis en évidence :

- Dangers sans effet sanitaire attendu compte tenu des dispositifs techniques et du tracé prévus : champs électromagnétiques, nuisances lumineuses, transport de matières dangereuses, pollution liée au désherbage des voies ;
- Danger avec effet sanitaire potentiel et nécessitant des mesures spécifiques : cas de l'ambrosie notamment ;
- Danger sans effet sanitaire majeur dès lors que le contexte réglementaire est respecté : les nuisances acoustiques. Il est en effet noté que le seul respect des valeurs réglementaires ne permet pas de s'affranchir d'une gêne psychosomatique éventuelle. Pour ces gênes, aucune mesure complémentaire à celles prévues dans le cadre réglementaire (merlon, écran acoustique, protections complémentaires) n'est proposée.
- Effets positifs des projets ferroviaires sur la qualité de l'air (amélioration attendue de la qualité de l'air compte tenu du report modal de la route vers le ferroviaire) et sur les aménagements ferroviaires existants non réaménagés (diminution globale des nuisances acoustiques).

La nature et l'intensité des effets sanitaires attendus ont guidé le choix des mesures proposées.

La logique d'évitement des secteurs bâtis, appliquée tout au long de l'élaboration du tracé des projets ferroviaires a permis de réduire les effets des projets sur la santé des riverains.

7.3.3. Agriculture, Viticulture et Sylviculture

7.3.3.1. Méthodologie liée aux activités agricoles

Recueil de données agricoles et analyse des enjeux et des sensibilités

Concernant l'agriculture, les données collectées sur l'aire d'étude proviennent d'une part :

- Des enquêtes du Recensement Général Agricole de 2000 et 2010 ;
- De données INSEE 2009 ;
- Des données Politique Agricole Commune de 2009 ;
- Des retours issus de la concertation ;

Et d'autre part des enquêtes communales menées par les Chambres d'Agriculture d'avril 2010 à juin 2011 puis en 2012 auprès des agriculteurs dont les parcelles sont contenues dans l'aire d'étude de 2 000 m.

Cette enquête a porté sur le foncier et les équipements et sur le type de productions, les filières, les perspectives des exploitations.

Ces informations ont été complétées par des réunions de concertation avec les communes concernées par l'aire d'étude, une analyse des orthophotos disponibles de février 2010, une analyse bibliographique et une synthèse des données disponibles (INSEE, Recensement général Agricole...).

Les données recueillies ont été analysées à partir d'un tableau multicritère, permettant d'évaluer les enjeux locaux.

Cette analyse a porté sur :

- La définition des enjeux ;
- Les zonages d'appellation AOP, IGP ou labellisés ;
- Les données générales (volumes, produits, importance économique) ;
- Les secteurs et parcelles en haute valeur ajoutée (maïs semence, arboriculture, production fruitière, horticulture, maraîchage, pépinières, cultures sous serres) ;
- Les installations agricoles relevant des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ;
- Les cultures biologiques (labels) ;
- Les cultures raisonnées, intégrées, les aires de culture sous contrat ;
- Les parcelles d'épandage et les réseaux d'irrigation et de drainage ;
- Les cheminements agricoles ;
- Etc...

À partir des données récoltées, une note de sensibilité a été attribuée aux exploitations. La sensibilité se détermine par la présence de critères définis sur une exploitation donnée, auxquels sont attribués des pondérations. Ce système basé sur un large choix des critères (production, pérennité, environnement, ...), permet de définir les exploitations qui sont susceptibles de subir le plus de dommage en cas d'emprise des projets.

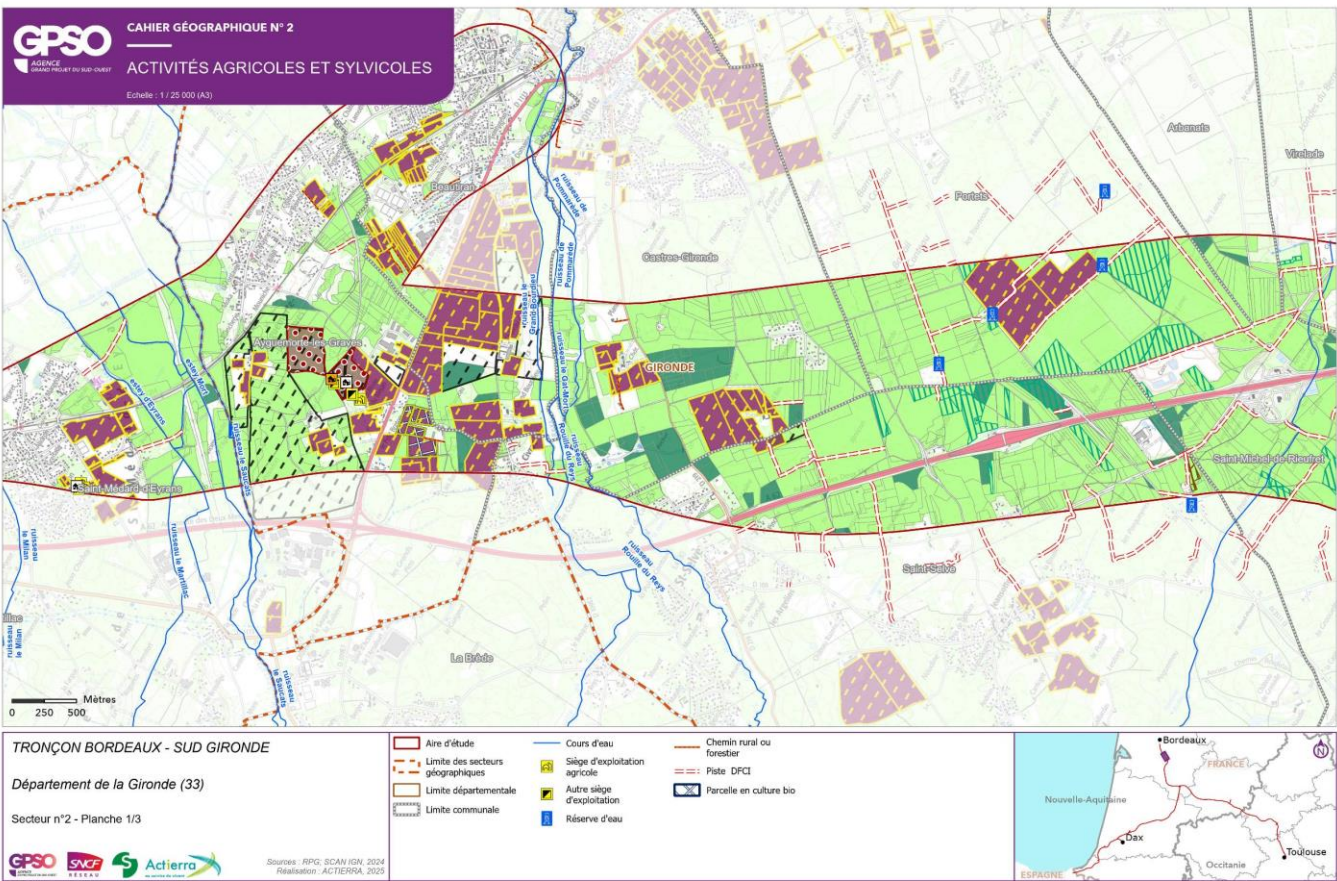
Dans le cadre de l'élaboration des dossiers au titre des commissions départementales de consommation de l'espace agricole (CDCEA), une concertation avec les représentants de la profession agricole s'est déroulée en 2013. La méthodologie a pu être ainsi présentée et validée avec les professionnels agricoles.

Cette note établie sur un total de points variant entre 200 et 1 000 points selon les Chambres d’Agriculture prend en compte les critères suivants :

- Les activités d’élevage ;
- Les activités liées aux productions à haute valeur ajoutée ;
- Les contractualisations (aides, labels...) ;
- Les équipements d’irrigation et de drainage ;
- L’aménagement de l’exploitation et de son parcellaire ;
- Les exploitants (âge de l’exploitant, avenir de l’exploitation.).

Plus la note est élevée, plus l’effet est important.

Figure 156: Carte des enjeux agricoles et sylvicoles (Source : Egis)



Cas de l’aménagement ferroviaire au Nord de Toulouse

Les activités agricoles sont décrites d’après la base de données européenne d’occupation biophysique des sols Corine Land Cover et une visite sur site.

L’absence d’appellation d’origine contrôlée a été déterminée grâce aux données disponibles sur le site Internet de l’Institut national de l’origine et de la qualité (INAO).

Recueil des données viticoles et analyse des enjeux et des sensibilités

La caractérisation du contexte viticole s’est appuyée sur les études réalisées par les Chambres d’Agriculture (Landes, Gironde, Lot-et-Garonne, Tarn-et-Garonne et Haute-Garonne) qui ont délégué la partie viticole à un bureau d’études spécialisé, le bureau BECHELER.

La méthodologie mise en œuvre par le bureau BECHELER découle du fait que le terroir viticole est défini comme un ensemble de potentialités agronomiques permettant l’obtention d’un produit spécifique, consacré par l’histoire.

L’analyse découle d’une double démarche :

- Reconstitution de l’évolution historique de l’occupation viticole des terres ;
- Reconnaissance, évaluation et cartographie des sols.

L’analyse de l’évolution historique du vignoble s’est faite dans le fuseau d’études et à sa proximité immédiate.

Trois périodes ont été analysées à partir de documents cartographies anciens (milieu du XVIIIème, milieu du XIXème et milieu du XXème).

L’analyse de l’occupation viticole contemporaine s’est notamment faite à partir de l’étude des photographies aériennes de l’IGN. L’interprétation de ces documents et le transfert de l’information sur fond de plan à 1/25 000, a permis l’élaboration d’un document de synthèse montrant les zones de différents comportements historique du vignoble.

Concernant les sols et leur potentiel agronomique viticole, l’ensemble des surfaces, de l’ordre de 25 000 ha, a été cartographié par trois géologues-pédologues.

Les diverses Unités Cartographiques de Sols (UCS) ont été définies en fonction de leur répartition au sein de grands ensembles géologiques et géomorphiques.

L’évaluation du potentiel de ces UCS, a découlé de l’analyse des paramètres de précocité et de vigueur, conférés à la vigne.

Une carte concernant la sensibilité des terroirs a été réalisée par comparaison des paramètres historiques et agronomique. Cinq classes de sensibilités ont été établies (sensibilité 0 : pas de potentiel et pas d’histoire, sensibilité 4 : potentiel agronomique totalement consacré par une occupation historique permanente).

Cette méthodologie a été présentée aux Services de l’État et organismes agricoles et viticoles notamment les chambres d’agriculture et l’INAO. La méthodologie a ainsi pu être validée avec ces organismes.

Enfin, conformément à l’article R.643-1 du code rural, le ministre de l’Agriculture a été consulté au titre des parcelles de vignes en AOC/AOP. La méthodologie a été à ce titre présentée au ministère de l’Agriculture et validée.

Evaluation des effets sur les exploitations

En confrontant l’analyse de l’état initial et la nature des impacts génériques identifiés, l’ensemble des effets agricoles a été mis en exergue, particulièrement en matière :

- De prélèvement foncier et de désorganisation foncière ;
- D’effet de coupure et de perturbation du fonctionnement des exploitations agricoles ;
- D’impacts directs sur les sièges d’exploitation ou sur des équipements agricoles et calcul de niveau d’impact ;
- D’effets sur les activités de diversification ou de remplacement mises en place par certaines exploitations agricoles.

Le calcul de niveau d’impact a pris en compte les paramètres suivants :

- Exploitations concernées par le tracé ;
- Coupure par le tracé des chemins empruntés par l’agriculture ;
- Coupure du parcellaire (% de surface restante de chaque côté du tracé) ;
- Localisation défavorable du siège d’exploitation (situation par rapport à l’exploitation, emprise sur les bâtiments, ...) ;
- Ratio d’emprise (superficie de l’exploitation concernée par les emprises du tracé).

Des coefficients ont été attribués selon un barème pour chaque paramètre pour définir le niveau d’impact et ainsi classer les impacts selon 4 niveaux (faible, moyen, fort et très fort).

Figure 157: Exemple de grille impacts et mesures agricoles (Source : CA 47)

[illegible]

L'actualisation réalisée en 2025

Les chambres d'agriculture ont été sollicitées pour l'actualisation de l'étude d'impact menée dans le cadre de l'autorisation environnementale des investigations préalables de la ligne nouvelle Bordeaux – Toulouse.

Pour l'état initial, une actualisation des données relatives aux surfaces agricoles utiles a été réalisée à l'échelle des communes de l'aire d'étude.

Pour les effets du projet, une actualisation des éléments suivants a été réalisée à l'échelle de l'emprise du projet :

- La surface agricole utile interceptée par les emprises ;
- Le nombre de parcelles agricoles en AOC, agriculture biologique, forte valeur ajoutée interceptées par les emprises ;
- Le nombre de parcelle ayant un bâtiment agricole présent dessus, interceptées par les emprises.

7.3.3.2. La méthodologie liée aux activités sylvicoles

Le recueil de données et analyse des enjeux

Concernant la sylviculture, les données collectées sur l'aire d'étude proviennent d'une part :

- Des organismes contactés : CRPF Aquitaine, INRA, institut technologique FCBA, Syndicat des Sylviculteurs du Sud-Ouest (SSSO), Association Régionale de Défense des Forêts Contre l'Incendie (ARDFCI), Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS), DRAAF Aquitaine, Inventaire Forestier National (IFN) et Office National des Forêts (ONF) ;
- Des retours issus de la concertation (commune, association de riverains...) ;
- Des données communales (Espaces Boisés Classés.) ;

Et d'autre part, des études spécifiques menées par le bureau d'études SDigit et par l'ONF sur l'aire d'étude de 2 000 m.

Cette étude s'est déroulée en plusieurs étapes :

- La première étape a consisté à réaliser un diagnostic par photo-interprétation du parcellaire : identifier par photo-interprétation et en superposant le cadastre les unités sylvicoles homogènes (peuplement, essence, qualification de l'état) ;
- La deuxième étape a permis d'identifier par des visites de terrain pour identifier les différents types de peuplement et l'état du peuplement de ces unités. Lors de cette deuxième étape ont eu lieu les réunions techniques avec les communes et les organismes ;
- La troisième étape a consisté à cartographier sous un Système d'Information Géographique (SIG) les données.

L'enjeu « sylvicole » a été déterminé en fonction des trois thèmes suivants :

- L'enjeu « forêt » lié à la nature du boisement en place (type de peuplement, état global, type de document de gestion durable, statut, objectif, type de production) ;
- L'enjeu « accessibilité » lié à chaque unité sylvicole en fonction de sa desserte (type de desserte et revêtement) ;
- L'enjeu « incendie » lié au risque incendie de chaque unité sylvicole et plus précisément à la capacité qu'à chaque unité sylvicole à être défendue.

C'est la somme des trois thèmes pondérés qui constitue l'enjeu sylvicole. Plus la somme est élevée, plus la zone présente un enjeu sylvicole fort.

Des échanges ont également été réalisés dans le cadre de la concertation en continu avec les représentants des organismes sylvicoles : l'Agence Régionale de Défense des Forêts Contre l'Incendie, le Centre régional de la Propriété Forestière (CRPF) Aquitaine et le syndicat des sylviculteurs du sud-ouest (SSSO). Une vingtaine d'engagements de principes de rétablissements des pistes DFCI a été prise en concertation avec SNCF RÉSEAU.

Évaluation des effets

La définition des principes de rétablissement pour la desserte des propriétés forestières dans des conditions de gestion non aggravées par les futurs ouvrages et la formulation de propositions sur les mesures d'insertion des projets ont été réalisées par le CRPF Aquitaine, (ligne nouvelle Bordeaux-Dax) et par le CRPF Midi-Pyrénées (ligne nouvelle Bordeaux-Toulouse).

7.3.4. Le milieu physique

7.3.4.1. Le climat

Le diagnostic et d'évaluation de l'état initial

La caractérisation du contexte climatique s'est appuyée sur les données des stations de Météo France situées à proximité de l'aire d'étude : stations de Bordeaux (33), Mont-de-Marsan (40), Dax (40), Agen (47), Montauban (82) et Toulouse-Blagnac (31),

Ces données sont extraites de l'ouvrage édité par Météo France : « Statistiques climatiques de la France 1991-2020 – Direction de la climatologie, Météo France ».

Évaluation des effets

Une étude sur la vulnérabilité du projet au changement climatique a été réalisée en 2024-2025 par Actierra. Les analyses des effets sont basées sur les résultats de cette dernière.

7.3.4.2. La géomorphologie et la géologie

Le diagnostic et l'évaluation de l'état initial

La description de la géomorphologie de l'aire d'étude est basée sur les campagnes de terrain, et sur l'interprétation du Modèle Numérique de Terrain (MNT), réalisé à partir des données de la BD Alti de l'IGN couvrant l'aire d'étude. Ces informations ont permis de réaliser une cartographie du relief. Par ailleurs, l'observation sur site des variations géomorphologiques, croisées avec l'analyse de la géologie des terrains, vient compléter cette description.

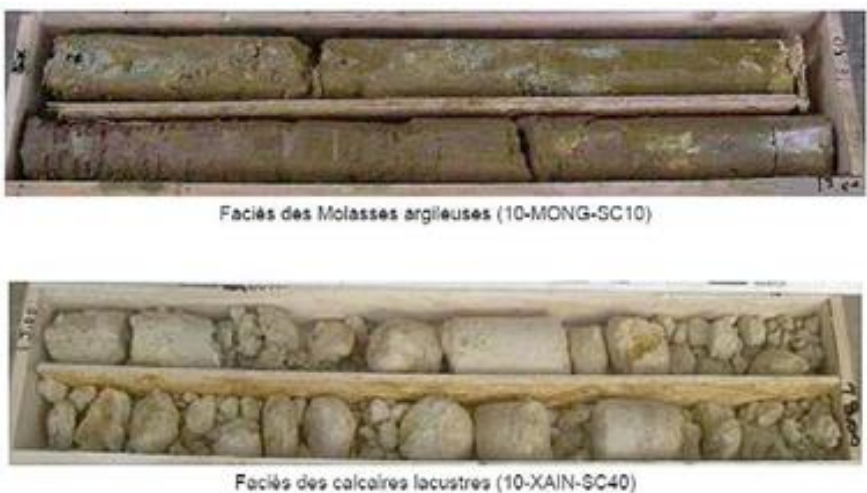
La présentation du contexte géologique a été réalisée à partir des cartes géologiques éditées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) et notices associées disponibles sur le secteur (cartes au 1/50 000 datant des années 1970-1985) et complétée par des visites de terrain.

Une étude géotechnique dite « G12 » a été réalisée au stade des études d'avant-projet sommaire (APS).

Des études complémentaires et plus précises dites « G2 » et « G3 » seront menées au stade d'études ultérieures (études d'avant-projet détaillées et de projet).

Le contexte topographique a aussi été décrit à partir d'une analyse des données issues du site <http://www.cartes-topographiques.fr/Haute-Garonne>, complétée par une reconnaissance de terrain pour l'opération d'aménagements ferroviaires au Nord de Toulouse.

Figure 158: Faciès de sondages géotechniques (Source : SNCF Réseau)



L'évaluation des enjeux

Les principaux enjeux géomorphologiques rencontrés sont :

- La présence de cavités karstiques ;
- La présence de résurgences ;
- La compressibilité des sols ;
- Les risques de glissement de terrain.

Ces enjeux sont pris en compte dans l'élaboration des projets techniques. Elles peuvent également constituer un risque pour la sécurité des voyageurs et des circulations ferroviaires.

L'évaluation des impacts générés par les mouvements des terres (dépôts et emprunts) est liée aux différentes problématiques environnementales (écoulements des eaux superficielles, environnement naturel, paysage...).

7.3.4.3. La pédologie

Le diagnostic et l'évaluation de l'état initial

La caractérisation du contexte pédologique s'est appuyée sur des données bibliographiques d'origine différente selon le département considéré, puis sur des éléments issus des études géologiques et géotechniques.

L'évaluation des effets

L'évaluation des effets a été réalisée par analogie avec les impacts constatés pour d'autres opérations d'infrastructures ferroviaires similaires.

7.3.4.4. Les eaux souterraines

Le diagnostic et l'évaluation de l'état initial

Un état initial du contexte hydrogéologique a été réalisé dans l'aire d'étude, avec pour objectif de définir la disponibilité, la richesse et la vulnérabilité de la ressource en eau environnante. Les caractéristiques des aquifères rencontrés ont été déterminées, notamment :

- Les limites hydrauliques des aquifères ;
- La nature des terrains traversés ;
- L'épaisseur de la couverture des formations géologiques de surface ;
- La profondeur de la nappe.

Cet état initial s'est opéré via :

- Une collecte de données auprès d'organismes et services de l'État et une recherche bibliographique ;
- Des inventaires terrain réalisés dans le cadre de la DUP de 2014.

Collecte de données existantes

Une collecte de données a été effectuée dans les diverses administrations, notamment les Agences Régionales de Santé (ARS), les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), Agences de l'eau. Elle a permis en particulier le recensement et la caractérisation des captages d'Alimentation en Eau Potable publics et privés (AEP) et de leurs périmètres de protection, des forages à usage agricole et industriel et des puits et sources à usage privé.

Le recensement des données existantes s'est appuyé aussi sur la synthèse des données bibliographiques disponibles, en particulier l'état des lieux du Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion des Eaux (SDAGE) Adour-Garonne 2022-2027, ainsi que sur les données disponibles auprès des Directions Départementales des Territoires et de la Mer (DDTM), de l'Office Français de Biodiversité (OFB), du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

Inventaires de terrain

Des piézomètres ont été mis en place dans le cadre des études géotechniques de l'étape 2 pour préciser le fonctionnement hydraulique des nappes en différents points de l'aire d'étude.

Pour ce faire, un recensement exhaustif des puits et captages privés a été réalisé dans une bande de 500 m centrée sur le tracé au sein de l'aire d'étude. Près de 700 points ont été recensés. Après élimination des points rebouchés, antérieurs à 1980 ou inaccessibles, ont finalement été sélectionnés plus de 300 points d'eau. Ces points d'eau font l'objet d'un suivi mensuel qui s'est étendu de mai 2013 à 2015 pour avoir une connaissance plus fine de la piézométrie des nappes. Les suivis ont été complétés par différentes études.

Une étude hydrogéologique spécifique du secteur de Castres-Gironde (33) a été réalisée par Antea et Calligée sur les communes d'Ayguemorte-les-Graves, Castres-Gironde, Portets, Saint-Michel-de-Rieufret, *Guillos* et Budos, compte tenu de la traversée de périmètres de protection de captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP).

Cette étude a été réalisée en 5 phases en étape 2 et étape 3 :

- Phase 1 : acquisition des données bibliographiques (mars/avril 2011) ;
- Phase 2 : inventaire des points d'eau et production d'une carte piézométrique (mars 2011) ;
- Phase 3 : investigations de terrain (forage mai 2011) ;
- Phase 4 : faisabilité du projet en regard de la préservation de la qualité de la ressource exploitée pour l'alimentation en eau potable et définition des mesures (juin 2011) ;
- Phase 5 : suivi piézométrique de la nappe et ajustement des mesures définies en phase 4 (Février 2012).

Deux autres essais de traçage ont également été réalisés en juillet 2012 puis en janvier 2013.

Les résultats ont permis d'avoir une connaissance fine du fonctionnement du système hydrogéologique à cet endroit, d'analyser la sensibilité de l'aquifère et de définir de manière la plus adéquate possible l'insertion du tracé. Ils ont également été portés à connaissance de la Communauté Urbaine de Bordeaux dans le cadre de l'élaboration de l'étude d'impact de l'enquête publique de ces captages qui s'est déroulée fin 2013.

À noter que des suivis complémentaires ont été réalisés d'octobre 2014 à mars 2015 sur le projet Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Dax sur environ 150 points.

Des compléments ont été réalisés par Antea entre 2014 et 2015, à la suite des avis des hydrogéologues agréés. Ils ont identifié des zones à enjeux AEP pour lesquelles il était nécessaire de bénéficier de données piézométriques supplémentaires afin d'alimenter la réflexion et l'établissement des avis futurs sur les zones suivantes : Bellefond (Castres Gironde), Fontbanne (Budos), Maransin/Balizac, Prechac, Bernos-Beaulac, Arue/Roquefort Clarens/Guillery/Lagagnan (Casteljaloux). L'objectif était de recenser en moyenne une vingtaine de points par zone judicieusement répartis, de sorte à disposer d'une vue représentative de leur état piézométrique pour répondre aux avis des hydrogéologues agréés et pour nuancer les enjeux hydrogéologiques dans ces zones en fonction de la position hydraulique du projet par rapport aux captages.

La source de Clares (Casteljaloux) a été suivie durant l'hiver 2014-2015 afin d'acquérir des éléments concernant la vulnérabilité de l'aquifère dont elle émerge et de conclure sur les risques d'atteinte de sa qualité (opération de traçage). Dans le but d'améliorer la connaissance sur cette ressource, Antea Group réalise chaque année, depuis 2016, le suivi de la qualité de l'eau à partir de l'instrumentation mise en place au niveau du captage La mission de suivi a été arrêtée fin juillet 2021. À noter que des traçages ont également été effectués sur le secteur de Castres-Gironde / Portets.

À noter que les suivis piézométriques ont été poursuivis entre 2016 et 2022 au droit des captages suivants : Source Maransin, Champ captant de Bellefond Rocher, Forage de Grangeneuve 2, Champ captant de Fontbanne, Captages de Bernos Beaulac, Forage de Préchac, Champ captant de Grenade (Capy), Forages de Roquefort, Forages Gaillères, Source de Guillery à Barbaste, Source de Clares à Casteljaloux, Puits de Lagagnan à Pompogne, Source Baillard à Xaintrailles, Champ captant de Verlhaguet à Lacourt-Saint-Pierre, Champ captant de Rabannel à Grisolles, Champ captant de Pouzargues à Castelsarrasin, Champ captant de Gimone à Castelferrus.

Enfin, de 2017 à 2019, Antea Group a réalisé 8 campagnes de jaugeages différentiels au niveau du Ciron et de ses affluents afin de caractériser le fonctionnement hydrique du bassin versant et d'évaluer le risque d'impact du projet sur la viticulture.

La qualification des zones à enjeux hydrogéologiques

Dans le cadre de l'étude d'impact, sont évalués les enjeux rattachés aux premiers aquifères rencontrés le long de la bande d'études, depuis la surface du terrain naturel.

Ces enjeux hydrogéologiques sont évalués à partir de deux critères : la vulnérabilité intrinsèque des aquifères et la sensibilité des usages.

Vulnérabilité intrinsèque des aquifères

La vulnérabilité intrinsèque désigne la sensibilité des eaux souterraines à la contamination anthropique ; elle est représentée par la capacité de n'importe quel polluant à rejoindre la nappe d'eau souterraine, en fonction des caractéristiques de son milieu naturel.

Cette notion s'applique indépendamment de l'usage anthropique qui peut être en être fait, et donc des pressions réelles qui peuvent être exercées sur l'unité hydrogéologique. Son évaluation repose **exclusivement sur les caractéristiques de son milieu naturel**. Le degré de vulnérabilité est proportionnel au temps de transfert des eaux de surface vers le milieu récepteur et à la profondeur de la nappe.

La méthodologie proposée, qui s'inspire de celle du BRGM Aquitaine, repose sur le croisement de deux variables : la pente et l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS) déduite des niveaux d'eau souterraine.

Ces deux variables sont inversement corrélées à l'indice de vulnérabilité :

- Plus la pente est importante, moins l'aquifère est vulnérable ;
- De même, plus l'épaisseur ZNS est importante, moins l'aquifère est vulnérable.

Ces deux critères sont évalués pour chaque aquifère, puis croisés avec une pondération identique pour chacun, selon le schéma suivant. La vulnérabilité des aquifères est ensuite cartographiée. Cette cartographie est présentée dans le Volume 2 de l'étude d'impact.

Critère 1 - Pente		Critère 2 - Épaisseur ZNS	
Valeurs de l'indice	Pente (%)	Valeurs de l'indice	Épaisseur ZNS
80-100	0 à 4	80-100	<2
60-80	4 à 10	60-80	2-5
40-60	10 à 30	40-60	5-20
20-40	30 à 50	20-40	20-50
0-20	> 50	0-20	>50

Classes de vulnérabilité		
Valeurs de l'indice	Classe	Vulnérabilité
80-100	4	Très élevée
60-80	3	Élevée
40-60	2	Modérée
20-40	1	Faible
0-20	0	Très faible

Sensibilité d'usage

La sensibilité d'usage est évaluée par un recensement des différents points d'eau (collecte de données et inventaires terrain), et par leur classification selon les critères suivants.

Classes de sensibilité			
Usage	Valeurs de l'indice	Classe	Sensibilité
Aep publique concernée Aep privée non raccordé au réseau public Alimentaire industriel	100	1	Très sensible
Abreuvement Aep privé raccordé au réseau public Irrigation Industriel (autre qu'alimentaire) Incendie Géothermie	50	2	Sensible
Tous les autres usages (domestiques, piézomètres, indéterminé) inclus les points d'eau exempts d'usage	5	3	Peu ou pas sensible

Cartographie des enjeux hydrogéologiques

La cartographie des enjeux représentés par les différents aquifères concernés par les projets ferroviaires repose sur deux variables :

- La vulnérabilité intrinsèque des aquifères ;
- La « sensibilité d'usage des points d'eau » (i.e. les usages anthropiques faits de ces aquifères).

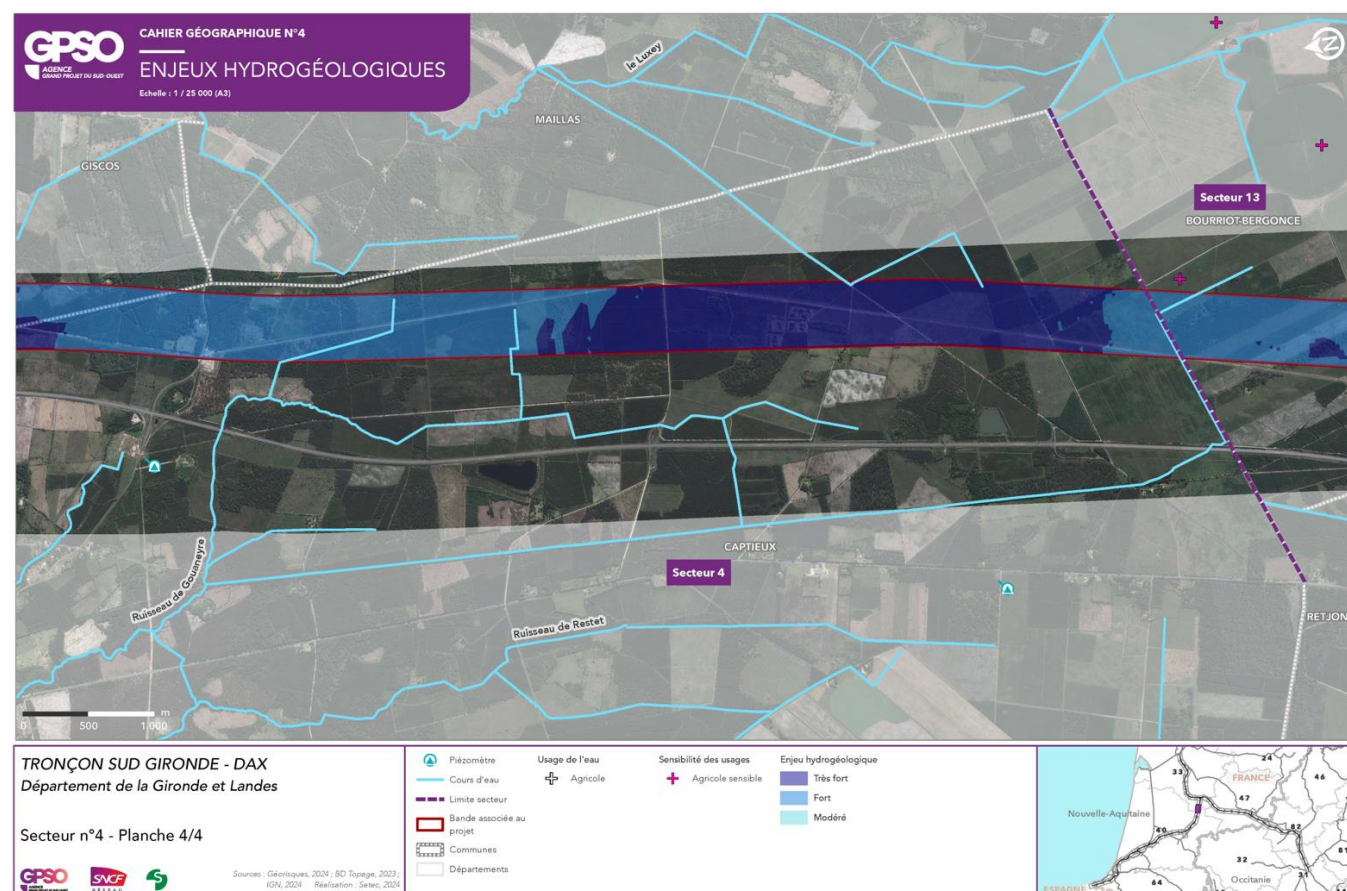
Ainsi, un aquifère très vulnérable, mais peu utilisé représente un enjeu moindre qu'un aquifère vulnérable et intensément utilisé. La superposition des 2 variables (vulnérabilité intrinsèque et sensibilité d'usage) permet d'obtenir une cartographie des enjeux liés à chaque aquifère, selon le schéma suivant :

Classes de vulnérabilité			Classes de sensibilité		
Valeurs de l'indice	Classe	Vulnérabilité	Valeurs de l'indice	Classe	Sensibilité
80-100	4	Très élevée	100	1	Très sensible
60-80	3	Élevée	50	2	Sensible
40-60	2	Modérée	5	3	Peu ou pas sensible
20-40	1	Faible			
0-20	0	Très faible			

Classes d'enjeux		
Valeurs de l'indice	Classe	Enjeux
181-200	4	Très fort
151-180	3	Fort
91-150	2	Modérée
71-90	1	Faible
< 70	0	Très faible

Cette cartographie est présentée pour chaque secteur géographique dans le Volume 7, cahiers géographiques de l'étude d'impact.

Figure 159: Exemple de carte d'enjeux hydrogéologiques (Source : Setec 2024)



L'évaluation des effets et des mesures associées

Pour évaluer les effets des projets ferroviaires sur les champs captant concernés par le tracé proposé à l'enquête publique, un avis des hydrogéologues agréés de chaque département a été sollicité. En fonction des incidences potentielles sur les champs captant, des études complémentaires ont été engagées par des prestataires spécialisés pour évaluer plus précisément les conséquences sur ces ressources en eau souterraine et définir les mesures de réduction des effets à mettre en œuvre.

Ces études ont fait l'objet de rapports spécifiques pour chaque département, transmis aux hydrogéologues agréés en juillet 2013.

La concertation avec l'ARS et les hydrogéologues agréés

L'évaluation des effets des projets sur les champs captants AEP a fait l'objet d'un examen spécifique, comprenant les premiers échanges avec les ARS et hydrogéologues agréés.

En fonction des incidences potentielles, des études complémentaires ont été prescrites et certaines ont été engagées. D'autres seront réalisées lors des phases d'études ultérieures. Elles préciseront les mesures permettant de garantir la sécurité de l'alimentation en eau potable (mise au point des caractéristiques du projet, notamment concernant le profil en long, précautions en matière de dispositions constructives...).

Un projet d'études approfondies sera réalisé lors des études détaillées. Ces études, dont le cahier des charges sera établi en concertation avec les ARS et hydrogéologues agréés, comprendront entre autres des investigations géophysiques, des investigations par forage, des jaugeages de cours d'eau et des conduites d'essais vibratoires.

Ces études permettront de définir et mettre en place les mesures adaptées aux captages AEP en vue de garantir la sécurité de l'alimentation en eau potable :

- Ajustement des modalités de conception et de réalisation du projet ;

- Études complémentaires pour les captages AEP notamment Bellefond-Rocher et Clarens-Lagagnan ;
- Mesures de réduction : étanchéification de la plateforme lors de traversée de périmètres de captages rapprochée, pas de traitement phytosanitaires, respect de la zone non traitée (ZNT) minimale de 5 m au voisinage des points d'eau ;
- Mesures en cas d'accident : application de plans de secours, enlèvement immédiat de terres souillées, etc. ;
- Mesures de suivi : modalité d'intervention en cas de pollution accidentelle, mise en place de réseaux de surveillance et d'alerte, contrôle qualité renforcé aux points sensibles.

Une synthèse des données relatives aux captage d'eau potable a été réalisée par EGIS en 2024. Les éléments de cette note ont été intégrés à l'étude d'impact.

7.3.4.5. Les eaux superficielles

Le diagnostic et l'évaluation de l'état initial

Les cours d'eau ont été identifiés à partir de :

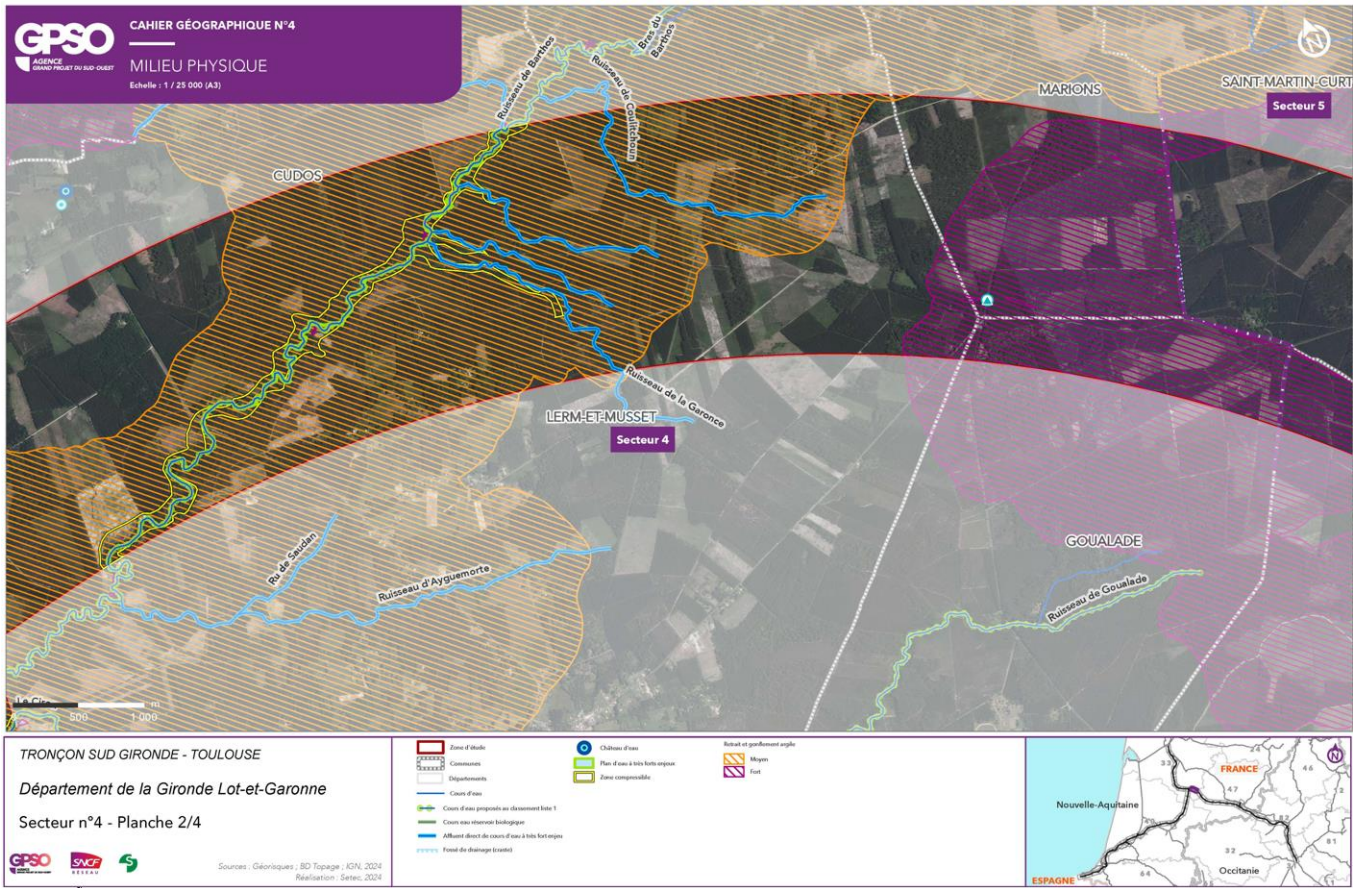
- La Base de Données Carthage ;
- La Couche hydro de la Base de Données TOPO (IGN) ;
- La mission spécifique « études topographiques » réalisée par SNCF RÉSEAU en 2010.

Dans le cadre de la mise à jour de l'étude d'impact, la base de 2014 a été conservée. Elle a été mise à jour avec les bases de données du SDAGE et des cours d'eau à enjeux (classement 1 & 2, réservoir biologique, les axes migrateurs).

La caractérisation des cours d'eau a été réalisée à partir :

- D'une synthèse des données bibliographiques disponibles auprès de l'Agence de l'eau Adour Garonne et de l'OFB, des EPTB et structures porteuses des SAGE, permettant de caractériser les bassins versants et le réseau hydrographique, les documents de planification en cours d'élaboration ou en application (SDAGE, SAGE, Contrats de rivière...), et des visites de terrain ;
- Des données relatives aux débits disponibles auprès de la banque Hydro / Eau France, complétées par les données recueillies auprès de l'OFB et plus spécifiquement ;
- Des données concernant la qualité actuelle des eaux : objectifs d'atteinte du bon état (SDAGE 2022-20127) ;
- Des études hydrauliques spécifiques engagées pour le franchissement des principaux cours d'eau (grande hydraulique) : Ciron, Douze, Baise, Hers Mort, Garonne, Gimone, Gers.

Figure 160: Exemple de carte de l'environnement physique (Source : Setec 2024)



L'évaluation des effets

L'évaluation des effets sur les cours d'eau secondaires (moyenne hydraulique) a été réalisée avec des outils de modélisation simplifiée d'Egis.

Les effets et mesures ont également intégré les préconisations et règlements des SAGE et SDAGE ainsi que les arrêtés du 7 octobre 2013 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 1er et 2ème du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement sur le bassin Adour-Garonne.

L'évaluation des effets sur les principaux cours d'eau (grande hydraulique) a été réalisée à l'aide d'outils informatiques de modélisation hydraulique. Deux modèles ont été utilisés.

TELEMAC 2D, système de modélisation mathématique bidimensionnelle des écoulements

Le système TELEMAC (© EDF), dont fait partie TELEMAC-2D, st développé par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, en respect des procédures d'Assurance de la Qualité des Logiciels Scientifiques et Techniques d'EDF.

La force de l'approche bidimensionnelle réside dans la caractérisation complète des grandeurs principales de l'écoulement – hauteur d'eau et vitesses d'écoulement – s'appuyant sur une représentation du terrain naturel fidèle au modèle numérique de terrain disponible. Ce type de modèle se construit comme une maquette virtuelle du terrain à l'aide d'un maillage non structuré, constitué de facettes triangulaires 3D de taille et de forme variables.

Chaque sommet de triangle constitue un point de calcul et est caractérisé par son référencement planimétrique (X, Y) et altimétrique (Z) et par un coefficient de rugosité traduisant l'état de surface du terrain.

Ce coefficient est affiné lors du calage du modèle numérique.

Cette approche présente deux avantages :

- Le maillage s'adapte aux géométries complexes du lit des cours d'eau, de leurs affluents, de leurs ouvrages (digues, routes, rues...);
- L'approche permet de densifier le maillage (et donc d'affiner les résultats fournis par le modèle) dans les zones d'intérêt : des ouvrages au niveau du fuseau, secteurs urbanisés (centre de Roquefort)...

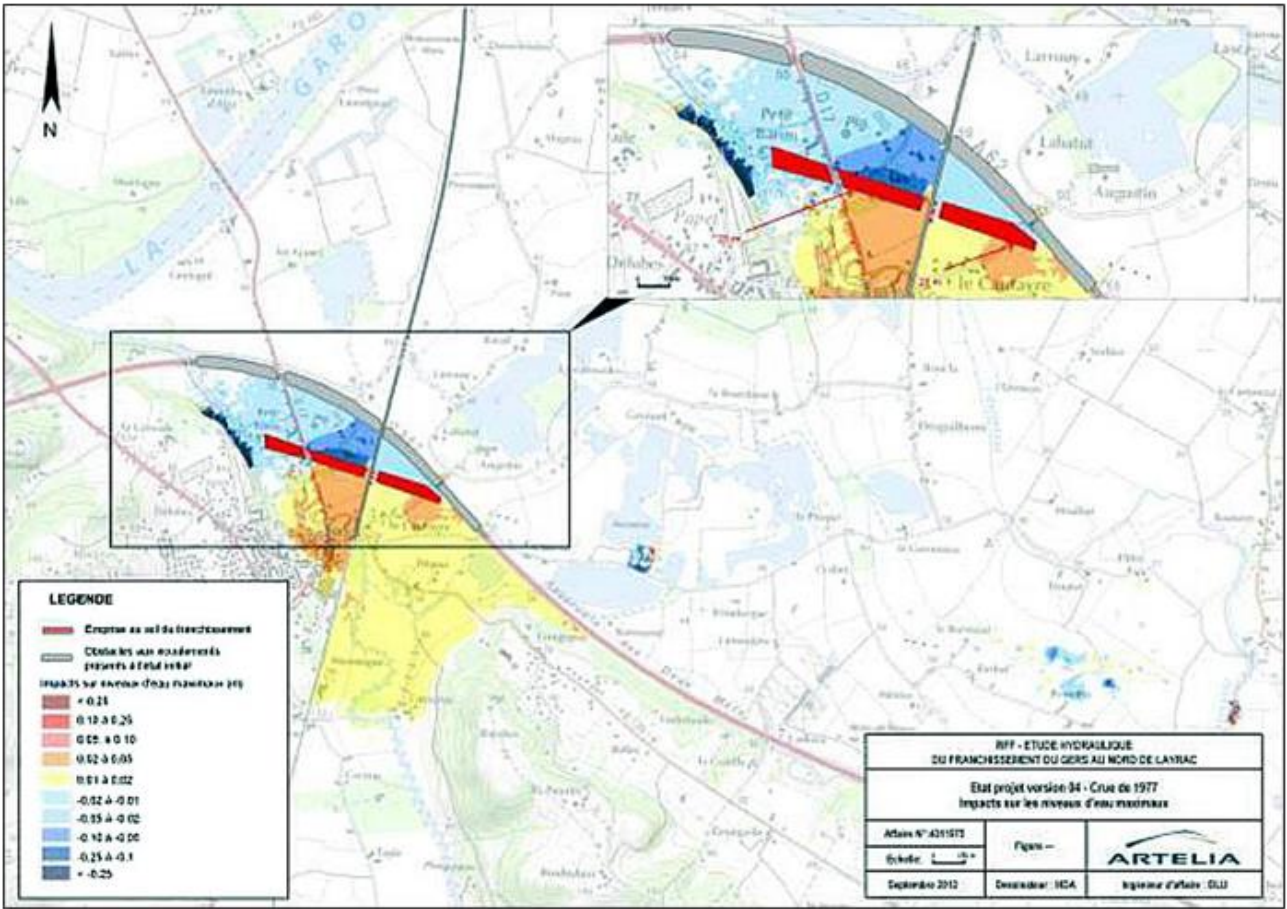
HEC-RAS, système de modélisation unidimensionnel

Ces modèles permettent d'apprécier :

- Le rehaussement de la ligne d'eau ;
- L'élargissement de la zone inondable avec la réalisation des projets.

Selon l'impact identifié des mesures sont proposées pour limiter les effets.

Figure 161: Exemple de résultat de modélisation hydraulique (Source : Artélia)



Les rétablissements hydrauliques des écoulements superficiels

Toute étude visant à rétablir les écoulements superficiels commence nécessairement par une phase de collecte de données d'entrée pour :

- Procéder à la délimitation des bassins versants ;
- Caractériser le réseau hydrographique de surface ;
- Établir la synthèse hydrologique ;
- Établir l'état initial hydraulique et environnemental des différents écoulements interceptés (enjeux écologiques, humains, ...).

Le rétablissement hydraulique des écoulements a également intégré les préconisations et règlements des SAGE et SDAGE ainsi que les arrêtés du 7 octobre 2013 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 1er et 2ème du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement sur le bassin Adour-Garonne.

Caractérisation du réseau hydrographique de surface Les principales caractéristiques du réseau hydrographique sont recherchées. Ainsi pour les principaux cours d'eau, il faut connaître :

- La surface du bassin versant ;
- Les débits caractéristiques pour des périodes de retour données aux stations limnographiques représentatives (débit connu ou extrapolé) ;
- Les données morpho-dynamiques qui permettent une bonne connaissance de l'écoulement : pente, extension du champ d'inondation centennal, crues historiques, transport solide ; secteurs à risques (conformément aux articles APG 3.1.2.0 et 3.1.4.0) ;
- L'espace de mobilité du lit qui est défini comme la largeur de lit majeur dans lequel le lit mineur peut se déplacer (s'est déjà déplacé). Les vallées analysées sont larges (plus de 50 m) ou peu encaissées, leur lit mineur présentant des coudes, méandres ou tresses, avec présence de bancs de sables ou du transport solide. L'estimation de l'espace de mobilité à ce stade se fait sur une analyse cartographique d'après les cartes IGN de différentes époques depuis celles de Cassini. Cette étude réalisée sur 5 km sera complétée à la phase des études de détail (APD) par une analyse géologique, une enquête de terrain, une analyse des photographies aériennes (si elles sont disponibles). L'espace de mobilité sera maintenu ;
- Un recensement des ouvrages immédiatement en amont et aval sur les bassins versants, réalisé au stade de l'APD et de l'établissement du Dossier loi sur l'Eau ;
- Les aménagements hydroélectriques ayant modifié le régime naturel de la rivière ;
- Les retenues d'eau quelle que soit leur fonction ;
- Si la rivière est navigable, et le cas échéant la classe de navigation (gabarit des passes navigables) ainsi que toutes les contraintes liées à cette navigation ;
- Les différents projets d'aménagements.

De plus, les données environnementales permettant d'identifier les « zones à fort enjeu » sont intégrées :

- Enjeux écologiques : les espaces naturels bénéficiant d'une protection réglementaire, habitats et espèces remarquables présentes ;
- Enjeux liés à la ressource en eaux ;
- Les biens et les personnes : habitat, activités économiques, agriculture, usages,

Ce recensement est possible grâce aux études hydrauliques spécifiques déjà réalisées, aux bases de données nationales ou départementales, et à toute étude apportant un éclairage nouveau sur la rivière (rapports d'incidents effectués par la SNCF ou par les sociétés autoroutières suite à des crues, études de risques réalisées pour le compte d'une commune, d'un département, ...).

Ce recueil de données est réalisé selon l'importance des cours d'eau. L'analyse de ces données permet de localiser les secteurs sensibles vis-à-vis des écoulements de surface. La sensibilité hydraulique témoigne de la capacité plus ou moins grande d'un site à accepter des modifications dans ce domaine.

Les critères pris en compte pour affecter un niveau de sensibilité à ces éléments hydrauliques sont les suivants :

- Le critère physique dans lequel interviennent le débit du cours d'eau, les caractéristiques du champ d'inondation (fractionnement, largeur, lame d'eau, vitesse d'écoulement), le transport solide éventuel et les enjeux liés à la ressource en eau souterraine ;
- Le critère anthropique qui tient compte de la présence d'habitations, d'infrastructures et d'activités économiques dans le champ d'inondation ;
- Le critère « espace naturel remarquable, concernant le non-exhaussement de la ligne d'eau en amont ou aval de l'ouvrage. Celle-ci s'applique également aux sites naturels d'enjeux et fragiles (APPB, N2000, ...) situés en amont de l'ouvrage et traite de la préservation des conditions hydrologiques de ces milieux en aval/amont notamment vis-à-vis du risque d'assèchement ;

- Les autres enjeux écologiques majeurs (faune piscicole patrimoniale, espèces semi-aquatiques, Cistude d'Europe, milieux à forts enjeux du SDAGE Adour-Garonne, habitats d'espèces remarquables (brochet, anguille, écrevisse à pattes blanches, Vison d'Europe), cours d'eau identifiés en axe grands migrateurs amphihalins, réservoir biologique ou très bon état écologique, ...).

Collecte des données météorologiques et réalisation de la synthèse hydrologique

En parallèle de la caractérisation du réseau hydrographique est effectué le recensement des stations de mesures pluviométriques identifiées dans l'aire d'étude (pluviomètre, pluviographe...).

Figure 162: La Garonne au niveau de Castelferrus (Source : SNCF Réseau)



Cette collecte est complétée par les données obtenues auprès de Météo France :

- Les couples de paramètres a et b de la relation de Montana $I = a - b$ pour des périodes de retour de 1 à 100 ans ;
- La pluie décennale journalière P10 et centennale journalière P100 issues des courbes Intensité-Fréquence recommandées par le Guide Technique de l'Assainissement Routier (SETRA 2006) ;
- Le coefficient régional R ;
- Le paramètre régional $b = Q_{100}/Q_{10}$ (pour la méthode Crupédix).

La réalisation d'une étude hydrologique générale de l'ensemble de l'aire d'étude est nécessaire pour obtenir des coefficients hydrologiques à appliquer pour le calcul des débits de pointe pour les périodes de retour préconisées par le référentiel technique. Cette étude s'effectue à partir de l'analyse statistique de toutes les stations recensées : pluviomètres, pluviographes et stations de jaugeage. Une analyse géologique est également nécessaire pour évaluer la perméabilité superficielle des sols afin de déterminer les coefficients de ruissellement à retenir.

Les projets seront alors divisés en zones hydrologiques homogènes. Pour chaque zone, les valeurs suivantes sont définies :

- Les couples de paramètres a et b de la relation de Montana
- $I = a - b$;
- La pluie décennale journalière P10 et centennale journalière P100 ;
- Le coefficient régional R ;
- Le paramètre régional $b = Q_{100}/Q_{10}$.
- Ces paramètres sont disponibles auprès de Météo France.
- Pour les bassins versants qui dépendent de la méthode rationnelle, le rapport Q_{100}/Q_{10} est fonction de l'évolution des trois paramètres C à T10 / C à T100, intensité à T10 / intensité à T100, Tc à T10 / Tc à T100.

Délimitation des bassins versants

Cette phase consiste à identifier et caractériser tous les bassins versants interceptés par le projet. Les contours des bassins versants sont définis sur les fonds topographiques IGN au 1/25 000 et affinés localement à partir des données au 1/5 000 obtenues lors de la campagne de levés topographique spécifique aux projets ferroviaires.

On distingue, en principe, les bassins versants rétablis par des ouvrages de traversée des bassins versants interceptés en déblai. L'ensemble des points bas interceptés par le projet sont traités.

Toutes les caractéristiques de chaque bassin versant permettant d'estimer les débits de projet sont estimées : superficie, longueur d'écoulement en nappe, longueur d'écoulement en concentré, pente, vitesse moyenne, temps de concentration à T10, occupation du sol, coefficient de ruissellement à T10. Les coefficients de ruissellement sont issus du Guide Technique « drainage et assainissement » et dépendent de plusieurs paramètres (type de sols...). Une fois connues la surface du bassin versant et ses données hydrologiques intrinsèques, l'estimation des débits de pointe est réalisée à partir des formules classiques de l'hydrologie (méthode rationnelle, Crupédix, Transition) selon la taille des bassins versants.

Le guide « assainissement routier » (SETRA, octobre 2006) propose le tableau suivant, qui sert de support pour la détermination du coefficient de ruissellement pour le débit décennal lors de la reconnaissance pédestre :

Couverture végétale	Morphologie	Pente (%)	Terrain avec sable grossier	Terrain argileux ou limoneux	Terrain argileux compact
Bois	Presque plat	0-5	0,10	0,30	0,40
	Ondulé	5-10	0,25	0,35	0,50
	Montagneux	10-30	0,30	0,50	0,60
Pâturage	Presque plat	0-5	0,10	0,30	0,40
	Ondulé	5-10	0,15	0,36	0,55
	Montagneux	10-30	0,22	0,42	0,60
Culture	Presque plat	0-5	0,30	0,50	0,60
	Ondulé	5-10	0,40	0,60	0,70
	Montagneux	10-30	0,52	0,72	0,82

Les terrains rocheux sont assimilés aux terrains argileux compacts, en raison de leur capacité de ruissellement très élevée.

Définition du type d'étude hydraulique menée

Respect de la réglementation en vigueur

Les études hydrauliques ont pris en compte les exigences réglementaires suivantes :

- Respect des règlements des PPRI ;
- Respect des préconisations du SDAGE et des SAGE concernés ;
- Respect des arrêtés du 7 octobre 2013 portant sur le classement des cours d'eau en liste 1 et 2 du bassin Adour-Garonne ;
- Respect des arrêtés de prescriptions générales loi sur l'Eau.

Exigences du Référentiel Technique IN3278 en termes d'ouverture hydraulique

Le Référentiel Technique ferroviaire (IN3278 tome III article 2.3.3) donne des préconisations concernant le type d'études hydrauliques à engager en fonction de la taille des franchissements.

Pour les grands ouvrages (ouverture comprise entre une dizaine et plusieurs centaines de mètres d'ouverture utile hydraulique stricte) : « Les franchissements doivent faire l'objet d'études hydrauliques spécifiques, conduites à l'aide de

modèles mathématiques ou physiques, en régime permanent ou transitoire. Ces modélisations et les investigations de terrain doivent permettre de définir :

- Le niveau des plus hautes eaux ;
- La dimension du ou des ouvrages ;
- L'incidence du projet sur les écoulements et sur l'environnement en phase définitive et en phase provisoire ».

En ce qui concerne les ouvrages « moyens » (entre 2,50 m et 10 m d'ouverture utile hydraulique stricte), le Référentiel Technique est moins directif : « Le dimensionnement hydraulique de ces ouvrages est traité, soit comme celui des petits ouvrages, soit comme celui des grands ouvrages ».

Enfin les petits ouvrages (type buses et dalots dont l'ouverture hydraulique stricte est inférieure à 2,50 m) font l'objet d'un calcul de ligne d'eau selon les préconisations du Guide Technique pour l'Assainissement Routier établi par le SETRA en 2006.

Méthodologie d'étude hydraulique retenue

La méthodologie adoptée pour les études hydrauliques est conforme aux exigences du Référentiel Technique ferroviaire et du cadre réglementaire. Elle tient compte des enjeux écologiques afin d'assurer la transparence écologique et hydraulique.

Le type d'étude hydraulique est adapté en fonction du critère dimensionnant contraignant (écologique ou hydraulique) ayant permis de choisir l'ouvrage. Une modélisation mathématique est réalisée, conformément aux exigences du référentiel quand l'ouverture hydraulique stricte de l'ouvrage est supérieure à 10 m et que c'est ce critère qui est retenu. Mais si les enjeux environnementaux sont bien supérieurs aux exigences hydrauliques strictes, un calcul simplifié d'exhaussement est réalisé. Dans le cas des ouvertures dimensionnées sur le critère hydraulique strict et comprises entre 2.50 m et 10 m, une modélisation mathématique est menée si le projet se trouve dans une zone inondable (PPRI, PAPI, AZI, cartorisque.prim.net) où des habitations, des bâtis et des infrastructures présentes en amont ou en aval pourraient être impactés. Les calculs hydrauliques menés à cette phase pour les autres ouvrages permettent de garantir un bon fonctionnement hydraulique.

D'un point de vue hydraulique, plusieurs paramètres peuvent être considérés : débit de la crue centennale, taille du bassin versant, pérennité de l'écoulement.

Les Maîtres d'œuvre prennent en compte les critères hydrauliques, réglementaires et particuliers suivants :

- La taille du bassin versant intercepté par les projets ferroviaires ;
- Les données BD CARTHAGE et BD TOPO Données PAPI (Projet Action et Prévention des Inondations) ou AZI (Atlas des Zi) existants ;
- L'importance du champ d'inondation identifié sur le site officiel « cartorisque.prim.net » ;
- La largeur du lit mineur ;
- La liste des cours d'eau « police de l'eau » des départements et/ou les cartes accompagnant le SDAGE Adour Garonne 2010-2015 lorsqu'elles existent ;
- Les enjeux environnementaux, présence de bâti, d'infrastructures, etc. ;
- La complexité du franchissement (zone de confluence, plusieurs bras sur le cours d'eau, méandres, etc...).

Ces critères permettent de dresser une liste de cours d'eau pour lesquels une modélisation mathématique est justifiée du point de vue strictement hydraulique.

La prise en compte de l'ensemble de ces critères permet alors de définir 3 catégories d'écoulement hydrauliques :

- Grands cours d'eau ;
- Cours d'eau moyens d'un point de vue hydraulique ;
- Petits cours d'eau d'un point de vue hydraulique, thalweg sec.

Les grands cours d'eau

Cours d'eau concernés

Les grands cours d'eau ont été distingués des cours d'eau « moyens » (présentés ci-après) en fonction de leurs enjeux particuliers, hydrauliques et écologiques.

Leur bassin versant présente une superficie a priori supérieure à 100 km².

Méthodologie

Pour les grands cours d'eau, la complexité du franchissement, du fonctionnement de la zone inondable ainsi que la présence d'enjeux forts à proximité du franchissement, imposent de réaliser une étude hydraulique avec utilisation d'un modèle mathématique pour le lit mineur et le champ d'inondation. Le choix du modèle 1D, casier ou 2D n'est pas imposé.

Déroulement des études spécifiques

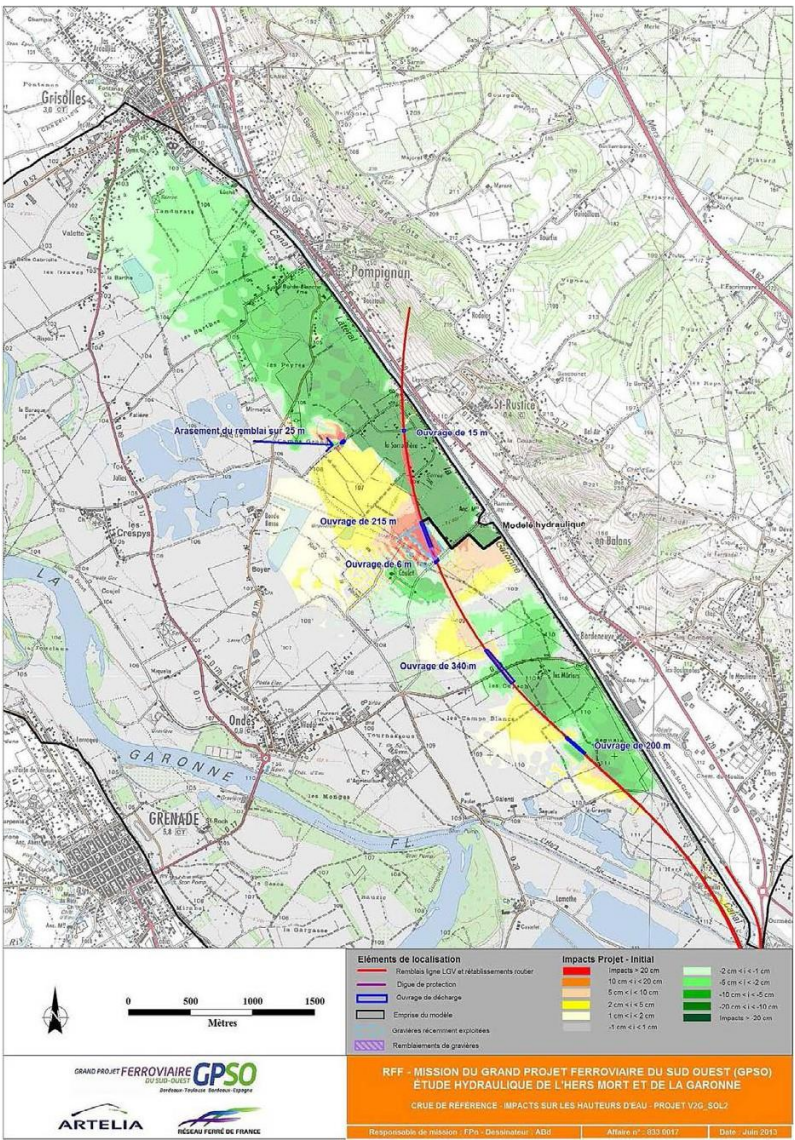
Chaque étude spécifique des grands cours d'eau s'articule de la façon suivante :

- Une phase de recueil de données :
 - Données bibliographiques,
 - Enquête de terrain,
 - Définition de levés topographiques complémentaires éventuellement nécessaires ;
- Une étude hydrologique :
 - Détermination des paramètres hydrologiques,
 - Détermination des débits de crue (décennale, centennale, ou plus haute crue connue) ;
- Une modélisation mathématique des écoulements à l'état initial :
 - Construction et calage du modèle mathématique,
 - État initial hydraulique ;
- Une mission de conseil dans le cadre de l'étape 2 :
 - Caractérisation «à dire d'expert» (c'est-à-dire sans modélisation) des différentes configurations de tracés envisagées,
 - Comparaison des variantes ;
- Une modélisation mathématique du tracé pressenti dans le cadre de la phase 3 :
 - Définition des ouvertures écologiques prenant en compte les spécificités en fonction de chaque milieu (cf. Paragraphe 4.1),
 - Définition des ouvertures hydrauliques,
 - Étude des processus d'érosion et de leur évitement,
 - Test des différentes options envisageables avec la crue Q100 ou la crue historique,
 - Précisions des caractéristiques et des incidences des solutions retenues ;
- Des compléments d'études dans le cadre des études détaillées :
 - Optimisation des ouvrages hydrauliques prenant en compte les modifications de projet et d'éventuelles données complémentaires,
 - Définition des mesures de protection contre l'érosion,
 - Définition des mesures de réduction et/ou compensatoires éventuelles.

Figure 163: Photomontage du Viaduc de la Gimone à Castelsarrasin (Source : Egis 2013)



Figure 164: Exemple de modélisation hydraulique d'un grand cours d'eau (Source : Artelia, 2013)



Cours d’eau concernés

Il s’agit des cours d’eau dits « moyens » dont la superficie de bassin versant est en général supérieure à 10 km². Selon le contexte hydraulique et géologique des secteurs, cette superficie peut être augmentée pour tenir compte des faibles ouvertures hydrauliques et des champs d’inondation de faible largeur, comme c’est le cas pour le réseau hydrographique des Landes.

Méthodologie

À la différence des « grands » cours d’eau, les cours d’eau « moyens » ne font pas systématiquement l’objet de modélisations. Les études permettent de définir si ces cours d’eau doivent être traités comme des « grands » cours d’eau d’un point de vue hydraulique (avec éventuellement une représentation simplifiée) ou comme des petits cours d’eau.

Déroulement des études

Une première analyse des enjeux du cours d’eaux et du franchissement, permet de définir le type d’études à mettre en place : une modélisation est réalisée si les enjeux du franchissement ne sont pas jugés importants.

Les petits cours d’eau d’un point de vue hydraulique et thalwegs secs

Cours d’eau concernés

Il s’agit d’écoulements naturels (pérennes ou intermittents) dont l’enjeu, la taille et la complexité ne justifient pas l’utilisation d’un modèle mathématique.

Ils seront rétablis par des petits ouvrages de type buse ou dalot.

Méthodologie

L’étude de prédimensionnement de ces ouvrages est réalisée en parallèle des études d’assainissement, selon la méthodologie de dimensionnement des ouvrages sous ligne nouvelle ferroviaire à grande vitesse préconisée par le GTAR (SETRA 2006), conformément aux recommandations du Référentiel Technique ferroviaire.

Le dimensionnement des petits ouvrages hydrauliques est réalisé pour une période de retour centennale minimum, à partir des données établies dans la synthèse hydrologique.

Concernant les ouvrages sous rétablissements routiers, le dimensionnement a été réalisé pour une période de retour Q10, soit le même niveau de service que l’infrastructure rétablie.

Déroulement des études

Les études se composent :

- D’un recueil de données, dont une visite de terrain ;
- Du choix de la typologie des ouvrages en fonction des caractéristiques écologiques des cours d’eau et des milieux humides ;
- Du prédimensionnement hydraulique à l’aide d’un calcul simplifié (Manning-Strickler ou calcul de ligne d’eau simplifié) ;
- Du choix de l’ouvrage sur le critère le plus contraignant de son calage par rapport au profil en long du projet (vérification de la hauteur de recouvrement, calage approximatif par rapport au TN) et de la vérification du fonctionnement hydraulique de l’ouvrage retenu ;
- Du dimensionnement définitif prenant en compte l’ensemble des enjeux.

7.3.4.6. Drainage et ouvrages de rétention/ confinement

Drainage longitudinal

Le réseau de drainage assure la collecte et l’évacuation des eaux de ruissellement de la plateforme, des talus et bassins versants interceptés, des eaux internes et de rabattement de nappe vers le milieu naturel. Il peut être associé à des dispositifs de protection des eaux avant rejet.

Le seul type d’écoulement utilisé sur le projet est de type gravitaire conformément au Référentiel Technique ferroviaire IN3278 Tome III qui interdit le recours à un système de relevage des eaux.

Le dimensionnement des dispositifs de drainage longitudinal de la plateforme est effectué pour un débit décennal en déblai et en profil rasant, pour un débit quinquennal en remblai d’une hauteur supérieure à 1,50 m et en débit centennal pour les fossés en crête de déblai.

Lorsque la ligne est en déblai, un drainage est mis en place des deux côtés de la ligne (Voie 1 et Voie 2).

Lorsque la ligne est en remblai, un drainage est à prévoir obligatoirement du côté amont de la ligne (sauf si celle-ci se trouve dans un champ d’inondation) et éventuellement du côté aval dans le cas où il est nécessaire de prolonger le drainage d’un déblai vers l’exutoire.

Le type de réseau de drainage dépend des pentes longitudinales, de la topographie locale, des enjeux des eaux superficielles et souterraines, des caractéristiques géologiques (Karst, rocheux) et hydrogéologiques, de la présence de nappe et des contraintes d’accès.

Les dispositifs de drainage longitudinaux implantés sur les lignes mixtes permettent :

- D’assurer la collecte des eaux pluviales (et donc éventuellement la collecte d’une pollution accidentelle) ;
- De supprimer les risques d’infiltration des produits transportés ou de leur lixiviat en cas d’accident provoquant une perte de confinement du transport.

Il peut être nécessaire d’implanter un dispositif de drainage séparatif revêtu sur toute la longueur de la plateforme en fonction des enjeux environnementaux présents localement. C’est le cas notamment au niveau des franchissements des cours d’eau et des zones de protection.

En première hypothèse, un bassin de rétention est mis en place en sortie de déblai lorsque le ratio de la surface d’impluvium divisée par la surface du bassin versant naturel de l’exutoire est supérieur ou égal à 6 %. Lorsque ce ratio est compris entre 6 % et 1 %, l’analyse est faite au cas par cas et dépend de la vulnérabilité du secteur aval. En dessous de 1 %, aucun bassin de rétention n’est prévu.

En cas de sensibilité forte au risque d’inondation, un bassin peut être nécessaire quel que soit le pourcentage d’impact (présence d’infrastructure en aval, zone avérée d’habitation inondé...).

Si la mise en place du bassin est nécessaire, son volume utile est calculé par la méthode des pluies (selon la méthodologie du Guide technique de la Pollution d’origine routière).

Le dimensionnement de ces bassins est réalisé pour l’écêtement d’une pluie de période de retour adaptée. En fonction de la sensibilité du milieu aux eaux pluviales (présence de zone inondable, zone habitée, présence d’infrastructures...), la période de retour de ces bassins d’écêtement est soit décennale soit centennale.

Le débit de fuite est égal à 3 l/s/ha d’impluvium concerné (source : DREAL Aquitaine ; cette valeur est celle retenue pour le projet de la LGV Tours-Bordeaux).

Le volume calculé est majoré par un coefficient d’ajustement Ω afin de tenir compte du fait que le débit de fuite n’est pas réellement constant dans le temps (plus faible lors du remplissage du bassin).

En revanche, le débit de fuite n'est jamais inférieur à 20 l/s. L'expérience prouve qu'un orifice de régulation en sortie des bassins ne fonctionne pas correctement pour des débits inférieurs (risque de colmatage).

Les bassins de rétention n'ont pas de fonction de confinement des eaux.

Figure 165: Exemple de bassin de rétention (Source : Egis)



Méthodologie cas particuliers des zones mixtes

Dans le cas d'une ligne « mixte » voyageurs et fret (aménagements ferroviaires au Sud de Bordeaux et au Nord de Toulouse), et selon la sensibilité du milieu récepteur, des dispositifs de confinement de la pollution accidentelle sont mis en place avant rejet dans le milieu récepteur.

Conformément au tome VIII de l'IN3278, aucune pollution chronique n'est générée par une ligne nouvelle mixte. Ces bassins permettent donc d'assurer un confinement de la pollution accidentelle et si nécessaire de respecter les règles d'écroulement.

En fonction des impacts potentiels sur le milieu récepteur, plusieurs niveaux de protection sont envisagés :

- En zone peu ou pas vulnérable : méthode curative uniquement ;
- En zone moyennement vulnérable : confinement de la pollution par temps sec (2 citernes = 120 m³), réseau à perméabilité ≤ 10⁻⁷ m/s ;
- En zone fortement vulnérable : confinement de la pollution par temps de pluie (événement courant : 1 an, 2h), réseau enherbé à perméabilité ≤ 10⁻⁷ m/s ;
- En zone très fortement vulnérable : confinement de la pollution par temps de pluie (événement plus rare : 2 ans, 2 h), réseau enherbé à perméabilité ≤ 10⁻⁸ m/s.

Pour le lavage des tunnels ou l'extinction d'incendie dans le tunnel, il convient de confiner vanne fermée le volume d'eau nécessaire à ces opérations (300 m³), considérée comme une pollution accidentelle par temps sec.

Autant que faire se peut, les bassins liés aux tunnels ne collectent pas d'eaux pluviales.

Dans le cas d'un bassin récupérant à la fois les eaux d'un tunnel et les eaux de la plateforme située en aval, son volume permet en cas de pollution accidentelle, de confiner vanne fermée un volume égal à 360 m³ augmenté du volume de la pluie de base. Aucun rejet n'est alors effectué dans le milieu récepteur.

Les formules et méthodes de calculs sont issues du Guide technique de Pollution d'origine routière. Les hypothèses admises pour les calculs de dimensionnement des ouvrages sont les suivantes :

- Le temps d'intervention est pris égal à 2h ;
- Débit de fuite, Q_f (en L/s) = maximum (3 L/s.ha d'impluvium collecté ; 20 l/s) ;
- Temps de propagation de la pollution : T_p (en heures) ;
- Volume de pollution accidentelle, VPA (en m³) = 120 m³

Les formules ci-dessous utilisent les termes suivants :

- Surface active de l'impluvium, S_a (en m²) ;
- Hauteur d'eau de la pluie de période de retour T et de durée t, h(T,t) (en m) ;
- Coefficients de Montana, a et b.

Volume mort, V_m

$$V_m = 7,2 \times T_p \times Q_f$$

Avec :

- V_m : volume mort en m³ ;
- T_p : temps de propagation en h ;
- Q_f : débit de fuite en l/s.

Le facteur égal à 7,2 est issu de retours d'expérience dans le domaine routier.

Volume de confinement, V_u

$$V_u = V_{PA} + S_a \times h_{(T,t)}$$

$$h_{(T,t)} \text{ (en m)} = i_{(T,t)} \times t = a t^{-b} \times t$$

où

Volume d'écroulement ou de rétention, V_r

Le volume d'écroulement ou de rétention est donné par la relation suivante (méthode des pluies), en supposant le débit de fuite du bassin constant :

$$V_r = \frac{Q_s \times S_a}{6} \left(\frac{b}{1-b} \right) \left(\frac{Q_s}{a(1-b)} \right)^{-\frac{1}{b}}$$

Avec

Q_s, débit de fuite spécifique au bassin = 360 * Q_f (en m³/s) / S_a (en ha) en mm/h.

Le débit de fuite n'étant pas constant, il convient d'ajuster ce volume par un coefficient Ω qui est calculé par la formule suivante :

$$\Omega = \left(\frac{1}{1+\alpha} \right)^{\frac{h-1}{b}}$$

Avec

α : coefficient caractéristique du dispositif de sortie du bassin, ici

α = 0,5 pour un orifice circulaire sous charge variable.

7.3.4.7. Les risques naturels et les risques liés à l'exploitation du sous-sol

Le diagnostic et l'évaluation de l'état initial

L'évaluation des risques naturels et des risques liés à l'exploitation du sous-sol (mines, carrières...) a été réalisée à partir :

- Des données bibliographiques disponibles (Dossier Départemental des Risques Majeurs, site Internet Prim.net notamment) ;
- Des informations concernant les plans de prévention des risques approuvés ou en cours d'élaboration (principalement les Plans de Prévention des Risques d'inondation), obtenus auprès des Directions Départementales des Territoires ; et à défaut, des limites des zones inondables ;
- De l'analyse des cartes géologiques et des cartes IGN au 1/25 000, complétée par des visites de terrain et une campagne de sondages géotechniques réalisée par les sociétés FONDASOL, FUGRO... ;
- Des données collectées auprès des Directions Départementales des Territoires (et de la Mer) (DDT et DDTM) concernant les massifs à risque d'incendie.

Le travail confié au BRGM par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable dans le cadre d'un projet de renforcement de la politique de prévention en matière de retrait-gonflement argileux, a également permis de prendre connaissance de ce risque naturel sur l'aire d'étude. Ce même organisme a pour objectif de développer la connaissance des risques naturels et contribuer ainsi à leur prévention. Il met donc à disposition du public cinq bases de données rassemblant toutes les informations sur les risques liés aux séismes, aux mouvements de terrain, aux cavités souterraines, aux indices néotectoniques et de paléosismicité, ainsi qu'aux remontées de nappes. L'ensemble de ces bases a été consulté lors de la rédaction du diagnostic environnemental.

Pollutions des sols

L'inventaire historique des anciens sites industriels et activités de service (BASIAS) réalisé par le BRGM et publié par le MEEDDM (ministère de l'Ecologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer) et la consultation de la base BASOL ont permis de recenser les sites pollués de l'aire d'étude.

7.3.5. Le milieu naturel et biologique

7.3.5.1. La méthodologie des inventaires de terrain

Le milieu naturel a été considéré par SNCF Réseau comme une composante majeure des projets ferroviaires. Sur la base d'investigations de terrain, d'études spécifiques et d'avis d'experts, SNCF Réseau a défini différents types de mesures pour préserver la biodiversité, selon le principe « éviter-réduire-compenser ».

Dans le cadre des études d'Avant-Projet Sommaire (APS), des études écologiques spécifiques nécessaires à la définition du projet et à la réalisation des dossiers réglementaires ont été engagées. Plusieurs objectifs ont motivé la mise en place d'un diagnostic détaillé sur la faune, la flore et les habitats, notamment pour :

- Apprécier et décrire les enjeux écologiques face au contexte réglementaire et au rôle fonctionnel des sites ;
- Hiérarchiser les enjeux écologiques en fonction de la présence ou non d'habitats et d'espèces (animales ou végétales), de l'état de conservation des habitats, des populations recensées, de la diversité biologique, du niveau de connexion entre les habitats, etc. ;
- Evaluer les impacts des projets tout au long de sa définition ;
- Définir les mesures d'insertions adéquates.

Six groupes d'espèces animales et végétales ont été prospectés dans le cadre de ces études écologiques :

- Flore et habitats ;
- Invertébrés ;
- Amphibiens et reptiles ;
- Mammifères ;
- Oiseaux ;
- Faune aquatique.

Pour chaque groupe, les études ont été réalisées sur deux cycles biologiques complets (en 2010 et en 2011), alors que la réglementation n'en exige qu'un. Des investigations spécifiques complémentaires ont été menées en 2012 pour certaines espèces (Pélobate Cultripède, Pique-Prune, chiroptères...) et ont permis d'actualiser l'état initial de l'environnement. Elles étaient basées sur des recherches bibliographiques (par l'intermédiaire des services de l'État, des fédérations de chasse, de pêche, d'associations naturalistes, etc.), des investigations de terrain et sur les informations ayant pu être transmises par l'ensemble des acteurs concernés par les projets.

La précision des études a été croissante au fur et à mesure que les projets se définissent :

- Fin 2009 - début 2010, les études préliminaires écologiques ont consisté à recueillir et analyser les données bibliographiques nécessaires pour choisir le fuseau de 1 000 m ;
- En 2010, la réalisation des inventaires écologiques a eu pour but d'approfondir les connaissances écologiques du territoire en vue de la définition d'hypothèses de tracé portées, par la suite, à la comparaison ;
- En 2011, la deuxième année de prospections a eu pour but d'affiner les inventaires successivement au niveau des hypothèses de tracé, puis de l'hypothèse à approfondir.

Elle a permis également de pouvoir mener une première approche des effets du projet et des propositions de mesures de réduction d'impact ;

- Suite à la saison très sèche de 2011 et afin d'affiner certaines données, les inventaires complémentaires de 2012 ont porté sur les espèces suivantes :
 - Espèces végétales vernaies (Tulipes et Gagées protégées ; Sérapias en cœur, contrôle quantitatif...), et espèces végétales des zones humides acides (Faux cresson de Thore, Droséras...),
 - Lépidoptères : en priorité sur les secteurs à Fadet des laïches définis « en potentiel », sur l'Azuré du Serpolet et le Cuivré des marais sur des secteurs a priori favorables,
 - Odonates : en priorité sur les Leucorrhines au niveau des mares et lagunes, puis en second lieu sur les populations d'Agrion de Mercure au niveau de certains ruisseaux,
 - Faune aquatique : Ecrevisse à pattes blanches et peuplements pisciaires des cours d'eau intermittents,
 - Mammifères semi-aquatiques : compléments Musaraigne aquatique en fonction des éléments collectés lors des compléments de l'automne 2011,
 - Prospections des sites jusqu'alors inaccessibles, si possibilité d'accord entre les propriétaires et SNCF Réseau.

Les différentes thématiques d'études, organisées par secteur géographique, ont été confiées à plusieurs bureaux d'études spécialisés réalisant les prospections de terrain pour les deux cycles biologiques, voire plus.

L'intégralité des méthodologies d'inventaires figure dans les chapitres suivants. Elles précisent les méthodologies utilisées pour quantifier les populations et le fonctionnement des métapopulations et l'évaluation des enjeux écologiques.

Dans le cadre de la réalisation du DAE1 pour les travaux préparatoires sur la section Bordeaux-Toulouse de nouveaux inventaires ont été réalisés entre 2023 et 2024 sur les groupes suivants :

- Habitats/Flore
- Faune terrestre et semi-aquatique
 - Reptiles
 - Amphibiens
 - Insectes
 - Mollusques
 - Mammifères terrestres et semi-aquatiques
- Oiseaux / Chiropères
- Faune aquatique
 - Poissons
 - Mollusques
 - Crustacés.

Ces nouveaux inventaires ne concernant que la portion des lignes nouvelles entre Bordeaux et Toulouse.

7.3.5.2. L'organisation de l'expertise écologique globale de 2010 à 2014

Ci-après est décrite la méthodologie employée pour la réalisation des inventaires faunistiques et floristiques réalisés entre 2010 et 2011 pour l'étude d'impact de 2014.

L'aire d'étude générique retenue pour la réalisation des inventaires écologiques est de 3 000 mètres centrés sur le fuseau de 1 000 mètres. Pour certaines espèces, l'aire d'étude a été élargie (cas des chiroptères et du Pélobate).

Les prospections ont été réalisées en fonction de la biologie des espèces, de la localisation des stations par rapport au fuseau arrêté par décisions ministérielles, de la présence de corridors biologiques, mais aussi afin de pouvoir prendre en compte les aspects fonctionnels, notamment au niveau des zones humides.

Figure 166: Sérapias en cœur (Source Biotope)



Identification et cartographie des habitats remarquables

Les périodes d'inventaires :

	2010	2011	2012
Campagne terrain	Mi – avril à début septembre	Mi – avril à début septembre	Février à septembre

Les habitats remarquables ont été déterminés et cartographiés à partir de prospections de terrain et sur la base de la cartographie du SIG de l'occupation du sol.

Ces habitats dits « remarquables » correspondent à ceux listés à l'annexe 1 de la Directive « Habitats », aux habitats remarquables au niveau national ou régional. Leur identification est réalisée à partir de critères phytosociologiques (présence d'espèces caractéristiques et différentielles des différents niveaux hiérarchiques depuis la classe jusqu'aux associations).

Les habitats remarquables sont codifiés selon la nomenclature du Prodrome des végétations de France (Bardat et al., 2004) et la nomenclature normalisée Corine Biotopes (Bissardon & Guibal, 1997), au niveau de codification le plus précis possible. Concernant les habitats inscrits à l'annexe 1 de la Directive « Habitats », le manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR 15 (Commission Européenne, 1999) ainsi que les cahiers d'habitats (Bensettiti et al., 2001, 2002, 2004, 2005 ; Gaudillat et al., 2002) sont utilisés. Le code Natura 2000 ainsi que l'habitat élémentaire concerné sont précisés. La bibliographie est exploitée pour caractériser les autres habitats remarquables.

Chaque habitat d'intérêt patrimonial fait l'objet d'une description synthétique comprenant le rappel de son statut réglementaire et biologique et, éventuellement, son état de conservation sur le site, les menaces pesant sur ce dernier, le mode de gestion actuel de la parcelle, etc.

Les habitats remarquables ont bénéficié d'au moins deux passages en saison optimale, entre la mi-avril et début septembre selon les habitats, afin d'identifier précisément les groupements végétaux (niveau de l'alliance, voire plus précis pour certains habitats typiques à forts enjeux) et inventorier les espèces d'intérêt patrimonial.

Des relevés phytosociologiques (d'après la méthode sigmatiste de type « Braun-Blanquet ») comprenant un inventaire systématique des espèces par station homogène (homogénéité écologique -microtopographie, nature et état du sol et homogénéité floristique du peuplement végétal), la détermination de l'aire minimale phytosociologique, le recouvrement total et par strate pour les boisements, le relevé des espèces (par strate pour les boisements) avec attribution des coefficients d'abondance-dominance et éventuellement de sociabilité) sont effectués, si nécessaire, pour affiner ou justifier la

caractérisation des formations végétales en présence (notamment pour les habitats remarquables) et pour apprécier leur état de conservation. Le contexte de la station de relevé est également noté : état de conservation de l’habitat, menaces pesant sur ce dernier, mode de gestion actuel de la parcelle, etc. Ces relevés sont géoréférencés et une photographie représentative de chaque station est réalisée.

Expertise floristique

Les périodes d’inventaires :

	2010	2011	2012
Campagne terrain	mars à début septembre	mars à début septembre	mars à début septembre

L’expertise floristique a pour objet la recherche des espèces d’intérêt patrimonial. Cela comprend les espèces bénéficiant d’un statut de protection (à l’échelon national, régional et départemental) et toutes les espèces végétales remarquables, notamment celles inscrites au livre rouge national (tomes I et II), sur les listes rouges régionales, déterminantes ZNIEFF, etc. Dans ce même objectif, une liste des espèces remarquables potentiellement présentes sur le tracé a été dressée.

La cartographie des formations végétales, ainsi que d’autres documents bibliographiques ont été exploités afin d’orienter les prospections, localiser les secteurs présentant des enjeux floristiques avérés ou potentiels (lagunes, landes, lit majeur des cours d’eau, coteaux calcicoles, etc.).

Les périodes de prospection tiennent compte préférentiellement de la phénologie de ces espèces.

Les inventaires floristiques ont été réalisés lors de trois passages de façon à couvrir les périodes de floraison de l’ensemble des espèces, des printanières aux automnales :

- Un premier passage en mars-avril pour les espèces les plus précoces comme l’Ophrys de mars lié aux pelouses calcaires, la Fritillaire pintade liée aux prairies humides, les tulipes, etc. ;
- Un deuxième passage en mai-juin en pleine période de végétation ;
- Un troisième passage en août-septembre pour les espèces tardives comme l’Amaranthe de Bouchon et la flore des lagunes.

Les stations d’espèces végétales remarquables sont localisées au moyen de GPS et cartographiées. Un dénombrement de la population est effectué systématiquement afin de pouvoir apprécier les enjeux écologiques, ceux-ci étant pour partie fonction de la taille des populations. Ont également été notées les informations nécessaires à l’appréciation des impacts éventuels et à la rédaction des dossiers réglementaires (état de conservation de la station, menace pesant sur la station, mode de gestion actuel de la parcelle, etc.). Ces informations relevées constituent aussi un état de lieux de, référence et faciliteront le suivi du projet dans le cadre de l’application de la LOTI.

Les mammifères

Enquêtes et analyses bibliographiques

L’exploitation des données existantes a permis de préparer de manière optimale les campagnes de terrain. Les données ont été exploitées afin de définir :

- Les territoires déjà bien connus nécessitant des vérifications de terrain ;
- Les zones nécessitant des investigations approfondies compte tenu des potentialités détectées lors des études antérieures, de l’insuffisance ou de l’imprécision des données collectées... ;
- Pour la grande faune, les zones de présence de Chevreuil (Capreolus capreolus), de Sanglier (Sus scrofa) et de Cerf élaphe (Cervus elaphus), ainsi que les corridors connus ;
- Une liste des espèces remarquables (en annexe 2 de la directive « Habitats », sur liste rouge et/ou déterminantes de ZNIEFF, voire ne bénéficiant pas de statut mais rares ou très rares).

Pour cela, un recueil de données a été réalisé auprès des :

- Services de l’Etat : DREAL Aquitaine et Midi-Pyrénées (notamment par rapport à la réactualisation des inventaires ZNIEFF et à l’évolution des zonages réglementaires), ONEMA, BRGM (pour les cavités à chiroptères...) et des Conseils généraux (ENS...) ;
- Organismes cynégétiques (ONCFS, Fédérations de Chasse, associations des piégeurs agréés...) ;
- Associations naturalistes (Groupes chiroptères régionaux, Société d’Étude, de Protection et d’Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest (SEPANSO), CREN, Nature Midi-Pyrénées...) ;
- Opérateurs des sites Natura 2000 traversés par les projets.

Pour compléter ces informations obtenues à partir des enquêtes, les bureaux d’études en charge des prospections mammifères ont analysé la bibliographie disponible : réactualisation des inventaires ZNIEFF, nouvelles publications scientifiques, atlas régionaux en cours, etc., en complément de leurs propres données traitées dans des études antérieures.

Synthèse des données existantes

Un premier travail bibliographique et de consultation des différentes structures ressources a été engagé pour confirmer la présence et les potentialités des espèces. Les sources bibliographiques locales, régionales et nationales, ainsi que les atlas de répartition et diverses publications ont été consultées. Cette étape a pour objet de rassembler les informations préalablement à la phase de terrain et de guider les investigations.

En complément, les carnets de piégeage des piégeurs agréés ont, dans la mesure de leur disponibilité auprès des services de l’Etat, été analysés pour évaluer les prises de mammifères.

Étude de la grande faune

Ce groupe comprend les ongulés, c’est-à-dire, pour les territoires concernés par les projets ferroviaires, le Cerf élaphe (Cervus elaphus), le Chevreuil (Capreolus capreolus) et le Sanglier (Sus scrofa). Par leur distribution géographique différente, deux groupes sont distingués : le Cerf, dont la répartition est discontinue ; le Chevreuil et le Sanglier, dont la répartition géographique est plus générale.

Pour ce groupe de mammifères, deux étapes successives ont été engagées pour définir l’état initial :

- Une analyse spatiale des populations ;
- Une analyse spatiale des habitats, ainsi que des éléments structurant les déplacements.

L’ensemble de ces éléments a permis de définir les zones à enjeux, de hiérarchiser les voies de déplacement entre les différents noyaux de populations et d’orienter les investigations de terrain nécessaires.

Analyse spatiale des habitats et identification des éléments structurant les déplacements

Les axes ou grands corridors de déplacements ont été identifiés par rapport à la structuration du paysage (données Corine Land Cover, carte de végétation, ...) et la fréquentation connue en grande faune.

Investigations sur le terrain

La première phase de repérage a consisté en un parcours de l’ensemble de l’aire d’étude de manière à préparer les investigations, à adapter le découpage du projet en sites et à pré-positionner l’ensemble des unités échantillon (transects, zone de piégeage, etc.).

La seconde phase de prospections-échantillon (de fin mars à juillet) a consisté en la réalisation de 182 transects «mammifères » d’une distance moyenne parcourue de 300 m à 1,1 km. Ces transects ont été géoréférencés, répartis et distribués par échantillonnage stratifié au sein de trois grandes unités paysagères considérées (plaine ou zones agricoles, unités bocagères, milieux forestiers sans oublier la particularité topographique des vallées interceptées), tout le long de l’aire d’étude. Dans la plupart des cas, trois transects ont été distribués dans les trois fuseaux d’un kilomètre interceptant un vallon ou un site particulier à échantillonner. Au cours de ces parcours, tout type d’indice de présence a été noté : traces, coulées, crottes, frottis, écorçages, souilles, individus observés, etc.



À partir de ces données un indice de présence qualitatif (espèce classée abondante, moyennement abondante, peu abondante ou absente à très rare) a été apprécié au niveau de chaque transect, pour les ongulés.

Étude de la petite faune terrestre

Les espèces concernées, dans ce groupe, sont :

- Soit les espèces protégées comme le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*), l'Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*), et éventuellement le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*) ;
- Soit les espèces sans statut particulier, tels les petits Insectivores : crocidures, musaraignes, etc. et les petits rongeurs : Loir (*Glis glis*), campagnols, mulots, rats, souris, etc. ;
- Soit les espèces chassables (Arrêté ministériel du 26 juin 1987 modifié) et/ou nuisibles (liste nationale française des espèces d'animaux susceptibles d'être classés nuisibles, au niveau départemental, par un arrêté préfectoral ; liste fixée par arrêté du 30 septembre 1988, modifiée le 21 mars 2002, puis rétablie le 6 novembre 2002...), comme les mustélidés terrestres (Belette (*Mustela nivalis*), Hermine (*Mustela erminea*), Fouine (*Mustela foina*), Martre (*Martes martes*) et Blaireau (*Meles meles*) ou encore le Renard (*Vulpes vulpes*)).

La méthodologie retenue consiste en l'étude de la présence ou non de ces espèces (et le cas échéant à donner des informations sur leur abondance) ainsi que leurs habitats et territoires, en axant les inventaires sur les espèces protégées d'intérêt patrimonial.

Les différentes étapes engagées sont identiques à celles de la grande faune.

L'ensemble de ces éléments recueillis a permis de définir les zones à enjeu, de hiérarchiser les voies de déplacement entre les différents noyaux de population et d'orienter les investigations de terrain nécessaires.

Analyse spatiale

Comme pour la grande faune, l'analyse éco-paysagère a permis de définir les grandes unités structurant la répartition des populations et ainsi de qualifier les enjeux en termes d'habitats d'espèces et de corridors biologiques.

Investigations sur le terrain

Les protocoles de recueil de données ont été adaptés aux diverses espèces de manière à alimenter, dans la mesure du possible, les notions de présence et un indice de présence semi-quantitatif.

Un premier niveau d'investigation a consisté en un recensement d'indices de présence déterminants au cours de la réalisation des 182 transects « Mammifères » d'une distance parcourue comprise entre 300 m et 1,1 km. Des transects ont également été réalisés le long des cours d'eau.

Au cours de ces parcours, tout type d'indice de présence a été noté et attribué à une espèce ou un groupe d'espèces : traces, coulées, déjections, reliefs de repas, terriers, observations visuelles, gîtes ou nids, cadavre etc.

En complément, pour mieux apprécier la présence de certaines espèces, des approches particulières (Chat forestier) ont été engagées.

Les mammifères semi-aquatiques

Les espèces patrimoniales présentes ou potentiellement présentes inféodées aux milieux humides sont le Vison d'Europe (*Mustela lutreola*), la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), la Crossope aquatique (*Neomys fodiens*), le Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) auxquelles on peut ajouter le Putois et la Genette. Quatre de ces espèces sont protégées.

Trois étapes successives ont été engagées pour définir l'état initial avec des approches graduées permettant, au fur et à mesure de l'avancée des investigations, de mieux apprécier les populations et les impacts et orienter les options de passages et les mesures :

- Une première approche macro-écologique permettant d'apprécier les potentialités de présence et les grands enjeux pour chaque espèce lors d'une phase de bibliographie, et d'orienter les investigations futures ;

- Des inventaires faunistiques pour mieux cerner les populations en présence ;
- Le recensement des unités d'habitats d'espèces pour évaluer les destructions et altérations générées par le projet.

Analyse spatiale

Figure 167: Vison d'Europe (Source Biotope)



Cette approche a été menée sur la base des cartographies IGN (utilisation de tous les figurés relatifs aux zones humides et écoulements), de la BD Carthage et de la cartographie des zones humides produite par le bureau d'études en charge de la thématique « Flore ». Compte tenu des enjeux, le travail est plus détaillé que pour l'analyse paysagère opérée pour les précédents cortèges.

La photo-interprétation et des prospections échantillons des différents réseaux hydrographiques sont venues compléter la première cartographie produite des écoulements. Ce travail a été mené sur le pré-découpage du projet en unités hydrographiques interceptées.

Il a permis de :

- Qualifier les cours d'eau rencontrés (état de conservation, présence d'habitats, ...) ;
- Définir, sur la base des caractéristiques écologiques des réseaux hydrographiques (lit majeur large, présence de zones humides, présence de berges végétalisées, écoulement permanent...), les potentialités de. Présence pour la Crossope aquatique et le Campagnol amphibie ;
- Définir sur les linéaires interceptés, la fonctionnalité de l'écoulement pour la Loutre et le Vison d'Europe (« habitat majeur » et/ou « corridor de déplacement ») ;
- Définir la position du tracé par rapport aux domaines vitaux potentiels de Loutres et de Visons d'Europe : passage en tête de bassin (faible perturbation) ou passage au cœur des domaines potentiels (forte perturbation).

Deux types d'habitats sont distingués pour les mammifères semi-aquatiques :

- Les habitats linéaires (ripisylves seules, fossés, crastes...) essentiels pour la notion de corridors de déplacements et jouant un rôle d'habitats de repos majeur pour la Crossope aquatique et le Campagnol amphibie, et plutôt occasionnel pour les espèces à grand rayon d'action (Loutre, Vison, Putois, Chat forestier...) ;
- Les habitats « surfaciques » présents dans les zones humides, servant d'habitats majeurs de repos, de reproduction et d'alimentation, mais aussi de corridors majeurs de déplacements.

Investigations sur le terrain

Chaque espèce a fait l'objet d'investigations précises détaillées ci-après. Compte tenu de la qualité de tous les cours d'eau interceptés par le projet, l'approche a été affinée en descendant pour les espèces à faible rayon d'action à l'échelle de chaque cours d'eau.

Vison d'Europe

Lors des prospections sur le réseau hydrographique, tout indice de suspicion de présence a été noté avec le recensement d'indices attribués au groupe « Mustela » (Vison d'Europe, Vison d'Amérique, Putois). Une actualisation des données bibliographiques a été effectuée et les efforts ont porté sur le recensement des habitats et des corridors de déplacements de l'espèce.

La mise en place de piégeages n'a pas été autorisée par la DREAL dans le cadre des investigations. Les données de terrain ne permettent donc pas en l'état d'apprécier de façon fine l'évolution des populations.

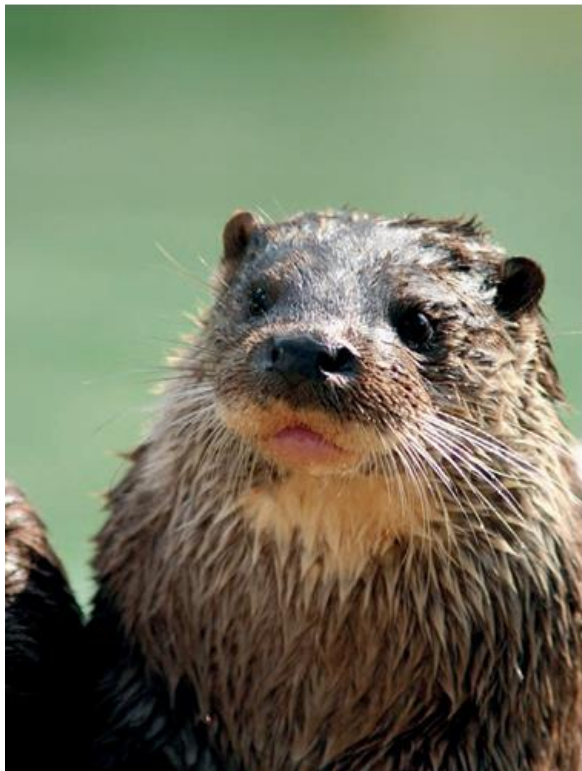
Loutre

La Loutre d'Europe fait l'objet d'un suivi national dans le cadre du Plan National d'Actions en sa faveur, et elle est considérée comme relativement commune dans certains départements d'Aquitaine.

Des prospections systématiques pour la recherche d'indices indirects de présence ont été réalisées sur l'ensemble des unités hydrographiques. Elles permettent de statuer sur la présence de l'espèce ou l'état de sa colonisation, et elles servent d'état de référence pour l'évaluation des impacts « cloisonnement des populations ». Le protocole de prospection proposé s'inspire de celui donné par l'UICN et repris dans le Plan National d'Actions de l'espèce.

Pour répondre à la problématique, plusieurs échelles spatiales d'investigation ont été utilisées afin de tenir compte de la très grande taille des domaines vitaux de l'espèce et d'évaluer au mieux l'état de sa recolonisation dans les secteurs où elle ne semble pas présente aux abords du fuseau. Des points de prospection ont été distribués d'une part dans le fuseau sur l'ensemble des cours d'eau principaux interceptés par le tracé, et d'autre part, en dehors du fuseau et jusqu'à 35 km des cours d'eau, lorsque les points situés dans le fuseau se sont révélés négatifs.

Figure 168: Loutre d'Europe (Source Biotope)



Sur chaque site, la prospection a été réalisée sur 600 mètres de berges environ, afin de rechercher des épreintes (crottes), les empreintes, coulées, reliefs de repas, abris et catiches de l'espèce. Chaque site a été quitté dès qu'un indice a été trouvé (site positif) ou au bout des 600 m (site négatif si rien n'est trouvé). Toutefois, dans certaines configurations de milieux difficiles à prospecter ou défavorables au marquage, il ne semblait pas opportun de réaliser 600 m de prospection à partir du point prédéfini. Dans ces cas, il a été jugé préférable de trouver 1 à 5 autres points plus favorables dans un rayon de 2,5 km (points annexes au point principal) sans toutefois excéder un parcours de 600 m au total.

La synthèse cartographique de l'ensemble des données a permis de distinguer les réseaux hydrographiques occupés et utilisés par la Loutre de ceux qui pourraient être colonisés à moyen terme compte tenu des données bibliographiques ou d'enquêtes recueillies.

Crossope aquatique (Musaraigne aquatique)

L'observation est possible, mais très aléatoire lors des prospections spécifiques réalisées pour la Loutre et le Campagnol amphibie. L'espèce a été recherchée à partir de la pose de tubes collecteurs de crottes et/ou de poils répartis sur 100 mètres de berges.

Campagnol amphibie

L'espèce a été principalement recherchée à partir de la réalisation de sondages distribués sur chacun des cours d'eau interceptés. Il s'agit de prospections systématiques dans les milieux les plus favorables sur des tronçons de 100 m de longueur le long des cours d'eau et dans les zones humides (recherche des crottes et des réfectoires spécifiques).

En complément, une recherche de pelotes de réjection a été engagée à l'occasion des investigations pour les chiroptères et les oiseaux nocturnes dans les clochers, pigeonniers et autres bâtiments habités ou abandonnés de l'aire d'étude.

Les chiroptères

Méthode de prospection des sites hypogés en période hivernale

Les recherches ont été effectuées en février (et mars) de chaque année grâce à des lampes frontales et des lampes portables puissantes qui permettent d'inspecter les anfractuosités, les « plafonds » et les fissures susceptibles d'accueillir des chauves-souris en hibernation.

L'analyse des cartes topographiques au 1/25 000 ème, l'exploitation de la base de données du Groupe Chiroptères d'Aquitaine et une enquête auprès des associations de spéléologie ont permis de localiser des sites hypogés susceptibles d'abriter des populations de chiroptères en hiver.

Méthode de prospection des gîtes estivaux

Des prospections ont eu lieu en juin 2010 afin de repérer les éventuels gîtes liés au bâti. Pour cela, une visite systématique des ponts routiers a été réalisée dans une bande de 1 km de large autour de l'aire d'étude afin de prendre en compte les territoires des chiroptères qui s'étendent à plusieurs kilomètres de leur gîte. Les ponts présentent fréquemment des fissures ou des fentes de dilatation qui peuvent être utilisées par les chiroptères, notamment les Murins.

La prospection des colonies liées aux bâtiments est subordonnée à la possibilité d'accès sur le site.

Les bâtiments n'ont été visités que lorsqu'un accord de la part des propriétaires a pu être obtenu.

Méthode de prospection en période estivale

Les prospections ont débuté courant juin 2010 (période de parturition) et sont poursuivies jusqu'en septembre, englobant la période de forte activité (migration, transit, accouplements). Elles sont effectuées à l'aide de détecteurs d'ultrasons. Cette technique, fondée sur les émissions acoustiques des chauves-souris, permet la réalisation d'inventaires et le repérage des territoires de chasse. Elle peut également permettre, dans certains cas, de caractériser les principaux axes de déplacement et d'évaluer les éventuels risques potentiels de collisions et/ou les secteurs pouvant présenter une sensibilité particulière sur ce point. Cette méthode ne permet toutefois pas de disposer d'une approche exhaustive. La distance de détectabilité est très variable selon les espèces et le milieu utilisé, mais n'excède jamais 100 mètres (5 à 20 m en moyenne).

Les détecteurs utilisés sont de type Pettersson Elektronik D240x, Edirol R09HR et ANABAT SD1.

Les enregistrements sont analysés à partir de logiciels spécialisés.

Figure 169: Système ANA BAT SD 1 et exemple de sonogramme à expansion de temps (source : Écosphère)



Méthodologie des prospections

Pour obtenir les meilleurs résultats, les milieux analysés doivent être a priori favorables afin d’optimiser les surfaces prospectées. Les corridors potentiels tels que les haies et les cours d’eau et forêts galeries à proximité ou non des gîtes connus ou de gîtes potentiels (village, ferme, airials, vieux boisements, cavités naturelles ou artificielles...) ont été privilégiés. Les prospections ont lieu de nuit dans des zones souvent difficiles d’accès. Elles sont effectuées systématiquement à deux personnes pour assurer la sécurité du personnel.

Tous les points de contacts avec les chiroptères sont localisés précisément (échelle du 1/5000 ème) avec le détail des espèces qui y sont liées.

Un inventaire complémentaire de chiroptères a été réalisé, en septembre 2010, au niveau d’un site de swarming (site du vallon du Cros, dans les Landes). Ce site présente des enjeux fonctionnels particuliers pour la reproduction de nombreuses espèces de chiroptères dans les Landes et plus généralement en Aquitaine.

Un suivi complémentaire s’est déroulé du 15 août au 30 novembre 2013 au niveau du Vallon du Cros, par caméra infrarouge au niveau de trois cavités du vallon. Ce suivi a permis d’étudier l’indice d’activité nocturne et de confirmer la fréquentation du Vallon du Cros par les chiroptères durant la période de regroupement sexuel (dit de « swarming »).

Suite à une recommandation de l’Ae-CGEDD, une expertise complémentaire a été confiée au Museum national d’histoire naturel (MNHN) concernant les effets du projet et les mesures de réduction de ceux-ci sur le Vallon du Cros, site majeur de swarming pour de nombreuses espèces de chiroptères. Cette expertise s’est déroulée d’avril à juin 2014. Des précisions figurent dans la pièce F, volume 5.

Exemple : le site de swarming du Vallon du Cros

Le Vallon du Cros est situé sur les communes d’Arue et Roquefort (département des Landes). Il revêt une grande importance pour la conservation des chiroptères, par sa contribution au maintien de la variabilité génétique des populations et par son large rayon d’influence, avec une provenance des chiroptères utilisant ce vallon évalué à un minimum de 60 km.

Le secteur du Vallon du Cros est un des sites majeurs de chauves-souris d’Aquitaine avec 19 espèces connues, dont 11 espèces venant s’accoupler dans les grottes du Cros. Plusieurs espèces figurant à l’annexe 2 de la Directive Habitat-Faune-Flore sont présentes sur ce site : Barbastelle d’Europe, Murin à oreilles échancrées, Minioptère de Schreibers, Petit Rhinolophe, Grand Rhinolophe, Murin de Bechstein et Rhinolophe euryale. Le franchissement des affluents de la Midouze par des viaducs permettra de limiter la détérioration de leurs habitats et de maintenir leurs axes de déplacement.

Protégées par un arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB), depuis le 16 février 2000, et incluses dans le site Natura 2000 du Réseau hydrographique des affluents de la Midouze, les grottes du Cros sont apparues dès les années 1980 comme étant un site important en période d’hibernation. Malgré des effectifs en déclin, elles constituent l’un des principaux sites d’hibernation connus dans le massif landais. D’autre part, à l’automne et de nuit, une fréquentation importante, dit aussi « swarming », est constatée depuis les années 2000 sur le Vallon du Cros, constituant ainsi un lieu de rencontre et d’accouplement pour des chauves-souris provenant de plusieurs dizaines de kilomètres à la ronde. Ce phénomène est unanimement reconnu pour son importance dans le maintien de la diversité génétique au sein des populations de chauves-souris. Ces grottes constituent ainsi une « plaque tournante » génétique entre différentes colonies du massif landais.

Une étude fine de swarming réalisée en 2011 a par ailleurs permis de dégager des itinéraires principaux de déplacement des chauves-souris autour du vallon du Cros : la Douze, le passage du Sendie, le hameau du Cros et le chemin Gaspata, ainsi que trois secteurs au Nord-Est, vers l’A65 (RD 626 et tranchée de la ligne à Haute-Tension, passage au Nord de l’aire d’autoroute).

Un suivi complémentaire a été mené au niveau du vallon du Cros, par caméra infrarouge, entre le 15 août et le 30 novembre 2013 au niveau de trois cavités du Vallon. Ce suivi a permis d’étudier l’indice d’activité nocturne et de confirmer la fréquentation du Vallon du Cros par les chiroptères durant la période de regroupement sexuel (dit de « swarming »).

Si le projet de lignes nouvelles n’a aucune emprise directe sur le site lui-même, 20 axes de déplacement de chauves-souris, à enjeu très fort et fort, sont intersectés par le tracé dans ce secteur :

- 12 axes de déplacement de chauves-souris pour lesquels l’effet brut est très fort ;
- 8 autres pour lesquels l’effet brut est fort à moyen.

Grand Rhinolophe (Source : Biotope)



Le tracé proposé a été calé au plus près de l'A65, afin de ne pas créer un effet de coupure supplémentaire et d'éviter un fractionnement supplémentaire des espaces utilisés par les chiroptères.

Les effets du projet sont liés :

- Au risque d'atteinte à des habitats fréquentés par les chiroptères (activités de chasse), ce dès le début des travaux ;
- Au risque de collision avec les trains en particulier en période de swarming (mi-août à mi-novembre), époque de plus forte fréquentation du site, et durant une à trois heures en début de nuit et une à deux heures avant le lever du soleil.

Mesures

La fonctionnalité des grottes du Cros sera maintenue grâce à la mise en place :

- D'ouvrages de franchissement (chiroptéroducts...) et de passages protégés (palissades en bois de part et d'autre du pont routier D626) au-dessus des lignes nouvelles ;
- De corridors guidés à l'intérieur des pinèdes, de lisières étagées, de haies simples ou doubles (plantation de 4 650 m linéaires sur le secteur entre PK 106,5 - 109) ;
- Ainsi que d'écrans temporaires dans l'attente de l'efficacité des aménagements réalisés.

Dans le cadre de ces propositions, les plantations et l'ensemble des mesures doivent être effectuées suffisamment en amont de la mise en service, pour être fonctionnelles au moment de l'exploitation. La mise en parallèle des deux infrastructures (A65 et LGV) entraînera un risque d'effet cumulatif significatif sur le fonctionnement de ce site de swarming (coupures d'axes de déplacements, renforcement du risque de mortalité par collision...) et donc sur le maintien des populations locales et régionales de chauves-souris sur le long terme. Afin de permettre le maintien de la fonctionnalité des routes de vol identifiées et assurer la pleine efficacité des mesures mises en œuvre sur les 2 infrastructures, il doit exister une adéquation entre ces dernières.

Les chiroptéroducts

Le type d'ouvrage à réaliser sera défini lors des études détaillées. En effet, les techniques sur ce sujet étant en pleine évolution, il apparaît plus pertinent de recueillir des retours d'expériences sur des ouvrages existants, au premier plan duquel l'ouvrage mis en œuvre sur l'A65, et de poursuivre les observations sur le fonctionnement du site depuis la mise en service de cette autoroute, avant de préciser les caractéristiques et le positionnement des mesures prévues.

L'engagement de SNCF Réseau porte aujourd'hui sur la fonction spécifique de rétablissement des corridors de vol des chauves-souris, indépendamment du type d'ouvrage qui sera retenu.

Pour les passages inférieurs (viaduc de la Douze et de la Téoulère), le maintien de la transparence par la mise en œuvre d'ouvrages de gabarit suffisant, et la réhabilitation écologique de la ripisylve remaniée par les travaux, permettront de limiter l'impact brut.

Au vu du niveau fort à moyen des effets résiduels sur les axes de déplacement du Vallon du Cros, la mise en œuvre de lisières étagées et des plantations de haies (en renforcement des aménagements réalisés pour l'A65), favorisant les axes de déplacement de chauves-souris, aux abords du tracé de la ligne nouvelle et/ou aux abords des pistes DFCL, seront réalisées afin de reconnecter les corridors impactés à des corridors existants.

Les suivis écologiques :

- Financement du suivi des chiroptéroducts par convention avec un organisme compétent tel que le CEN Aquitaine, le Groupe Chiroptères d'Aquitaine (analyse de la fonctionnalité, mise en place de toute mesure d'adaptation) ;
- Financement de la poursuite du suivi du site de swarming du Cros après mise en exploitation des lignes nouvelles, par convention avec un organisme compétent tel que le CEN Aquitaine ou le Groupe Chiroptères d'Aquitaine (analyse de la fonctionnalité, mise en place de toute mesure d'adaptation).

Les amphibiens et les reptiles

Outre des enquêtes et recherches bibliographiques, il a été réalisé une localisation de l'ensemble des sites présentant des enjeux herpétologiques, avérés ou potentiels. Les inventaires batrachologiques et herpétologiques qualitatifs et quantitatifs (dans la mesure du possible) ont été effectués en périodes de reproduction et de dispersion (de janvier à septembre). Ces inventaires ont été axés sur la recherche de l'ensemble des espèces protégées (d'intérêt patrimonial et plus fréquentes) afin d'aboutir à une hiérarchisation de l'intérêt batrachologique et herpétologique des secteurs et des habitats.

Inventaires batrachologiques

Les inventaires batrachologiques ont porté sur l'estimation des populations, la cartographie des sites de reproduction, des habitats d'espèces et l'estimation de l'importance des axes de déplacements.

Le planning des investigations a été fondé sur les périodes d'activité maximale des différentes espèces d'amphibiens au printemps ou à l'automne.

De manière générale, les prospections ont été pratiquées de jour (repérage des milieux aquatiques, des sites de pontes, sondages au filet troubleau...), et de nuit (recherches des axes de déplacement notamment au niveau des chemins et des routes situés dans le fuseau d'études, prospection des sites repérés de jour : pratique d'écoutes, utilisation de la technique

de la « repasse », sondages, observations directes...). Les dates de passage ont été calées en fonction des conditions météorologiques qui influent fortement sur l'activité des amphibiens.

La localisation des axes de déplacement, reliant les sites d'hivernage aux sites de ponte, a été réalisée entre février et fin mars pour les Grenouilles agile et rousse et le Crapaud commun.

Une estimation des populations a été réalisée par comptage des pontes (Grenouilles agile et rousse, Crapaud commun, Rainette méridionale), et/ou par dénombrement des adultes à la vue (amphibien de Crapaud commun), par estimation du nombre de mâles chanteurs lors d'écoutes nocturnes... Pour les espèces comme les tritons et la Salamandre tachetée, il a été indiqué le nombre d'individus différents observés sur un même site, ce qui donne une première idée de la taille des populations. Les estimations des effectifs de populations représentent un ordre de grandeur permettant d'évaluer l'importance des populations présentes. À ce stade de l'étude, il ne s'agit que d'une première estimation. Elle devra être fiabilisée par des investigations complémentaires lors des études de définition plus précises des projets.

Les habitats qui ont été cartographiés correspondent aux sites de reproduction, d'hivernage et de gagnage.

Pour chaque site, la liste de toutes les espèces recensées a été établie compte tenu de la législation en vigueur.

Pélobate cultripède

Une expertise complémentaire sur le site de présence du Pélobate cultripède a été réalisée, avec pour objectifs de :

- Définir l'état de conservation des populations identifiées lors des inventaires 2010 : localisation des noyaux, recherche de nouveaux noyaux de populations, évaluation des effectifs, état de conservation des habitats de l'espèce, état de conservation de la population ;
- Rechercher de nouvelles stations au sein d'une aire d'étude élargie de 2 à 4 km au-delà du fuseau de 3 000 m (au Nord et au Sud) de 2010 afin d'évaluer l'état de conservation de l'espèce localement (noyaux de populations, effectifs etc.) ;
- Rechercher et identifier des habitats favorables à l'espèce avérés ou potentiels au sein d'une aire d'étude élargie de 2 à 4 km au-delà du fuseau de 3 000 m (au Nord et au Sud) de 2010 ;
- Disposer d'une connaissance fine de l'état des populations de l'espèce au sein du fuseau et dans l'aire d'étude élargie afin d'être en mesure de prendre en compte le Pélobate cultripède dans le cadre du projet de lignes nouvelles.

Les experts ont appliqué les méthodes suivantes :

- Recherche et inventaire de jour des milieux favorables (habitats de reproduction et d'hivernage/estivage) ainsi que des pontes/têtards ;
- Recherche et inventaire de nuit des individus en migration et au sein des zones humides (habitats de reproduction).

Les objectifs de la mise en place d'un suivi de populations sur les deux stations Lot-et-Garonnaise sont triples. Ils visent l'apport de connaissances sur :

- La taille des populations en termes d'effectif et d'occupation spatiale au sein du fuseau des 1 000 m et environs proches ;
- L'utilisation des habitats par l'espèce et notamment l'identification des zones de ponte et des zones de vie ;
- Les capacités de déplacements de l'espèce et l'identification des axes éventuels de migrations utilisés.

Pour ce faire les experts de Cistude Nature ont utilisé les méthodes suivantes :

- **Un suivi par Capture-Marquage-Recapture** qui consiste en la capture et l'individualisation des animaux, par la pose d'une puce sous-cutanée appelée transpondeur. Cette opération se réalise directement sur le terrain, lors de la visite des sites, par la recherche et le marquage d'individus en activité. C'est la reproduction des visites dans le temps qui permet le cumul d'information. Le rapport entre le nombre d'individus marqués à chaque session et le nombre d'individus recapturés permet d'évaluer l'ampleur de la population. L'emplacement des animaux capturés quant à lui permet l'évaluation de leur occupation du site, la mise en évidence d'éventuels échanges entre populations et donc l'interprétation de distances parcourues.

Ce protocole nécessite environ une douzaine de passages sur chaque secteur fréquenté par l'espèce, c'est à dire 2 à 3 passages par mois dans le cadre de cette étude. Ces passages doivent s'effectuer pendant la saison d'activité (mars à juillet), de nuit, dans des conditions favorables de sorties des animaux.

- **Le suivi par télémétrie** débute par la capture et l'équipement d'un échantillon de la population, ici 10 animaux par site soit 20 individus au total. Ensuite, la technique consiste à suivre et à localiser chacun de ces individus régulièrement afin d'évaluer les déplacements effectués entre deux localisations et de déterminer les habitats choisis pour s'enterrer. Plus les animaux sont localisés régulièrement et plus les informations obtenues sont précises et complètes. Pour ce genre de suivi saisonnier, en pleine période d'activité (mars à juillet), les localisations doivent s'effectuer selon un rythme minimum d'une à deux fois par semaine.

Figure 170: Prospections amphibiens (Source Biotope)



Inventaires des reptiles

Les prospections ont porté sur l'inventaire des espèces, l'estimation des populations et la cartographie des habitats d'espèces.

Les mares, étangs, sections de cours d'eau et crastes recoupés par le fuseau, constituent autant d'habitats susceptibles d'abriter la Cistude d'Europe. De plus, différents habitats thermophiles ont été visités afin d'inventorier les autres espèces de reptiles.

En complément des inventaires herpétologiques spécifiques, les habitats aquatiques ont pu, lors des inventaires batrachologiques d'avril-mai, être en partie renseignés sur la présence ou non de la Cistude.

Ces inventaires ont été réalisés de jour, entre les mois de février et de juillet 2010 puis de janvier et septembre 2011 et enfin en janvier 2012.

Un protocole de prospection spécifique a été mis en œuvre pour la Cistude d'Europe, compte tenu de sa biologie. Bien que non signalé sur les coteaux calcaires de Garonne, le Lézard ocellé a fait l'objet d'un protocole spécifique : 2 passages ont été effectués en avril 2010, lors de la période de sortie d'hivernation, la plus favorable à sa recherche.

En plus des prospections « échantillon » du fuseau des 3 000 m, un protocole de prospection spécifique a été mis en œuvre pour les autres reptiles sur les sites les plus favorables. Des abris artificiels constitués de plaques de carton bitumé noires d'environ 1 m² ont été posés au sol dans des endroits mi-ensoleillés, mi-ombragés. La présence de reptiles a été relevée lors de plusieurs passages effectués dans les semaines et mois suivant la pose.

Compte tenu de la biologie des reptiles, il n'est pas possible de réellement estimer les populations par dénombrement des individus à vue. Il n'a pas été réalisé d'estimation des populations par piégeage et/ou méthode de capture/recapture avec marquage. Il a été indiqué le nombre d'individus différents observés sur un même site, ce qui par extrapolation donne une première idée de la taille des populations.

Un complément d’inventaires visant à localiser les habitats favorables à la ponte de la Cistude d’Europe au sein d’une partie du site Natura 2000 du Ciron a été engagé à l’automne 2013, mais les résultats n’avaient pu être intégrés au dossier transmis à l’AE début novembre 2013.

Les investigations ont conduit à identifier une dizaine de sites de ponte avérés ou probables à proximité du passage du projet.

Ces résultats, qui confirment l’appréciation portée d’une incidence faible, ainsi que de nouveaux relevés effectués au printemps 2014 confortant ces analyses, ont été intégrés au dossier Natura 2000 portant sur le site de la vallée du Ciron (Volet 6).

Les invertébrés

Des inventaires entomologiques et malacologiques qualitatifs et quantitatifs (dans la mesure du possible) ont été effectués lors des périodes de vol des imagos pour les insectes (repérage des coléoptères à partir d’avril 2010, inventaires de mai à août 2010 et de mai à octobre 2011). Ces inventaires ont été axés sur la recherche des espèces d’intérêt patrimonial et/ou celles ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 traversés par les projets, afin d’aboutir à une hiérarchisation de l’intérêt entomologique et malacologique des secteurs.

Dans la mesure du possible, notamment pour les espèces territoriales, les populations ont été estimées par dénombrement des individus afin de pouvoir apprécier les enjeux écologiques, ceux-ci étant pour partie fonction de la taille des populations. Pour les coléoptères saproxyliques, aucune estimation de population n’est faisable sans détruire l’habitat, seuls les exemplaires repérés sont donc dénombrés.

Les habitats cartographiés correspondent aux sites de reproduction, de recherche alimentaire ainsi qu’aux corridors biologiques. Ils sont délimités en intégrant l’ensemble des zones humides, pelouses, prairies, boisements, etc., les plus susceptibles d’être fréquentés par l’espèce.

Les inventaires ont porté sur les groupes suivants :

- Odonates ;
- Lépidoptères Rhopalocères ;
- Orthoptères ;
- Coléoptères protégés et/ou inscrits aux annexes II et/ou IV de la directive « Habitats ».

Les inventaires ont été planifiés lors des périodes les plus favorables à l’activité de chaque groupe (par exemple, période d’émergence des imagos pour les papillons), soit globalement entre mai et août. Les inventaires ont été réalisés de jour ou de nuit selon les groupes au sein des habitats les plus favorables. Les jours avec les conditions météorologiques favorables à l’activité des espèces ont également été privilégiés pour la réalisation des inventaires.

Inventaires des Odonates

L’identification des adultes a été effectuée visuellement ou par capture au filet avec relâcher immédiat. Des photographies ont été également prises pour les espèces présentant des enjeux particuliers (particulièrement rares ou difficiles à identifier). Il a également été effectué (sans contrainte météorologique) la recherche et la collecte des exuvies (anisoptères uniquement) avec identification des espèces à la loupe binoculaire. Le comportement des espèces a également été noté (accouplement, ponte, etc.) pour appréhender une éventuelle reproduction sur le site.

Figure 171: Inventaires odonates (Source : Biotope)



Les habitats d’espèces protégées (listées dans l’article 2 de l’arrêté du 23 avril 2007) ont été identifiés et cartographiés. Toutes les stations d’espèces remarquables (protégées, liste rouge, etc.) ont été précisément localisées sur photo aérienne ou avec un GPS. L’importance numérique de la station a été appréciée ainsi que son état général.

Inventaires des Lépidoptères Rhopalocères (papillons diurnes)

Les inventaires lépidoptérologiques ont été pratiqués de jour (identification si nécessaire par capture au filet puis relâcher immédiat). Il était prévu de noter toutes les observations de chenilles attestant de la reproduction des espèces d’intérêt patrimonial sur un site donné. Les plantes-hôtes sur lesquelles pondent les espèces ont été recherchées. Les habitats favorables aux lépidoptères diurnes (pelouses, friches, prairies sèches ou humides, lisières forestières, etc.) ont été parcourus sur la base de transects linéaires et/ou aléatoires, traversant tous les habitats présents et leurs marges. Comme pour les odonates, les habitats d’espèces protégées (listées dans l’article 2 de l’arrêté du 23 avril 2007) ont été identifiés et cartographiés. Toutes les stations d’espèces remarquables (protégées, liste rouge, etc.) ont été précisément localisées.

L’importance numérique de la station a été appréciée ainsi que son état général.

Inventaires des Orthoptères

Les inventaires ont été effectués par observations visuelles et écoutes des stridulations en période diurne et nocturne entre mai et août 2010. Un détecteur d’ultrasons a été utilisé en août pour le repérage de certaines sauterelles émettant au-dessus de 20 kHz.

Aucune espèce d’Orthoptère protégée ou inscrite à la directive « Habitats » n’est présente dans les territoires traversés par les projets ferroviaires. Les enjeux juridiques liés à ce groupe d’insectes sont donc limités. Cependant, toutes les stations d’espèces remarquables (rares, en liste rouge, etc.) ont été localisées et l’état de conservation de la station apprécié.

Inventaires des Coléoptères protégés et /ou inscrits aux annexes II et /ou IV de la directive « Habitats »

Pour toutes les espèces, il a été réalisé au préalable une localisation des secteurs favorables par photo-interprétation (vieux vergers, vieilles haies, vieux arbres isolés, vieux boisements de feuillus, etc.) qui ont ensuite été échantillonnés lors de prospections de terrain. Tout nouveau secteur favorable à ces espèces et recensé lors des prospections de terrain a fait l’objet des mêmes investigations selon les méthodes décrites ci-dessous :

- Pour la Rosalie des Alpes, il a été réalisé des prospections en priorité au sein des sites Natura 2000 en recherchant les adultes entre juin et août (période de vol la plus favorable). Les vieux saules et frênes présentant des parties mortes (arbres dans lesquels se développe le plus souvent la larve en plaine) et situés au niveau du tracé [ou abords immédiats (zone travaux)], ont été inspectés également ;
- Pour le Pique-Prune, le Grand Capricorne (et autres coléoptères saproxylophages non protégés, mais d’intérêt patrimonial), un premier passage a été effectué courant avril, en début de feuillaison, afin de repérer les trous d’émergence ou les galeries caractéristiques.



Pour le Pique-Prune une approche spécifique a été commanditée aux bureaux d'études en association avec un expert de l'équipe Biodiversité de l'école d'Ingénieur de Purpan (31). L'observation des adultes étant aléatoire compte tenu de la biologie de l'espèce, l'espèce a été recherchée en deux temps sur les secteurs favorables :

- Repérage au GPS des arbres favorables. Le cheminement sur les sites est orienté par les arbres favorables, de proche en proche. Cette prospection est circonscrite par l'absence de nouveaux arbres a priori favorables visibles ;
- Prospection des cavités visibles présentant une épaisseur significative de terreau de bois pour rechercher les indices de présence de l'espèce (fèces, élytres, pattes, etc.) ou les larves par prélèvement du terreau et tamisage de ce dernier.

À ce stade de l'étude n'ont été prospectées que les cavités accessibles avec une échelle de 7 m. Pour chaque site prospecté, le nombre d'arbres inspectés a été relevé, ainsi que le nombre d'arbres présentant des cavités à terreau. Les indices (fèces et débris d'adultes) peuvent persister des dizaines d'années dans une cavité après son utilisation par les larves. Ainsi, lorsque la présence du Pique-Prune est relevée sur ces indices, cela ne permet pas de préciser si l'espèce est toujours dans le site au moment de l'observation. Seule l'observation des larves vivantes ou des adultes permet d'attester la présence de l'espèce. Cette distinction est importante lorsque l'observation est réalisée dans un habitat précaire pour l'espèce, comme par exemple dans une zone comportant une faible densité d'arbres favorables isolés des autres habitats connus et fréquentés par l'espèce.

Dans ce cas, il est nécessaire d'attester la présence de l'espèce en recherchant les larves ou les adultes. Avec un nombre d'arbres limité, cela peut s'avérer particulièrement difficile.

Un arbre jugé a priori favorable à distance (quelques dizaines de mètres au plus) est systématiquement noté. Son diagnostic et les saisies de données portent sur :

- Ses coordonnées GPS (coordonnées X et Y) ;
- Les observateurs ;
- La situation de l'arbre dans son contexte paysager, avec pour abréviations :
 - Arbre isolé ou dans un peuplement très peu dense (non contact des houppiers) dit de « Devèze » localement,
 - Seul arbre de haut jet dans une haie arbustive,
 - Alignement de grands arbres = haie sans sous étage arbustif et de moyen jet,
 - Arbre dans une haie « complète » (non dégradée),
 - Arbre dans un boisement plus ou moins important (bosquet, bois, forêt), en général en lisière dans cette étude ;
- L'essence ;
- La forme (produit de la taille de formation ou port libre) de l'arbre ;
- La circonférence de l'arbre (en cm ; prise à 1,30 m) ;
- Éventuellement la nature des habitats réels et potentiels, ou éléments précurseurs à la genèse de l'habitat de l'espèce ;
- Le contenu des cavités éventuelles.
- L'observation directe des individus. Les observations directes d'individus Pique-Prune (larves, nymphes ou imagos) sont difficiles, car les larves rongent souvent le bois au plus profond des cavités. Les preuves de présence (cf. « nature du contact ») se résument le plus souvent à la présence des crottes des larves (caractéristiques) et à la présence de macrorestes d'imagos (pattes, élytres, pronotum ...). En raison de la nature des cavités (+/- accessibles) et des observations sur leur contenu, un bilan du diagnostic pour cette espèce est donné sous la forme :
 - 1 = présent : individus, traces ou restes de l'espèce (+/- anciens éventuellement) ;
 - 2 = potentiel : cavité a priori bonne, mais non diagnostiquée ou traces moins certaines de l'espèce (crottes plus petites ou très vieilles par exemple),
 - 3 = absent : pas de traces en cavité accessible ou pas de cavité propice observée.

Des espèces associées, en particulier des coléoptères saproxyliques intéressants sont éventuellement détectés et listés. Leur présence est attestée par des restes, des traces ou des individus à différents stades de leurs développement (larves ou adultes : ce dernier stade est le plus intéressant pour assurer la détermination).

La localité (commune et lieu-dit) d'observation des arbres est en général précisée, en plus des coordonnées géographiques, pour une meilleure lisibilité du tableau des résultats.

Ces prospections spécifiques se sont déroulées en 2011 et 2012 entre les mois d'avril et juin.

Figure 172: Grand Capricorne (Source SNCF Réseau)



Pour le Grand Capricorne, (et autres coléoptères saproxylophages d'intérêt patrimonial) un premier passage a été effectué courant avril, en début de feuillaison, afin de repérer les trous d'émergence ou les galeries caractéristiques. Il faut noter que l'autorisation de prospection n'ayant été obtenue que fin mars, les prospections prévues en février avant la pousse des feuilles ont été repoussées, ce qui a réduit les possibilités de localisation des indices et cavités potentielles. La recherche a inclus celle des adultes au crépuscule entre juin et septembre par de chaudes soirées (période de vol la plus favorable) et celle des trous d'émergence ou des galeries caractéristiques de l'espèce dans les vieux chênes (indices de présence visibles toute l'année). Les vieux chênes susceptibles d'abriter les larves de cette espèce et situés au niveau du tracé [ou abords immédiats (zone travaux)] ont été cartographiés et localisés au GPS.

Pour le Lucane Cerf-volant, compte tenu de son statut, des prospections spécifiques ont été réalisées uniquement au sein des sites Natura 2000 en recherchant les adultes au crépuscule entre juin et août par des soirées chaudes (période de vol la plus favorable) et les restes d'individus prédatés (têtes, mandibules, élytres). Les vieux arbres susceptibles d'abriter les larves de cette espèce et situés au niveau du tracé [ou abords immédiats (zone travaux)] ont été cartographiés et localisés au GPS. En dehors des sites Natura 2000, il n'a pas semblé pertinent de réaliser des prospections pour cette espèce, car elle ne présente pas d'enjeu juridique, ni un enjeu écologique significatif (espèce non protégée et assez commune). Elle est par exemple exclue des contrats Natura 2000 en France bien qu'elle soit inscrite à l'annexe II de la directive « Habitats ». Toutefois, tout indice recueilli et observation d'individus ont été notés.

Les autres espèces de coléoptères d'intérêt patrimonial observées lors des prospections ont été systématiquement notées.

Pour l'ensemble des espèces d'insectes d'intérêt patrimonial, les données recueillies, couplées à l'analyse de l'occupation des sols et à la biologie de celles-ci, permettent de définir leurs habitats.

Inventaires des Mollusques terrestres

Concernant les mollusques terrestres, seules deux espèces de gastéropode inscrites à l'annexe II de la directive « Habitats » peuvent se rencontrer en milieu continental : *Vertigo angustior* et *V. moulinsiana*. Leur très petite taille (1 à 2 mm) rend leur étude difficile et leur répartition est méconnue. Compte tenu de leur statut (espèces non protégées), des prospections spécifiques ont été réalisées en juillet et août 2010 au sein des sites Natura 2000 recoupés par les projets. D'autres sites ont également été visités. Les méthodologies mises en œuvre sont les suivantes :

- *Vertigo angustior* vit essentiellement dans la litière et ne remonte que sur la base de la végétation, ce qui rend très difficile sa détection à la vue ou par des techniques de battage de la végétation. La méthode d'inventaire la plus efficace est donc le prélèvement de la litière suivi d'un séchage et d'un tamisage afin de rechercher l'espèce en laboratoire, ce qui peut se réaliser toute l'année ;
- *Vertigo moulinsiana* vit dans la litière et remonte sur la partie haute de la végétation au printemps et en fin d'été. Il est donc à rechercher de préférence en mai-juin et septembre octobre, par temps sec, lorsqu'il se situe sur la partie haute de la végétation, par détection à la vue ou par des techniques de battage de la végétation (récolte des individus dans un bac) en prospectant minutieusement tous les milieux favorables (marais, berges des cours d'eau, prairies humides,

etc.). Cette méthode est plus facile à mettre en œuvre et moins destructrice que le prélèvement de la litière. Elle permet aussi d'attester ou non de la reproduction de l'espèce (périodes les plus favorables pour observer les juvéniles).

Les oiseaux

Inventaires des oiseaux hivernants et migrateurs

Les prospections de terrain ont essentiellement porté sur les oiseaux nicheurs. Les oiseaux migrateurs et hivernants ont cependant fait l'objet d'une synthèse des données disponibles, et pour certains groupes, de prospections sur le terrain.

L'intérêt des plans d'eau et des zones humides pour les oiseaux d'eau hivernants et migrateurs a été systématiquement vérifié par une enquête auprès des associations naturalistes et des sociétés de chasse. Ce même protocole a été appliqué pour les oiseaux des grandes plaines agricoles susceptibles d'être présents en effectifs importants (Vanneau huppé, Pluvier doré, etc.) ou beaucoup plus rares et présentant un intérêt patrimonial (Faucon émerillon, Pluvier guignard, etc.).

Certaines espèces ont fait l'objet de recherches particulières, notamment pour la Grue cendrée afin de délimiter les secteurs régulièrement fréquentés (en particulier les cultures de maïs autour du camp de Captieux entre octobre et mars) et l'Œdicnème criard afin de déterminer d'éventuels sites de regroupement postnuptial. Pour cette dernière espèce, les secteurs de reproduction ont été prospectés de nouveau en octobre (en même temps que les prospections concernant la migration postnuptiale), afin de vérifier les sites de regroupement et, le cas échéant, les délimiter précisément et dénombrer les effectifs présents.

Une reconnaissance générale du territoire a été réalisée en février 2010. Après avoir pris connaissance et exploité les données bibliographiques ou autres disponibles, l'objectif a été de parcourir totalement la zone afin de :

- Recenser les populations d'oiseaux hivernant (oiseaux d'eau, avifaune des plaines agricoles, etc.) ;
- Définir et cartographier les cultures de maïs prisées par la Grue cendrée (zones de gagnage) ;
- Pré-identifier les principaux secteurs susceptibles de présenter un intérêt ornithologique particulier pour l'avifaune nicheuse ;
- Définir les sites où seront effectués, à deux reprises en période de reproduction, les points d'écoute et d'observation (I.P.A.).

Figure 173: Inventaires oiseaux (Source : Biotope)



Inventaires des oiseaux nicheurs

Des inventaires ornithologiques qualitatifs et quantitatifs ont été effectués en période de reproduction (en 2010 et 2011 entre mars et juillet). Ces inventaires sont notamment axés sur la recherche des espèces d'intérêt patrimonial afin d'aboutir à une hiérarchisation de l'intérêt ornithologique des secteurs et des habitats.

Les inventaires ont été réalisés en priorité sur les sites d'intérêt ornithologique potentiel mis en évidence préalablement sans pour autant abandonner les zones de nature ordinaire.

Au minimum, deux passages en pleine période de reproduction (entre mi-mars et début juillet) ont été réalisés. Les prospections ont été menées le jour, en soirée et la nuit, en fonction de la biologie des espèces, avec une identification à vue et au chant (écoute des chants, des cris, etc., utilisation de la technique de la « repasse » pour certaines espèces plus difficiles à détecter comme les rapaces nocturnes, l'Œdicnème criard, etc.). Elles ont été réalisées en conjuguant plusieurs méthodes : observations et points d'écoute diurnes de 15 à 20 mn et nocturnes couplés à des transects à pied et en voiture. Ces méthodes conjuguées permettent une plus grande mobilité des observateurs et une meilleure couverture de l'aire d'étude. Elles multiplient ainsi les chances de contacts avec les différentes espèces et amènent à une meilleure connaissance de la répartition des oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial et de la valeur ornithologique des habitats. Lors de ces inventaires, une liste globale des espèces rencontrées a été notée.

Les méthodes utilisées sont adaptées aux espèces d'intérêt patrimonial présentes :

- Observations à partir de points hauts en milieu de journées pour les rapaces diurnes et les grands voiliers (Cigognes, etc.) ;
- Dénombrement tôt le matin ou très tard le soir sur des points stratégiques pour les oiseaux d'eau ;
- Dénombrement le long de parcours échantillons pour les espèces relativement communes des bocages, boisements et zones agricoles ;
- Ecoute nocturne avec utilisation de la technique de la repasse sur des itinéraires échantillons pour les oiseaux nocturnes (rapaces, Engoulevent, Œdicnème, etc.).

Toutes les espèces considérées comme peu fréquentes au niveau régional ou bénéficiant d'un statut de protection européen ont été précisément localisées et dénombrées.

Méthode de réalisation des IPA (Indices Ponctuels d'Abondance)

Des IPA ont été réalisés et répartis dans différents types de milieu rencontrés au sein de la zone préférentielle de passage, afin de caractériser les peuplements de base des différents types de milieu, en liaison avec le linéaire concerné. Les IPA ont été menés selon le protocole en vigueur (Blondel & al., Muller, 1987, M.N.H.N, 2002).

Ils ont été répartis dans différents types de milieu rencontrés au sein du fuseau des 3 000 m, afin de caractériser les peuplements de base des différents types de milieu, en liaison avec le linéaire concerné.

Ces relevés ont été couplés aux prospections qualitatives. Plusieurs IPA ont été effectués le matin.

Ils ont pour but de permettre de mieux apprécier l'abondance de certaines espèces protégées communes, information importante à prendre en considération dans le cadre des demandes de dérogation concernant la destruction d'habitats d'espèces nicheuses communes protégées et dans l'évaluation des compensations (réglementation récemment entrée en vigueur - Arrêté du 29 octobre 2009).

Pour l'ensemble des méthodes mises en œuvre, deux sessions de dénombrement ont été réalisées :

- La première session, réalisée en début de printemps (avril– début mai) permet de prendre en compte les nicheurs et migrateurs précoces ;
- La seconde réalisée plus tard en saison (mai-juin-juillet) permet de dénombrer les nicheurs et migrateurs plus tardifs.

Les points d'écoute ont été d'une durée de 20 minutes, selon le protocole, et ont été effectués par temps calme, durant la période comprise entre 30 minutes et 4 à 5 heures après le lever du jour.

La faune aquatique
Enquête bibliographique

Recueil de données

Différentes structures ont été contactées pour recueillir les données existantes sur la qualité des milieux aquatiques :

- L'Agence de l'Eau Adour-Garonne afin de prendre connaissance des documents de planification des milieux aquatiques (SDAGE, SAGE) ; les données concernant la qualité des milieux aquatiques provenant des réseaux de suivi de l'Agence ont été récupérées en ligne sur le portail SI EAG (Système d'information sur l'Eau du bassin Adour-Garonne) ;
- La Direction Régionale de l'Environnement (DREAL) pour des informations sur les espèces patrimoniales présentes sur les sites d'intérêt écologique (Natura 2000, ZNIEFF) ;
- Les Directions Régionales de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) pour :
 - Les résultats d'inventaires piscicoles du réseau RHP (Réseau Hydrobiologique et Piscicole). Ce réseau n'est pas très dense, mais le suivi pluriannuel des peuplements piscicoles permet de distinguer les espèces de base et les espèces marginales ou sensibles. Les résultats de pêches fournissent la diversité et l'abondance des espèces ce qui permet le calcul de l'Indice Poisson Rivière (IPR). Cet outil est aujourd'hui le meilleur indicateur de l'intégrité piscicole des cours d'eau,
 - La liste des cours d'eau abritant ou ayant abrité de l'Ecrevisse à pattes blanches ;
- Les Fédérations Départementales de Pêche qui disposent d'informations sur le classement des cours d'eau (rivières classées migrateurs, réservées) et des documents de planification piscicole (SDVP, PDPG). Ces derniers déterminent les catégories piscicoles, localisent des contextes piscicoles (espèces repères), précisent les espèces présentes et potentielles, le niveau de fonctionnalité du cours d'eau et développent des préconisations de restauration ;
- Les organismes de recherche (Cemagref, INRA), les collectivités locales (Syndicats de rivière...) et les associations naturalistes qui mènent des études sur les milieux aquatiques et disposent de données sur les espèces patrimoniales (notamment sur les espèces migratrices).

Les données bibliographiques recueillies peuvent être éloignées de plusieurs kilomètres du fuseau d'études.

Des audits ont également été menés auprès de personnes ressources. Ils ont permis de recueillir des avis d'experts sur les cours d'eau recoupés par le fuseau d'études et plus particulièrement ceux pour lesquels, il n'existe encore aucune information écrite :

- Présence potentielle de la faune aquatique patrimoniale (poissons, écrevisses, mollusques) ;
- Nature du peuplement piscicole ;
- Sensibilité des milieux aquatiques et état fonctionnel ;
- Accessibilité des milieux ;
- Hydrologie et risque d'assec.

Figure 174: Anguille Européenne (Source Biotope)



Prospections et inventaires de terrain

Reconnaitances de terrain / sélection des cours d'eau

Compte tenu de l'ampleur du réseau hydrographique sur le secteur d'études, un échantillonnage des cours d'eau pour des mesures in situ a été réalisé. Le choix s'est porté sur les cours d'eau ne disposant d'aucune donnée bibliographique. Il s'agit pour l'essentiel de petits ruisseaux des têtes de bassin.

Les critères retenus pour écarter les cours d'eau des reconnaissances de terrain sont les suivants :

- 1. cours d'eau classés axes migrateurs, axes prioritaires et réservoirs biologiques dans le SDAGE Adour-Garonne. Ce sont des milieux disposant d'informations sur la présence d'espèces patrimoniales (données ayant justifiées leur classement) ;
- 2. présence avérée d'au moins une espèce patrimoniale (données d'inventaires des Fédérations de pêche et/ou de l'ONEMA datant de moins de 10 ans).

Observations et relevés d'habitats

Les reconnaissances de terrain ont été effectuées au cours de 2 campagnes :

- 1ère campagne : printemps 2010 ;
- 2ème campagne : fin d'été 2011.

Les cours d'eau ont été parcourus à pied le long des berges. Ces visites ont permis d'analyser la nature et les potentialités d'accueil des habitats aquatiques, les caractéristiques hydromorphologiques et écologiques (description du lit mineur, de la ripisylve, de la morphologie du cours d'eau, etc.), ainsi que la localisation des secteurs les plus appropriés pour la recherche des espèces patrimoniales.

Les observations ont fait l'objet de relevés portant sur :

- L'intégrité hydromorphologique : relevés de critères traduisant la qualité physique du cours d'eau et la nature de ses éventuels bouleversements (profil en travers, sinuosité, profil en long, ouvrages, seuils, protection de berge) ;
- Les potentialités hydroécologiques et habitats sensibles : zones potentielles de frai et habitats d'espèces patrimoniales (poissons, crustacés, moules d'eau douce). Ces habitats peuvent être ponctuels, s'étendre sur quelques centaines de mètres ou sur l'intégralité du tronçon prospecté ;
- La diversité des habitats hydroécologiques : elle est basée sur les faciès d'écoulement, les substrats du lit, la présence d'herbiers, d'abris et de caches, etc.

Inventaires des mollusques

À ce stade de l'étude, l'inventaire des bivalves protégés a reposé principalement sur la recherche des coquilles de mollusques (coquilles vides ou individus vivants) sur les berges (notamment à l'entrée des terriers de rongeurs) et en eau sur les bancs de sable-graviers.

Lorsque la profondeur et la transparence de l'eau le permettaient, des recherches à vue ont été effectuées au fond du lit ou avec l'aide d'un batyscope.

Sur les cours d'eau plus profonds et plus larges, les prospections ont nécessité l'aide d'une embarcation légère afin de faciliter l'accès aux berges et aux bancs de sable-graviers.

Sur les rivières plus turbides, les prospections à vues ont été complétées par des coups de troubleau dans le fond du lit. Il s'agit de prélèvements de substrats réalisés à l'aide d'un filet de type Surber (maille de 500 µm) monté sur une perche télescopique. Ce matériel permet d'effectuer des prélèvements jusqu'à 4 m de profondeur.

Les prélèvements sont ensuite tamisés pour éliminer les matériaux les plus fins. Les coquilles de mollusques sont identifiées et des échantillons sont recueillis pour une analyse plus fine au laboratoire. Chaque échantillon est numéroté et cartographié par point GPS.

Deux espèces ont particulièrement été ciblées :

- La Grande Mulette (*Margaritifera auricularia*) ;
- La Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*).

La présence d'espèces invasives (vivantes ou mortes) a également été relevée. Ces observations apportent également des informations sur les potentialités d'accueil du milieu vis-à-vis des espèces patrimoniales : il est en effet très rare de voir coexister des espèces patrimoniales avec des espèces à caractère invasif. Par ailleurs, ces données sont particulièrement importantes, car elles peuvent conduire à des mesures d'accompagnement en phase travaux visant à limiter l'expansion des espèces invasives.

La recherche des mollusques s'est effectuée lors des reconnaissances de terrain et des relevés d'habitats sur deux campagnes d'inventaires.

Inventaires piscicoles

Les reconnaissances de terrain ont permis d'identifier les secteurs les plus propices à la présence d'espèces patrimoniales. Les pêches électriques ont ensuite été réalisées sur ces différents tronçons au sein de l'aire d'étude selon la technique du « sondage » piscicole.

Ce protocole s'apparente à celui présenté dans la norme européenne NF EN 14011 qui décrit le mode opératoire d'échantillonnage destiné à la recherche ciblée d'espèces dans un bassin versant.

En pratique, ces pêches ont été réalisées par un binôme utilisant du matériel léger et portatif : un « Martin pêcheur » (Dream électronique). Cet appareil est alimenté par des batteries, il est performant pour pêcher toutes les espèces et permet de prospecter tous les habitats.

L'objectif était de vérifier la présence d'espèces patrimoniales ; les poissons ont donc été déterminés et remis à l'eau. Les individus n'ont été ni mesurés, ni pesés, mais la présence de différentes classes d'âges a été relevée (alevins, juvéniles, adultes).

Ce dispositif a permis de réaliser des sondages piscicoles sur des secteurs parfois éloignés de voies d'accès et très encombrés par la végétation herbacée et arbustive.

Le matériel de pêche électrique (anode, épuisette) et les équipements entrés en contact avec l'eau (gants, bottes) ont été désinfectés entre chaque station d'inventaires afin de ne pas propager de maladies entre les différents milieux.

Recherche d'écrevisses

La recherche spécifique des écrevisses a été réalisée de nuit à l'aide d'une lampe torche. Les observations de terrain ont été effectuées par deux techniciens suivant le protocole suivant :

- Un seul passage a été effectué (les deux opérateurs parcourent séparément deux portions de cours d'eau) ;
- Les cours d'eau ont été parcourus à pied sur les berges sans marcher dans l'eau (dans la mesure du possible) et sans détériorer les caches naturelles ;
- Les individus n'ont été ni dérangés, ni sortis de l'eau (sauf si leur détermination s'avérait impossible in situ) ;
- Les prospections ont été effectuées par beau temps pour s'assurer une bonne visibilité et une activité astacicole suffisante ;
- Afin d'éviter toute contamination d'une population saine par diverses pathologies, le matériel entré en contact avec l'eau (bottes, gants) a été désinfecté à l'aide d'une solution de Javel (rinçage avec une solution d'hypochlorite de sodium 10 ppm).

Les cours d'eau possédant des linéaires importants dans le fuseau de 3 000 m ont fait l'objet d'une prospection partielle sur les secteurs potentiellement les plus intéressants pour les espèces protégées.

Cas particulier de l'aménagement ferroviaire au Nord de Toulouse

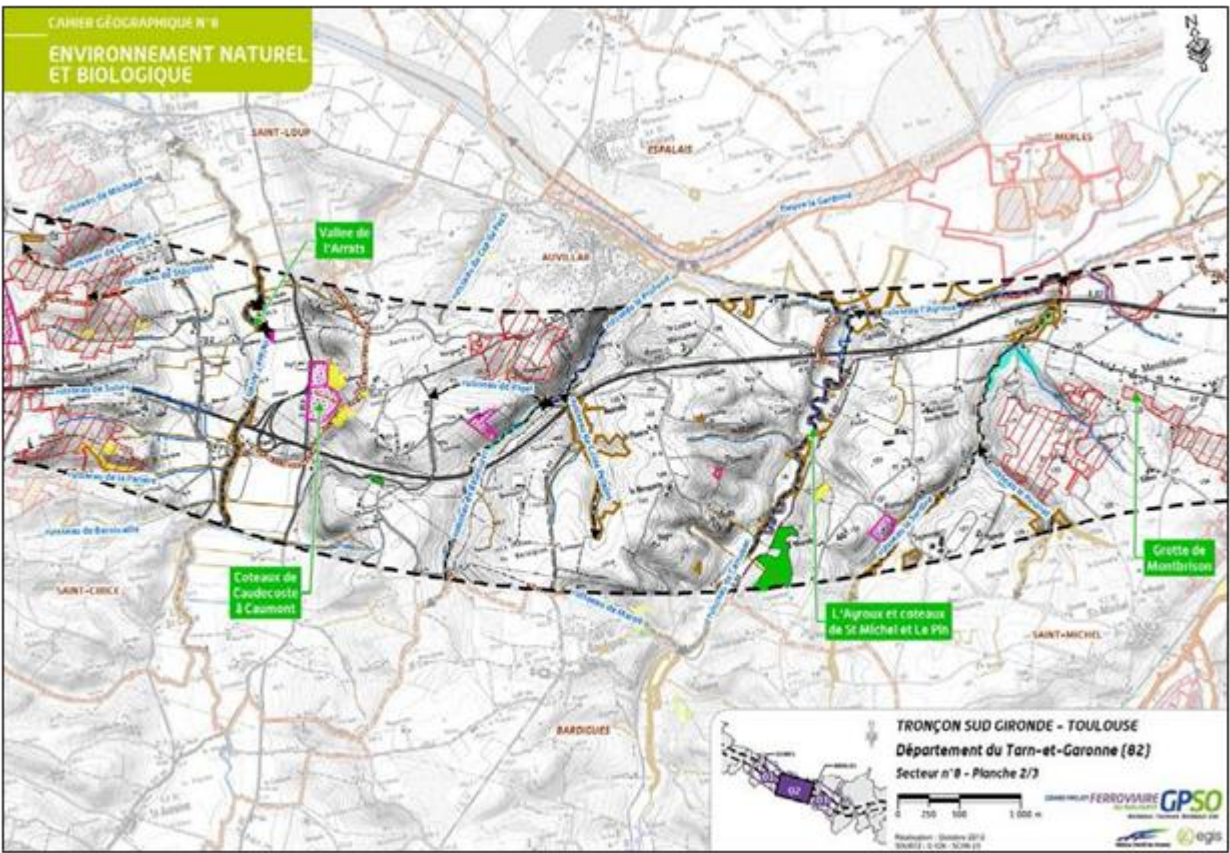
Les informations relatives au milieu naturel ont été collectées auprès de la DREAL Midi-Pyrénées et d'autres organismes détenteurs de l'information : CREN Midi-Pyrénées, le Conservatoire Botanique national de Midi-Pyrénées, Nature Midi-Pyrénées, Association Isatis 31, ONEMA, ONCFS.

Une expertise faunistique et floristique de terrain réalisée par le bureau d'études BIOTOPE a permis de recenser les enjeux liés à cette thématique au sein de l'aire d'étude : espèces et espaces remarquables, corridors biologiques, etc.

Les résultats des inventaires faune/flore ont fait l'objet d'une réunion de présentation à la DREAL Midi-Pyrénées et le rapport d'expertise sur le périmètre initial a été jugé satisfaisant par la DREAL Midi-Pyrénées.

Les inventaires de terrain ont été réalisés en deux temps : avril-juillet 2010 sur le périmètre initial et avril-juillet 2012 sur l'extension de périmètre.

Figure 175: Exemple de carte des habitats milieu naturel (Source Egis)



7.3.5.3. L'organisation de l'expertise écologique spécifique de 2023-2024

Les inventaires de 2023 et 2024 ont été réalisés dans le cadre du DAE 1 concernant les travaux préparatoires sur le tronçon des lignes nouvelles Bordeaux - Toulouse.

Habitats naturels

Section 1 : Nord

Une pré-cartographie des habitats a été réalisée au sein de l'aire d'étude rapprochée. Il s'agissait alors de digitaliser par une analyse de photo-interprétation les habitats ponctuels (mares, ornières...), linéaires (haies étroites, cours d'eau, fossés...) et surfaciques (parcelles agricoles, zones anthropiques, boisements...).

Ce travail pré-cartographique a été réalisé sur la base de différents fonds cartographiques :

- Les orthophotographies ou photographies aériennes (BD ORTHO) de l'Institut Géographique National (IGN) ;
- Les images cartographiques numériques SCANS 25 de l'Institut Géographique National ; les données du réseau hydrographique français (BD CARTHAGE) de l'Institut Géographique National ;
- Les documents cartographiques recueillis dans le cadre de la synthèse bibliographique.

Une précision maximale a été recherchée pour identifier chacun des habitats mais la limite de précision de la photo-interprétation n'a parfois pas permis de discriminer toutes les unités. Ce sont ensuite les prospections de terrain qui ont permis de confirmer et affiner la photo-interprétation. La cartographie finale des habitats de l'aire d'étude rapprochée a été établie définitivement à l'issue de la totalité des investigations de terrain. Chaque point, ligne, polygone d'habitats a été nommé selon un code de la typologie hiérarchisée EUNIS (Louvel *et al.*, 2013).

Une reconnaissance de terrain a été menée sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée afin de rattacher chacune des unités à une typologie de référence. Pour les unités sans végétation ou les unités végétalisées mais sans correspondance avec une typologie phytosociologique (bosquets, haies, alignements d'arbres, ronciers, cultures, prairies artificielles...), les différentes unités sont rattachées à la nomenclature EUNIS (Louvel *et al.*, 2013). Pour les autres unités, la végétation, par son caractère intégrateur synthétisant les conditions de milieux et le fonctionnement de l'écosystème, reste le meilleur indicateur de tel habitat.

Ainsi, les structures de végétations homogènes ont été identifiées à l'aide des espèces végétales caractéristiques de chaque groupement phytosociologique.

Dans le cadre de cette étude, des relevés phytosociologiques n'ont pas été réalisés pour toutes les végétations mais il leur a été préféré des relevés phytocoenotiques qui rassemblent toutes les espèces observées entrant dans la composition d'une végétation donnée (une liste d'espèces a été dressée par grandes unités de végétation). En revanche, dans le cas de végétations patrimoniales devant être finement caractérisées ou précisées du fait de dégradations ou d'un mauvais état de conservation, des relevés phytosociologiques ont pu être réalisés. L'interprétation des relevés a permis d'identifier les végétations « patrimoniales » et plus particulièrement des végétations d'intérêt communautaire et/ou des végétations menacées, au moyen de typologies et de catalogue de référence au niveau régional (Lafon *et al.*, 2019).

La détermination des habitats s'appuie donc sur la végétation qui constitue le meilleur intégrateur des conditions écologiques d'un milieu. La variation de ces conditions écologiques (naturelle ou artificielle) entraînera donc une modification de la composition végétale.

Pression d'inventaire : Une analyse de la phénologie des espèces caractérisant les habitats naturels patrimoniaux et à forts enjeux a été réalisée afin de déterminer les périodes de passage. Chaque relevé sera donc réalisé en trois passages, selon le type d'habitat patrimonial : habitats avec espèces pré-vernales, espèces vernales et espèces à floraison tardive. Les deux premiers passages ont été réalisés en pleine période de printemps. La pression d'inventaire a donc été plus importante sur les habitats patrimoniaux avec au minimum 2 passages sur ces derniers. Les habitats à enjeux faibles à moyen ont aussi été prospectés et caractérisés mais sur seulement un passage.

Section 2 : Sud

En préalable aux inventaires de terrain, il a été réalisé une pré-cartographie des formations végétales par photo-interprétation par le titulaire du lot 1. Cette pré-cartographie a servi de base pour réaliser la cartographie des habitats sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée et a été amendée au fur et à mesure des prospections de terrain.

Chaque habitat remarquable a fait l'objet d'au minimum trois passages en saison optimale afin d'identifier précisément les groupements végétaux (alliance au minimum et association si possible) et inventorier les espèces d'intérêt patrimonial. L'état de conservation, la typicité, les menaces, le mode de gestion... ont également été relevés.

Quatre passages ont été réalisés :

- Mai 2023 : inventaire avec un focus sur le Sérapias en cœur en Occitanie ;
- Juin 2023 : inventaire avec un focus sur les lotiers grêle et hérissé en Nouvelle-Aquitaine ;
- Juillet-Août 2023 : inventaire ;
- Septembre 2023 : inventaire avec un focus sur les espèces tardives, notamment des zones humides et des friches.

Si nécessaire, des relevés phytosociologiques ont été réalisés.

Chaque habitat s'est vu attribuer :

- Un intitulé adapté à la situation locale ;
- Un code EUNIS (référentiel couvrant l'ensemble des habitats présents en Europe qui attribue un code et un nom à chaque habitat naturel, semi-naturel ou artificiel listé) ;
- Un code Natura 2000 pour les habitats d'intérêt européen listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE, dite directive « Habitats, faune, flore ». Ces derniers possèdent un code spécifique (ou code Natura 2000) et ceux possédant une valeur patrimoniale forte sont considérés à ce titre comme « prioritaires » (leur code Natura 2000 est alors complété d'un astérisque *) ;
- Un code CORINE Biotores (référentiel antérieur à EUNIS couvrant l'ensemble des habitats présents en Europe qui attribue un code et un nom à chaque habitat naturel, semi-naturel ou artificiel listé). Ce dernier permet de faire le lien avec la méthodologie réglementaire utilisée pour délimiter les zones humides.

Expertise floristique

Section 1 : Nord

L'expertise de la flore est une précision de l'expertise des habitats. Elle vise à décrire la diversité végétale au sein de l'aire d'étude rapprochée et à identifier les espèces à statut patrimonial ou réglementaire mises en évidence lors de la synthèse des connaissances botaniques (bibliographie, consultations) ou attendues au regard des habitats présents.

L'ensemble de l'aire d'étude rapprochée a été parcourue, s'appuyant sur une méthode par transect. Cette méthode consiste à parcourir des itinéraires de prospection répondant au mieux aux réalités du terrain de manière à couvrir une diversité maximale d'entités végétales sur l'ensemble du site. La définition de ces cheminements nécessite de visiter chaque grand type d'habitat identifié.

Les inventaires se sont axés sur la recherche des plantes « patrimoniales » et plus particulièrement de plantes protégées.

En ce qui concerne les espèces exotiques envahissantes, sont considérées comme invasives sur le territoire national, celles qui par leur prolifération dans des milieux naturels ou semi-naturels y produisent des changements significatifs de composition, de structure et /ou de fonctionnement des écosystèmes (Conk & Fuller, 1996).

La synthèse de Aboucaya (1999) est utilisée comme référence de statut d'indigénat ; elle établit la liste de plantes exotiques invasives sur le territoire Français métropolitain, nous complétons celle-ci par la liste hiérarchisée des plantes exotiques envahissantes de Nouvelle-Aquitaine, réalisée par le Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (Caillon *et al.* 2022). Ces dernières sont hiérarchisées selon le risque pour l'environnement si l'espèce se naturalise.

Catégories	Définitions		Statuts
Majeure	Espèce végétale exotique présentant des impacts négatifs élevés pour la biodiversité, la santé et/ou l'économie (etc.) en Nouvelle-Aquitaine. Concerne les taxons présents en milieux naturels et semi-naturels et/ou pouvant former des populations denses.	Répandue : largement répandus sur le territoire. Cette catégorie est équivalente aux EEE avérées des anciennes listes	Espèce végétale exotique envahissante (EEE)
		Localisée : peu répandus sur le territoire. Cette catégorie est équivalente aux EEE émergentes des anciennes listes	
Modérée	Espèce végétale exotique présentant des impacts négatifs modérés à faibles pour la biodiversité, la santé et/ou l'économie (etc.) en Nouvelle-Aquitaine.		Espèce végétale exotique potentiellement envahissante (EE)
Prévention	Espèce végétale exotique absente de Nouvelle-Aquitaine mais signalée comme envahissante dans des territoires proches (Occitanie, etc.) ou figurant sur la liste des EEE préoccupantes pour l'UE.		
Insuffisamment documentée	Espèce végétale exotique d'introduction récente et/ou insuffisamment documentée, dont le comportement envahissant reste à déterminer.		

L'effort d'inventaire a été ciblé sur la mise à jour des données flore patrimoniale, des taxons rares, déterminant ZNIEFF et/ou protégés, détectables à cette période (printemps-été), notamment sur les mares temporaires, sachant qu'un nombre important de données a été réalisé depuis 2013 par les botanistes locaux, les BE et les prospections du CBN.

Des relevés floristiques complets ont aussi été réalisés sur les stations type des habitats représentatifs.

Les périodes d'inventaires :

	2023	2023	2024
Campagne terrain	Printemps/été pour la flore vernale	Fin d'été/ début d'automne pour la flore tardive	Mars pour la flore prévernale

Les espèces exotiques envahissantes ont été inventoriées de manière opportuniste en même temps que les espèces patrimoniales et/ou protégées lors des trois passages réalisés.

Section 2 : Sud

L'accent a été mis sur la recherche des espèces protégées mais également sur les autres espèces d'intérêt patrimonial (menacées, peu fréquentes...) en ciblant leurs habitats de prédilection lors des prospections. Les données bibliographiques collectées relatives à ces espèces ont fait l'objet d'une vérification sur le terrain afin de les actualiser si nécessaire.

Dans le but d'établir un inventaire de qualité, les espèces végétales communes n'ont pas été négligées car elles constituent la biodiversité ordinaire et le fond floristique, permettant de comprendre la structure des milieux concernés.

En préalable au terrain, il a été dressé une liste potentielle des espèces remarquables et/ou protégées à rechercher en fonction de notre connaissance de l'aire d'étude rapprochée et ses abords. Par ailleurs, la pré-cartographie des formations végétales par photo-interprétation, réalisée en préalable au terrain par le titulaire du lot 1, a été exploitée, ainsi que d'autres documents bibliographiques, pour localiser les secteurs présentant des enjeux floristiques avérés ou potentiels (plans d'eau, lit majeur des cours d'eau, coteaux calcicoles, secteurs prairiaux...).

Toutes les stations d'espèces d'intérêt patrimonial (menacées ou peu fréquentes) et/ou protégées ont été géoréférencées et cartographiées. Les populations ont été estimées dans la mesure du possible de même que leur état de conservation afin de pouvoir apprécier les enjeux écologiques.

Les périodes d'inventaires :

	2023	2023	2023	2023
Campagne terrain	Mai : inventaire avec un focus sur le Sérapias en Cœur en Occitanie	Juin : inventaire avec un focus sur les lotiers grêle et hérissé en Nouvelle-Aquitaine	Juillet-Août : inventaire	Septembre : inventaire avec un focus sur les espèces tardives, notamment des zones humides et des friches

Des inventaires réalisés lors du premier semestre 2024 ont complété ces données, notamment sur les espèces printanières en mars, avril et mai. Un passage spécifique a également été réalisé pour compléter les inventaires de 2023 relatif au Sérapias en cœur.

Les mammifères

L'exploitation des données existantes a permis de préparer de manière optimale les campagnes de terrain. Les données ont été exploitées afin de définir :

- Les territoires déjà bien connus nécessitant des vérifications de terrain ;
- Les zones nécessitant des investigations approfondies compte tenu des potentialités détectées lors des études antérieures, de l'insuffisance ou de l'imprécision des données collectées... ;
- Pour la grande faune, les zones de présence de Chevreuil (*Capreolus capreolus*), de Sanglier (*Sus scrofa*) et de Cerf élaphe (*Cervus elaphus*), ainsi que les corridors connus ;
- Une liste des espèces remarquables (en annexe 2 de la directive « Habitats », sur liste rouge et/ou déterminantes de ZNIEFF, voire ne bénéficiant pas de statut mais rares ou très rares).

Pour cela, un recueil de données a été réalisé auprès des :

- Services de l'Etat : DREAL Nouvelle-Aquitaine et Occitanie (notamment par rapport à la réactualisation des inventaires ZNIEFF et à l'évolution des zonages réglementaires), ONEMA, BRGM (pour les cavités à chiroptères...) et des Conseils départementaux (ENS...) ;
- Organismes cynégétiques (ONCFS, Fédérations de Chasse, associations des piégeurs agréés...) ;
- Associations naturalistes (Groupes chiroptères régionaux, Société d'Étude, de Protection et d'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest (SEPANSO), CEN, Nature Midi-Pyrénées...) ;
- Opérateurs des sites Natura 2000 traversés par les projets.

Pour compléter ces informations obtenues à partir des enquêtes, les bureaux d'études en charge des prospections mammifères ont analysé la bibliographie disponible : réactualisation des inventaires ZNIEFF, nouvelles publications scientifiques, atlas régionaux en cours, etc., en complément de leurs propres données traitées dans des études antérieures.

Le Campagnol Amphibie

Le protocole appliqué s'inspire de celui mis en place à l'échelon national (SFEPM 2008). L'espèce a été recherchée à partir de l'observation des traces, fèces, réfectoires, coulées recensés sur un transect de 100 mètres de berge des écoulements linéaires jugés favorables à l'espèce. Dans le cas d'un milieu humide sans cours d'eau délimité, le tronçon était un transect de 100m de long sur une bande de 1m de large à partir de la ligne d'eau.

La Musaraigne aquatique, le Muscardin et les micromammifères patrimoniaux

Deux sondages par UH (Unités Hydrographiques) ont été engagés par échantillonnage au sein des habitats ou écoulements les plus favorables et réalisés chacun à deux périodes contrastées. Quarante-deux UH ont ainsi été découpées au sein de la bande DUP étendue. Deux unités complémentaires d'investigation ont été proposées afin d'évaluer la présence des espèces patrimoniales au sein d'unités feuillus mésophiles (UFM) portant à 44 le nombre d'unités d'échantillonnage des micromammifères.

Le principe d'un sondage repose sur la pose de tubes capteurs d'indices attractifs pour les espèces de micromammifères, notamment par la présence d'un appât dédié et par effet refuge. Ces matériels ont permis de collecter des fèces déposées par les individus et/ou des poils captés au passage par des bandes adhésives.

Un sondage est constitué d'un linéaire de 100 m positionné au sein de l'aire d'étude rapprochée Micromammifères le long duquel sont disposés 30 tubes capteurs d'indices laissés en place six nuits consécutives et 4 tubes-nichoirs laissés en place durant six mois. Ces transects ont été positionnés dans des configurations contrastées d'habitats et les plus favorables des milieux pouvant héberger les espèces patrimoniales visées. Compte tenu du matériel utilisé posé au sol et en hauteur pour viser les Gliridés comme le Muscardin, 24 espèces pouvaient potentiellement être détectées. Pour cela, une combinaison de cinq types de tubes-capteurs ont été posées au sol, dans les coulées de la végétation ou des systèmes racinaires ou en hauteur dans les ronciers, noisetiers, afin d'inventorier les deux groupes de micromammifères visés :

- Le cortège des Musaraignes et notamment la Crossope aquatique ;
- Les Rongeurs dont les Gliridés.

Les identifications d'espèces ont été obtenues par l'analyse génétique des poils et fèces. Tous les échantillons collectés ont été poolés par transect et par type d'échantillon. Ainsi, l'ensemble des fèces collectées sur un transect ont été rassemblées dans un seul échantillon, qui a fait l'objet d'une analyse génétique. De même, l'ensemble des poils collectés ont été rassemblés dans un seul échantillon, qui a fait l'objet d'une deuxième analyse génétique.

Les autres petits mammifères dont les petits carnivores

Sont visés les Visons (d'Europe ou d'Amérique), le Putois d'Europe, la Genette commune, la Martre des pins, la Fouine, l'Ecureuil roux, le Hérisson d'Europe... Pour ce groupe d'espèces présentant des domaines vitaux plus vastes, l'aire d'étude rapprochée a été élargie de 1,5 km de part et d'autre de la bande DUP étendue sur tous les écoulements interceptés. Compte tenu de la densité d'écoulements interceptés par le projet, les efforts de prospections se sont portés sur les lits majeurs des cours d'eau et/ou sur une bande tampon de 50 mètres de part et d'autre des petits écoulements. En effet, ces corridors concentrent les enjeux les plus forts et seront donc représentatifs des investigations à mener pour ce groupe.

Quarante-deux UH ont ainsi été découpées au sein de la bande DUP étendue. Au sein de chaque unité (UH et UFM), deux sondages ont été réalisés ; chacun réalisé à deux périodes espacées de plusieurs mois pour couvrir des périodes contrastées. Dans les UH regroupant plusieurs écoulements, ces deux sondages ont été positionnés sur deux écoulements distincts les plus favorables et représentatifs de l'ensemble de l'unité. Ce sont donc au total 88 sondages qui ont été réalisés sur l'ensemble de l'aire des investigations.

La combinaison de trois matériels a permis de cibler tout le cortège des petits mammifères, tout en apportant des informations indicatrices sur les grands mammifères et la mésofaune circulant le long des cours d'eau. Pour chaque sondage, 19 matériels ont été disposés sur une petite dizaine de stations distribuée le long de l'écoulement choisi au sein de l'aire d'étude rapprochée Petits Mammifères (pour rappel, écoulement compris dans bande DUP étendue + 1,5 km aval et amont) combinant les matériels qui suivent :

- 10 tunnels à empreintes ;

- 7 piquets à poils ;
- 2 pièges-photos visant des tubes à poils verticaux.

L'animal qui traverse le tunnel va marcher dans l'encre puis déposer ses empreintes sur le papier révélateur qui sera alors définitivement marqué. Ce matériel est en outre équipé de deux plaquettes adhésives permettant de capter des poils des individus fréquentant les tunnels. Cette technique a fait l'objet de développements protocolaires pour viser tout le cortège des petits mammifères semi-aquatiques, plus particulièrement le Vison d'Europe. Grâce à la clé d'identification des espèces développée par le GREGE, les tunnels permettent d'identifier les empreintes de l'ensemble de la petite faune terrestre autre que les micromammifères.

Les tunnels et piquets à poils ont été laissés en place deux semaines avec un contrôle intermédiaire. Les pièges photographiques ont été laissés en place un mois.

La grande faune

Lors de l'ensemble des prospections et passages sur le terrain, tous les indices de présence ont été relevés, en portant plus particulièrement attention à ceux du Cerf. Ce relevé de traces et d'indices a été complété par les données récupérées dans la bibliographie et les consultations, et notamment via les Fédérations de chasse.

L'analyse a également été réalisée via la Trame Verte et Bleue afin d'identifier les principaux corridors empruntés par la grande faune.

Cas particulier du Castor d'Eurasie

Les sources bibliographiques nationales ont été consultées (Répartition du Castor – OFB_2022) afin d'obtenir des données de répartition : Le Castor est présent sur tout le réseau hydrographique du Tarn et notamment depuis 2020 dans le secteur de St Sulpice (Tarn), limite départementale de la Haute Garonne. En outre, une donnée isolée, plus au Nord sur un affluent de l'Aveyron (La Vèze) datant de 2016, jugée « Probable » a été enregistrée. Enfin, une donnée ponctuelle est signalée par Biodiv'Occitanie en aval de Montauban à moins de 35 km du projet.

Compte tenu de la capacité de colonisation de l'espèce pouvant faire des bonds de plus de 50 km avec des individus pionniers et de la présence confirmée d'indices à moins de 35 km de la confluence Garonne - Tarn, il est apparu indispensable d'envisager des investigations afin de statuer sur sa colonisation et sa présence potentielle au sein de l'aire d'étude rapprochée.

A minima, il a été proposé de mener des prospections spécifiques au sein de la bande DUP étendue sur les cours d'eau interceptés situés à moins de 50 km de la donnée confirmée en date du 1er juin 2023. Cela concerne donc la Garonne et ses affluents directs proches de la confluence Garonne – Tarn. Cela a permis de statuer sur sa présence au plus près du projet, notamment la présence de terriers, imposant la mise en place de mesures en phase chantier pour éviter toute destruction d'individus.

Ainsi, sur la Garonne, la Sère et la Gimone, près de Castelsarrasin, chacune des berges a été inspectée minutieusement pour :

- Rechercher d'éventuels terriers creusés occupés ou ayant été occupés par le Castor (présence de coulées nettes, présence de végétation accumulée, conformation et dimension des entrées, présence de racines rongées dans le couloir d'amenée...) ;
- Evaluer les potentialités pour l'installation de gîtes de repos temporaires (présence d'une ripisylve, densité de la végétation, présence de cavités, d'embâcles...).

En présence d'indices, l'espèce a été considérée comme présente sur le cours d'eau prospecté imposant des mesures et justifiant alors un élargissement certains des investigations sur d'autres cours d'eau voisins.

Il convient de préciser tout de même que des investigations ont été proposées sur une donnée douteuse mais crédible de plus d'une année signalée sur la Garonne à Toulouse. Une première visite réalisée en mai 2023 sur le point précis de la donnée n'a pas permis de retrouver les indices sur les 500 mètres situés en aval. Ainsi, les deux berges de la Garonne ont été revisitées et parcourues à pied à la recherche d'indices à deux personnes sur 2 à 3 kilomètres. En cas de confirmation de la présence de

l'espèce, cela confirmerait une capacité de colonisation ou de dispersion de l'espèce à plus de 90 km de la dernière donnée connue et imposera de revoir les modalités de prise en compte. En cas d'absence, seules les données bibliographiques et issues des consultations serviront la définition de son aire de prise en compte et d'investigations.

Pression d'inventaire

La section 1 représentant un linéaire de 128 km a été découpée en 22 Unités Hydrographiques (UH) et 2 Unités Feuillus Mésophiles (UFM) venant compléter l'évaluation sur le plateau landais forestier situé entre les bassins versants du Ciron et de l'Avance. La section 2 représentant un linéaire de 111 km a été découpée en 20 Unités Hydrographiques (UH).

Chaque espèce ou groupe d'espèces a fait l'objet d'investigations précises, faisant appel à une combinaison de diverses méthodes de recensement indirect, sur un cycle biologique complet. Selon les espèces inventoriées, trois protocoles ont été mis en œuvre :

- La recherche de traces et d'indices de présence caractéristiques par transects ou placettes protocolés visant spécifiquement le Campagnol amphibie et la Loutre d'Europe.
- La recherche des micromammifères protégés et patrimoniaux 1) à l'aide de tubes capteurs de poils et de fèces visant toutes les petites espèces 2) à l'aide de tubes-nichoirs dédiés visant plus particulièrement le Muscardin.
- La recherche des petits et grands mammifères patrimoniaux à l'aide de tunnels à empreintes, de tubes-capteurs de poils et de pièges-photos, visant plus particulièrement le Vison d'Europe, la Loutre d'Europe, le Putois, la Genette commune, le Hérisson d'Europe, l'Ecureuil roux, mais également toute la biodiversité en autres petits carnivores (Blaireau européen, Renard roux, Martre des pins... ou Grande Faune (Cerf élaphe, Sanglier, Chevreuil européen).

Pour mener à bien l'ensemble de ces investigations, un premier passage de repérage des unités a été réalisé en début d'inventaire pour sélectionner les habitats les plus favorables à viser pour disposer les matériels ou les transects. Ont ensuite suivi les deux ou trois autres passages de déploiement des dispositifs d'inventaire.

Les inventaires se sont déroulés sur un cycle biologique complet et ont été distribués de la façon suivante :

- Campagnol amphibie : 2 points de sondage distribués sur chaque UH visités au cours de 3 passages sur 3 portions différentes les plus favorables.
- Loutre : 2 places de marquage par UH visités au cours de 3 passages.
- Musaraigne aquatique et autres micromammifères patrimoniaux à l'aide de tubes-capteurs d'indices : un sondage par UH répété une fois pour passer à une autre période de l'année et sur un autre écoulement de l'UH.
- Gliridés dont Muscardin : Tubes-Nichoirs, 4 matériels par UH et UFM posés et laissés en place 6 mois avec un seul passage de contrôle de l'occupation en octobre.
- Petits mammifères dont Vison d'Europe, Vison d'Amérique, Genette, Ecureuil roux, Hérisson d'Europe... à l'aide de piquets-capteurs de poils, de tunnels à empreintes et de pièges photographiques : 2 points de sondage par UH inventoriés à 2 périodes contrastées dans l'année. Pour les tunnels à empreintes et les piquets à poils, réalisation de session de 2 semaines. Les pièges photographiques seront installés sur deux sessions d'un mois.

Figure 176: Vison d'Europe (Source : Biotope)



Loutre d'Europe

Des prospections systématiques pour la recherche d'indices de présence sur places potentielles de marquage ont été réalisées sur l'ensemble des UH (Unités Hydrographiques). Elles ont permis de statuer sur la présence de l'espèce ou l'état de la colonisation et ont servi d'état de référence pour l'évaluation des impacts « cloisonnement des populations ».

Un premier niveau de prospection a été engagé sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée Petits Mammifères au sein de laquelle deux places de marquage potentiel ont été prospectées pour la recherche d'indices au cours de 3 passages répétés au sein de chaque UH.

Compte tenu des données de présence déjà connues à ce jour, ce niveau de prospection est jugé suffisant pour l'ensemble de la section 1 et sur la moitié de la section 2.

Cependant, sur la section 2 entre Agen et Castelsarrasin, la Loutre étant en phase de colonisation, les indices de présence sont moins nombreux et la mise en place de prospections sur l'aire d'étude petits Mammifères a été retenue. Ces investigations ont permis de statuer sur la progression de l'espèce depuis les derniers inventaires de 2011.

Les investigations ont donc été en premier lieu engagées sur l'aire d'étude rapprochée Petits Mammifères et en fonction des résultats et des données issues des consultations, une extension a été engagée dans la deuxième période d'inventaire.

Ainsi, sur les UH s'étant révélées totalement négatives et sans aucune donnée remontée lors des consultations, des prospections ont été engagées en s'éloignant progressivement de l'aire d'étude Petits Mammifères.

Figure 177: Loutre d'Europe (Source : Biotope)



Les chiroptères

La finalité est de disposer, sur un cycle annuel complet, d'un inventaire détaillé des espèces présentes dans l'aire d'étude rapprochée ainsi que de leurs habitats par type de fonctionnalité.

Trois grands types de recherche ont été réalisés :

- La cartographie et la caractérisation des axes de déplacement qui seront coupés par l'infrastructure,
- La recherche des gîtes anthropiques et naturels avec une approche spécifique au sein des milieux boisés traversés,
- La réalisation d'écoutes passives afin de caractériser les populations et disposer de données semi quantitatives pour ce groupe difficilement observable.

Les inventaires chiroptérologiques ont été effectués lors de 4 sessions sur les 2 sections :

- Printemps 2024 : point d'écoute actifs et passifs en période de transit printanier et début de parturition ;
- Été 2023 : point d'écoute actifs et passifs en période de parturition ;
- Automne 2023 : point d'écoute actifs et passifs en période de transit automnal.
- Hiver 2023/2024 : recherche de gîtes arboricoles.

À chaque passage entre le printemps et l'automne, les gîtes bâtis potentiels ont été recherchés.

Écoutes actives

Pour la section 1, 7 points d'écoutes « actives », d'une durée de 10 minutes, ont été réalisés par soirée et par observateurs soit au total 28 points par soirée par session (parfois moins si des difficultés sont rencontrées). Ces points ont été pré-fixés au bureau et répartis le long des cours d'eau et vallées majeurs de l'aire d'étude éloignée, afin de déterminer les fonctionnalités associées à la chasse et au transit des chiroptères en lien avec ces milieux clefs. La majorité de ces points a été répétée lors

de chacune des 3 sessions dédiées (fin mai/début juin, juillet et septembre), même si certains cours d'eau ont pu être rajoutés lors des deuxièmes et troisièmes sessions, de manière à ce que chacun soit échantillonné au moins deux fois dans l'année.

Des suivis par transects d'écoutes actives ont été réalisés avec pour objectif principal la recherche de gîtes diurnes en parcourant les zones potentiellement favorables lors des heures d'émergence et de retour au gîte des chiroptères, respectivement en début et fin de nuit. La méthode est particulièrement adaptée à la recherche de gîtes des espèces arboricoles, qui sont souvent précoces au crépuscule, et pour lesquelles les recherches en journée sont très aléatoires.

Il s'agit de parcourir un espace géographique large, en réalisant plusieurs allers et retours en suivant les mêmes transects lors d'une plage horaire favorable à l'émergence et aux retours aux gîtes. Cette méthode de suivi a été mise en œuvre afin de cibler les espèces forestières de haut vol précoces pressenties (la Grande noctule principalement, aux abords du Ciron, au sud de la commune de Bernos-Beaulac).

Pour la section 2, comme en 2011, l'essentiel de l'inventaire des chiroptères et la cartographie des axes de déplacement et des secteurs à enjeu, s'est faite à l'aide d'un échantillonnage acoustique basé sur des points d'écoute fixes durant une nuit complète réalisés à l'aide d'enregistreurs automatiques de type SMBAT.

Les points d'écoute ont été positionnés sur les zones les plus favorables aux déplacements / corridors / territoires de chasse : traversée de haies, cours d'eau, allées forestières, etc. afin de déterminer l'importance de la zone pour les chiroptères.

Le plan de prospection des points d'écoute s'est fait sur la base des données de Trame Verte et Bleue et photo-interprétation en vue d'identifier les principaux corridors ou territoires de chasse.

Une hiérarchisation selon des référentiels d'activité a permis de définir les niveaux d'importance et les zones prioritaires en termes de corridors ou de territoires de chasse :

- L'unité de comptage était le contact de 5 secondes ;
- Pour l'évaluation des niveaux d'activité, le référentiel Vigie Chiro du MNHN a été utilisé.

Pour la pose de boîtiers, un point tous les 2 kilomètres a été mis en place. Ainsi avec 10 appareils, environ 20 km ont été inventoriés par nuit (la pose se fait de jour, les enregistrements de nuit). Ainsi, il faut compter pour la section 2, représentant un linéaire d'environ 110 km (section courante).

L'analyse des données, l'identification et la hiérarchisation des corridors a aussi permis, in fine, de construire des cartes de synthèse qui intégreront une analyse fonctionnelle des continuités écologiques.

Les détecteurs d'ultrasons (SM-Bat) enregistrent en continu les émissions ultrasonores. L'appareil est réglé pour que l'enregistrement démarre lorsqu'un son dépasse de 6dB le bruit de fond. Les fichiers collectés sont stockés, identifiés par la date et l'heure de l'enregistrement, ils sont ensuite analysés par ordinateur. Les identifications sont ensuite contrôlées visuellement. Les contacts sont ensuite dénombrés de façon spécifique sur des nuits entières, ce qui permet d'avoir des données quantitatives beaucoup plus importantes qu'avec des détecteurs d'ultrasons classiques, et d'établir des phénologies d'activité (évolution du nombre de contacts par heure au cours d'une nuit).

Avec cette méthode, il est possible de quantifier l'activité des chiroptères en nombre de contacts / heure, considérant qu'une séquence de 5 secondes correspond à un contact de chauve-souris ou alors en présence/absence par minute. Cela permet d'obtenir des courbes de fréquentation des sites par espèce et par type de milieux. L'analyse de la fréquentation horaire permet notamment de définir si le site d'enregistrement est un simple lieu de passage (pic de fréquentation en début de nuit) ou un territoire de chasse (fréquentation toute la nuit).

Écoutes passives

Pour la section 1, 64 points d'écoute « passive » (pose d'enregistreurs automatiques sur toute la nuit) ont été effectués lors de chacune des 3 sessions sur l'ensemble du secteur. Ces points d'écoute étaient répartis dans un échantillon représentatif des types de milieux suivants (du plus représenté/échantillonné au moins commun) : pinèdes, forêts mixtes, milieux ouverts (pelouses, prairies et landes), forêts riveraines, eaux douces, vergers et vignes, parcs et jardins, bocages. Certains points ont été répétés sur les 3 sessions et d'autres ont été déplacés pour couvrir le vaste territoire en priorisant les franchissements des ruisseaux en Natura 2000. Les boîtiers sont paramétrés afin d'enregistrer des sons à partir de 8 kHz. Les enregistrements se

sont déclenchés 30 min avant l’heure du coucher du soleil et se sont arrêtés 30 min après l’heure du lever du soleil. Les boîtiers ont été posés en journée, laissés pendant une nuit complète et récupérés la journée suivante.

Pour la section 2, ont été réalisés des transects et points d’écoute au détecteur actif, 2 à 3h en soirée ou matinée pour cibler des zones favorables aux gîtes en habitat urbain dispersé, ou les territoires de chasse en milieu naturel à proximité de l’aire d’étude.

Recherche de gîtes

Les recherches de gîtes s’appuient sur deux méthodes distinctes, en fonction du type de gîte :

- Recherche de gîtes anthropiques : les données concernant ce type de gîtes issues de l’étude de 2011 étant relativement exhaustives, il s’agira de vérifier les données connues et de les compléter sur la base de la bibliographie. Elles mobiliseront plusieurs techniques de prospection selon le contexte paysager (urbain dispersé/boisé) et concerneront les différents gîtes connus (bâtiments, ponts, carrières, cavités, etc.) dans un rayon de 1000 m autour du fuseau d’étude. Ce travail peut être fait toute l’année du fait de l’occupation saisonnière des espèces – nous prévoyons un seul passage estival pour rechercher les preuves d’utilisation des sites par les chiroptères.
- Recherche de gîtes arboricoles et cavernicoles et identification de territoires de chasse en milieu boisé : identification des boisements croisés par le fuseau d’étude et du potentiel biologique : définition de points d’écoute en détection passive en vue de détecter des indices de présence de gîtes : phénologie horaire, cris sociaux.... A la lecture des cartes, la couverture boisée étant significative, il sera difficile de cartographier de façon exhaustive les colonies arboricoles.

Trois types d’expertises ont été mises en œuvre pour l’analyse du groupe des chiroptères.

- Hiérarchisation des corridors interrompus par le tracé : méthode d’écoute passive :
 - Principe : Un point d’écoute passif tous les 2 km = 80 points d’écoute = 110 nuits d’enregistrements ;
 - 2 passages sont prévus : début été (juin / juillet) + automne (septembre / octobre) ;
- Recherche de gîtes en milieu bâti / cavités : méthode d’écoute active et recherche visuelle :
 - Principe : Prospections des sites identifiés avec écoute active + détection active bâti (tissu urbain) ;
 - 2 passages prévus : été (juillet) + hiver (janvier / février) ;
- Recherche de gîtes en milieu boisé : méthode d’écoute passive et active :
 - Principe : Phase de pré diagnostic au printemps + 40 points d’écoute passif ou actif pour les boisements à gîtes arboricoles potentiels identifiés (via l’analyse bibliographique et/ou les premiers passages de terrain) ;
 - 3 passages : printemps (prospection boisements + écoute active), été (pose boîtiers + écoute active), automne (pose boîtiers) ;

En résumé, deux grandes périodes de prospections étaient prévues :

- Eté (juin – juillet)
 - Passif sur 50 points d’écoute (tous les 2 km – corridor)
 - Passif / Actif sur 25 points d’écoutes (boisements)
 - Prospection visuelle de jour bâtis et cavités
 - Actif tissu urbain (hameau, etc.) pour gîtes bâtis
- Fin d’été/automne (Septembre – Octobre)
 - Passif sur 80 points d’écoute (tous les 2 km – corridor)
 - Passif / Actif sur 40 points d’écoute (boisements)
- Il était également prévu en parallèle des écoutes actives à répartir sur la recherche de gîtes bâti (juin – juillet) et sur l’écoute active des boisements. Sera précisé après les premiers terrains qui permettront d’affiner le besoin.

Figure 178: Système ANA BAT SD 1 et exemple de sonogramme à expansion de temps (Source : Écosphère)



Les amphibiens et les reptiles

Inventaires batrachologiques

Les passages d’inventaires amphibiens ont été réalisés entre la fin de la saison hivernale et la fin du printemps. Cela correspond à la période de reproduction pour toutes les espèces. Les prospections se sont concentrées sur les différents habitats de reproduction et les sites de migration utilisés par les amphibiens.

Les secteurs de milieux humides (mares, étangs, cours d’eau divers) ont fait l’objet de prospections réalisées à pied sur et autour des points d’eau, avec au maximum deux passages pour chacun des secteurs. La méthode proposée se base sur deux méthodes d’inventaires distinctes menées conjointement : la recherche auditive et visuelle (inventaire nocturne) et l’analyse d’ADN environnemental (ADNe) en complément.

La recherche à vue et détection auditive – prospections directes (inventaires majoritairement nocturnes)
Cette méthode consiste à faire du repérage visuel et auditif sur les différents sites d’intérêt. Les premiers passages en 2023 se sont faits uniquement de jour, et leur objectif premier, était l’identification des principaux sites de reproduction en préparation des inventaires nocturnes de 2024. Cette reconnaissance a permis d’adapter l’aire d’étude en fonction des observations. Enfin, ces premiers passages ont également permis la réalisation d’observations directes opportunistes.

Pour la recherche à vue, il est nécessaire d’employer diverses approches pour favoriser la détection des différentes espèces d’amphibiens : écoute des chants, repérage à la lampe torche sur le milieu terrestre et aquatique pour les passages de nuit (larves et pontes) voire capture au troubleau si nécessaire.

Les observations ont également été complétées lors des soirées pluvieuses par des transects sur route et chemins traversant ou étant à proximité du tracé, entre les secteurs échantillon pour identifier les flux et axes de migration vers les lieux de ponte.

Les experts ont pu recourir à l’enregistrement des chants pour les espèces plus difficiles à détecter. Si le chant n'a pas suffi, des captures à l’épuisette, avec relâcher sur place ont pu permettre de noter des critères de détermination supplémentaires. Il est toutefois à noter que les captures et la prospection sur le milieu aquatique sont source de perturbation pour les espèces, ces méthodes ont donc été utilisées avec parcimonie.

Toute observation a été prise en compte, le but des prospections étant d’identifier les espèces par site dans un premier temps, mais également les flux et axes de migration. L’identification de ces axes permettra par la suite d’appréhender l’impact qu’aura la future ligne ferroviaire sur les connectivités entre les zones ponctuelles de reproduction.

Le prélèvement d’eau et ADN environnemental
Les prospections directes ont éventuellement pu être complétées par des analyses ADN des prélèvements d’eau. Afin d’obtenir de meilleurs résultats, les prélèvements doivent être fait durant la période de reproduction, à savoir avril-mai. Les éventuels prélèvements auront lieu en 2024.

Les prélèvements d’eau ont été réalisés dans des conditions limitant au maximum les risques de contamination, puis filtrés dans une capsule de filtration dédiée, comportant un filtre qui sert à adsorber l’ADN. Cette capsule a ensuite été envoyée par voie postale et analysée par le laboratoire.

Les protocoles d’échantillonnage sont différents en fonction du milieu (clos et stagnant ou courant). Dans le cas d’un milieu stagnant, les points de prélèvement ont été multipliés (20 prélèvements par échantillon pour une pièce d’eau d’un hectare environ, au niveau des milieux les plus favorables). Dans le cas d’un milieu courant, la quantité d’eau prélevée est plus importante et l’échantillonnage est doublé (deux répliques par site). Le réplique est effectué en filtrant l’eau de la masse étudiée pendant 30 minutes à l’aide d’une pompe dédiée. En milieu courant, les distances de détection sont importantes (de l’ordre de 5-10 km en amont) et dépendent de multiples critères : vitesse du courant, turbidité, abondance de la population, saison de reproduction etc. On ne peut donc pas dire précisément à quelle distance à l’amont se trouve l’espèce cible.

3 passages ont été réalisés :

- P1 : prospection sur l’ensemble du linéaire (diurne), identification/actualisation des sites d’intérêts (reproduction, migration)
- P2 : inventaires nocturnes en binôme, ciblés sur les espèces précoces
- P3 : inventaires nocturnes en binôme, ciblés sur les espèces tardives et complément d’ADNe

Figure 179: Prospections amphibiens (Source : Biotope)



Inventaires des reptiles

Plusieurs méthodes ont été mises en œuvre :

Identification des habitats favorables
L’aire d’étude a été intégralement prospectée lors du premier passage afin d’actualiser et/ou déceler la présence d’habitats favorables à la présence des différentes espèces. Ce passage permettra également d’identifier les zones où il sera nécessaire de concentrer les prospections en 2024 et les placettes propices à la pose des plaques lors du second passage en novembre 2023.

La recherche à vue et inspection des refuges potentiels :
Les investigations consistent à identifier directement à vue (ou à l'aide de jumelles) les individus, principalement en thermorégulation ou lors de leurs déplacements. En cas de difficultés d’identification, une photographie de l’individu est réalisée afin de procéder à un examen complémentaire ultérieurement.

Parallèlement, une recherche et un soulèvement des gîtes refuges (pierres, gravats, planches...) est réalisée et les rares indices de présence laissés par ces espèces (mues, traces dans le sable ou la terre nue meuble, fèces) seront également relevés et identifiés. Les prospections de terrain dédiées à d’autres groupes serviront également à récolter des données opportunistes qui alimenteront l’analyse pour ce groupe.

Plaques à reptiles :
La pose de plaques est une méthode complémentaire à la recherche à vue, et permet également de récolter des données d’espèces plus communes. Elles sont posées par transect de 3 à 5 plaques, dans des milieux déficitaires en caches naturelles et jugées favorables à la présence des reptiles en thermorégulation et/ou en transit.

Environ 40 plaques réparties en 16 transects ont été déployées sur la section 1 et environ 70 plaques réparties en 21 transects ont été déployées sur la section 2.

Pour la **Cistude d'Europe** il est apparu nécessaire de mettre en place des prospections au niveau de la vallée du Ciron.

Pour ce faire, une aire d’étude dédiée à cette espèce a été définie. Elle correspond à une bande tampon autour du réseau hydrographique de la vallée du Ciron de 100 m de large, et s’étend jusqu’à 500 m de part et d’autre de la bande DUP étendue. Cette aire d’étude intègre des sites de pontes connus situés en bordure de cette aire d’étude. Les objectifs des inventaires spécifiques menés sur cette emprise étaient d’actualiser la localisation les habitats naturels exploités par la Cistude d’Europe. Les inventaires ont également permis de réaliser des observations opportunistes d’individus. Cette expertise a été réalisée en un passage de deux jours d’inventaires lors de la période la plus favorable à la ponte de l’espèce (mi-juin 2023).

L’intégralité de l’aire d’étude complémentaire sera également expertisée afin de rechercher d’éventuels nouveaux sites favorables à la reproduction de la Cistude d’Europe, et de permettre l’observation d’individus

La détection de la Cistude d'Europe est basée sur de l'observation directe aux jumelles, les experts ont concentré leurs prospections autour des milieux aquatiques favorables (mares forestières, étangs, lagunes...). L'observation s'est orientée principalement sur les différentes placettes d'insolation susceptibles d'être utilisées par l'espèce. La présence de la Cistude peut également être décelée avec la recherche de traces de passage (empreintes, coquilles d'œufs).

Les invertébrés

Des inventaires entomologiques et malacologiques qualitatifs et quantitatifs (dans la mesure du possible) ont été effectués.

Pour les Insectes, les inventaires ont porté sur les groupes suivants :

- Odonates ;
- Lépidoptères diurnes et nocturnes ;
- Orthoptères ;
- Coléoptères

Les inventaires ont été planifiés lors des périodes les plus favorables à l'activité de chaque groupe (par exemple, période d'émergence des imagos pour les papillons), soit globalement entre mai et août. Les inventaires ont été réalisés de jour ou de nuit selon les groupes au sein des habitats les plus favorables. Les jours avec les conditions météorologiques favorables à l'activité des espèces ont également été privilégiés pour la réalisation des inventaires.

Chaque groupe présente des intérêts différenciés selon les habitats naturels, aussi tous les sites à enjeux ont bénéficié d'expertise différenciée.

Inventaires des Odonates

Un cycle de trois passages de prospection a été effectué en parcourant les cours d'eau, berges et zones humides favorables aux libellules de mai à août et s'articulant sur la recherche d'imagos mâles (cordulies, gomphes, sympetrum...).

L'identification des adultes a été effectuée visuellement ou par capture au filet avec relâcher immédiat. Des photographies ont également été prises pour les espèces présentant des enjeux particuliers (particulièrement rares ou difficiles à identifier). La récolte des exuvies a été réalisée sur des portions échantillon de chacun des sites.

Figure 180: Inventaires odonates (Source : Biotope)



Inventaires des Lépidoptères Rhopalocères (papillons diurnes)

L'effort de prospection s'est fait selon un cycle classique de trois passages d'avril à août, à raison d'environ 20 km à parcourir par jour. Ces prospections se sont concentrées sur les adultes à l'émergence, mais tiendront également compte des stades de chenille sur les plantes hôtes. Un échange avec les experts botanistes, et la récolte de données préalables des stations de plantes hôtes, est prévu.

La chasse à vue a été faite par les techniques classiques de détection et/ou capture au filet avec relâcher sur place.

Un premier passage de prospection a été réalisé en mai, aux premières émergences, ce passage a ciblé principalement les espèces à enjeux présentes de mai à août avec un échantillonnage visant les milieux les plus favorables sur les sites identifiés. 3 passages ont eu lieu dans la saison à raison d'environ 20 km à parcourir par jour sur les habitats favorables.

- Un passage en avril/mai (1 chasse à vue filet à papillon sur transect en mai (20 km / j))
- Un passage en juin (1 chasse à vue filet à papillon sur transect en juin (1 j /site))
- Un passage en juillet/août (1 chasse à vue filet à papillon sur transect en juillet)

Inventaires des Lépidoptères Hétérocères (papillons nocturnes)

Plusieurs moyens de prospection ont été utilisés :

- **La recherche à vue de jour** s'est déroulée lors des phases d'inventaire sur les Lépidoptères diurnes à l'aide d'un filet fauchoir en parcourant à pied les milieux favorables.
- **La recherche nocturne** a été effectuée à l'aide de lampes et de draps, sur des stations d'échantillonnage par milieux. Cette méthode permet d'attirer les papillons et de noter plus aisément un grand nombre d'espèces. 20 sites seront échantillonnés selon les enjeux pressentis, soit 10 sites sur chaque section. Les espèces patrimoniales ont été suivies par des prospections ciblées en fonction des données existantes, de leurs habitats potentiels et de leur phénologie. Le piégeage lumineux a eu lieu sur une moitié de nuit, avec photographie des spécimens qui ne peuvent être déterminés sur place. Cependant pour quelques espèces à la détermination délicate, nécessitant l'examen approfondi à la loupe binoculaire, les individus ont été conservés puis déterminés ultérieurement. Les espèces protégées en raison de leur détermination à vue possible n'ont pas été capturées.

L'aire d'étude rapprochée étant très vaste, seuls 10 sites comprenant les habitats des espèces ont été échantillonnés par tronçon. L'étude comprend des journées de prospection, d'analyse et de cartographie.

2 passages ont été réalisés :

- Un passage en mai (Recherche active de nids de Laineuse du prunelier)
- Des inventaires à hauteur de 1 nuit par site (20 sites sur l'ensemble du tronçon) de juin à octobre

Inventaires des Orthoptères

Trois passages ont été réalisés de mai à septembre avec une vigilance particulière de mai à juillet, à raison d'une vingtaine de kilomètres à parcourir par jour (transects sur habitats favorables : prairies et pelouses) avec filet fauchoir pour les premiers passages (imagos) puis écoute des chants pour les adultes en plein été. Pour les espèces nocturnes, il est possible de coupler avec des prospections crépusculaires et/ou nocturnes pour la reconnaissance des chants.

Un premier passage de prospection a été réalisé dès le début de la saison au printemps (avril / mai) en axant sur la recherche des taxons précoces. Les espèces plus tardives et chanteuses nocturnes ont été visées en fin d'été (juillet / août), en profitant des points d'échantillonnage chiroptères. Un dernier passage de prospection à vue et/ou au chant au filet fauchoir et le cas échéant au filet avec battoir a eu lieu en août / septembre.

Inventaires des Coléoptères saproxyliques

Les espèces de coléoptères saproxylophages patrimoniaux ont été étudiées dans le cadre de l'état initial. Leurs habitats d'espèce, leur état supposé de conservation et les facteurs de vulnérabilité ont été précisés. Toutes les espèces protégées de ce groupe ont été visées en priorité, cependant toutes les espèces rencontrées, notamment les autres espèces patrimoniales ont été recensées (en liste rouge, déterminantes ZNIEFF...).

La méthode consiste en la recherche à vue (ponctuellement à l'aide de jumelles) d'indices de présence de ces espèces (trous d'émergence, litière, etc.), voire de manière opportuniste, d'observations directes d'individus (adultes ou larves).

Un cycle de trois passages a été réalisé :

- Deux passages en saison estivale à la recherche active des adultes au crépuscule ;
- Un second passage estival tardif en juin-juillet afin de compléter des données, notamment sur les imagos en vol afin d'avoir une bonne cartographie de tous les sites de présence avérés et potentiels,
- Un passage spécifique en février/mars 2024, avant la feuillaison, pour identifier les trous d'émergence et arbres favorables au Pique brune.

Les arbres à fort degré de favorabilité et ceux où la présence est avérée ont été repérés individuellement, avec relevé GPS. Les connections entre ces arbres et les arbres / habitats favorables situés au voisinage ont également été mises en évidence en tenant compte des connaissances sur le comportement de ces insectes.

Les parcours crépusculaires réalisés pour les orthoptères permettront également d'apporter des données sur les coléoptères tels que le Grand Capricorne ou le Lucane Cerf-volant. Les soirées de piégeage lumineux pourront permettre de produire des données pour ce groupe.

L'ensemble des passages réalisés dans le cadre d'inventaires automnaux et hivernaux permettent la production de données opportunistes relatives à ce groupe en raison de l'absence de feuilles sur les boisements de feuillus.

Pour le Pique-Prune un inventaire des arbres favorables à l'espèce a été mené. Les inventaires concernant cette espèce ont été réalisés de préférence avant la feuillaison, afin de repérer facilement les trous d'émergence ou les galeries caractéristiques altitudinales.

Les inventaires consistent en la prospection des cavités visibles présentant une épaisseur significative de terreau de bois pour rechercher les indices de présence (fèces, élytres, pattes...) ou les larves par prélèvement du terreau et tamisage de ce dernier. Pour chaque site prospecté, le nombre d'arbres inspectés est noté, dont le nombre d'arbres présentant des cavités à terreau.

En cas de découverte d'arbres favorables à l'espèce, ces derniers seront décrits selon les fiches type :

- Ses coordonnées GPS (coordonnées X et Y) ;
- Les observateurs ;
- La situation de l'arbre dans son contexte paysager, avec pour abréviations :
 - Arbre isolé ou dans un peuplement très peu dense (non-contact des houppiers) dit de « Devèze » localement,
 - Seul arbre de haut jet dans une haie arbustive,
 - Alignement de grands arbres = haie sans sous étage arbustif et de moyen jet,
 - Arbre dans une haie « complète » (non dégradée),
 - Arbre dans un boisement plus ou moins important (bosquet, bois, forêt), en général en lisière dans cette étude ;
- L'essence ;
- La forme (produit de la taille de formation ou port libre) de l'arbre ;
- La circonférence de l'arbre (en cm ; prise à 1,30 m) ;
- Éventuellement la nature des habitats réels et potentiels, ou éléments précurseurs à la genèse de l'habitat de l'espèce ;
- Le contenu des cavités éventuelles.
- L'observation directe des individus. Les observations directes d'individus Pique-Prune (larves, nymphes ou imagos) sont difficiles, car les larves rongent souvent le bois au plus profond des cavités. Les preuves de présence (cf. « nature du contact ») se résument le plus souvent à la présence des crottes des larves (caractéristiques) et à la présence de macro-restes d'imagos (pattes, élytres, pronotum ...). En raison de la nature des cavités (+/- accessibles) et des observations sur leur contenu, un bilan du diagnostic pour cette espèce est donné sous la forme :
 - 1 = présent : individus, traces ou restes de l'espèce (+/- anciens éventuellement) ;
 - 2 = cavité à priori bonne mais non diagnostiquée ;
 - 3 = indices non caractéristiques (crottes plus petites ou très vieilles par exemple) ;
 - 4 = absent : pas d'indices en cavité accessible ;
 - 5 = absent : pas de cavités propices observées.
- Des espèces associées, en particulier des coléoptères saproxyliques intéressants sont éventuellement détectés et listés. Leur présence est attestée par des restes, des traces ou des individus à différents stades de leurs développement (larves ou adultes : ce dernier stade est le plus intéressant pour assurer la détermination) ;

- La localité (commune et lieu-dit) d'observation des arbres est en général précisée, en plus des coordonnées géographiques, pour une meilleure lisibilité du tableau des résultats.

Figure 181: Grand Capricorne (Source : SNCF Réseau)



Inventaires des Mollusques terrestres

Les méthodes proposées se basent :

- Sur des prospections à vue, visant à chercher une ou plusieurs espèces spécifiques dans les habitats favorables ;
- Sur des prélèvements, séchage et tamisage de litière collectée sur des placettes en particulier pour le Vertigo étroit ;
- Et sur du battage de végétation en particulier pour le Vertigo de Desmoulins.

Les prospections à vue ont été réalisées sur les sites connus et/ou jugées favorables sur le linéaire, en recherchant les individus vivants sur différents types de végétation et de substrats. Les prospections ont été menées en octobre voire novembre afin que les conditions météo soient favorables à l'activité des mollusques (pluies et températures fraîches).

La litière conserve les coquilles des escargots morts pendant plusieurs années. Le prélèvement de litière est donc l'une des méthodes les plus utilisées par les malacologues. On peut collecter la litière dans pratiquement tous types de milieux : forêts, prairies, pieds de falaises, laisses de crues... Des placettes pour la collecte de litière ont plutôt été choisies sur des zones humides, pouvant potentiellement héberger des Vertigos.

Les prélèvements de litière ont été rapportés au laboratoire dans des sacs dûment étiquetés et ont fait l'objet d'un traitement similaire : tamisage à l'aide d'une colonne de tamis, la plupart du temps en utilisant un jet d'eau, ce qui permet de séparer les différentes fractions en fonction de leur taille, puis séchage et tri sous la loupe binoculaire).

Enfin, le battage de la végétation est une méthode standardisée proposée par Killeen & Moorkens (2003) qui consiste à étendre un drap blanc au sol, à incliner la végétation et à la frapper avec un bâton de manière à faire tomber sur le drap les Vertigos présents sur les feuilles et les tiges. Elle très efficace, mais n'est adaptée qu'aux marais présentant une végétation assez haute.

Les méthodes et localisation de recherche des différentes espèces :

■ *Vertigo angustior*

Ce taxon a été recherché vers le Ruisseau de Taris, entre Hourdos et Peyredieu (Préchac) vers 44.387567 , -0.422869 en raison d'une mention en aval du tracé d'une coquille.

Ces recherches ont donc été menées sous forme de vérifications, en insistant si des milieux favorables étaient détectés. Néanmoins la probabilité de découvrir *V. angustior* au long du tracé dans cette zone est quasi nulle.

■ *Vertigo moulinsiana*

Les deux zones de présence sont situées dans l'agglomération de Bordeaux et en dehors de l'aire d'étude du projet. Ces sites n'ont donc pas été revisités.

■ *Helicodonta obvoluta*

Il s'agit d'une espèce patrimoniale pour le sud-ouest (réellement rare à très rare) mais non d'intérêt communautaire : les zones situées à l'est, vallonnées et assez boisées, situées au long du tracé depuis Ambrus jusqu'à Feugarolles seront échantillonnées sur environ cinq points distincts.

Sa présence dans cette zone sur d'autres points est fortement possible.

■ *Limax cinereoniger*

Des milieux favorables semblent peut-être exister au sud via, des boisements semblant en apparence plus naturels et dans une situation de vallon (Ruisseau de Homburens, coupé par le tracé au 44.357102, -0.35293, commune de Préchac). Cette limace est considérée par bien des auteurs comme une indicatrice de vieux boisements de feuillus, peu ou pas modifiés.

Sa découverte est aléatoire puisque très dépendante des conditions météorologiques du moment, ou du hasard d'une trouvaille sous une souche. Outre la recherche de cette limace, en cas de milieux favorables à d'autres mollusques des prospections supplémentaires ont été menées vers ce secteur du Ruisseau de Homburens.

■ *Columella aspera*

Ce taxon, a un fort intérêt patrimonial au moins dans le sud-ouest. Il a la particularité, contrairement à beaucoup d'autres escargots, de pouvoir vivre dans des milieux acides. Des recherches attentives ont été menées au niveau du tracé ferroviaire prévu dans une zone où l'espèce a été trouvée, à savoir vers le vallon de l'Avanceot.

Les probabilités de découverte de ce taxon restent toutefois assez faibles.

■ *Testacella maugei*

Les testacelles sont des animaux vivants sous-terre, le plus souvent détectés par hasard. Si toutes les espèces de mollusques ont été prospectées dans chaque point d'échantillonnage, il n'a pas été prévu de prospections spécifiques aux testacelles.

■ *Oxychilus navarricus helveticus*

Cet escargot carnivore a été signalé dans deux sites calcicoles dans le Lot et-Garonne.

Des prospections étant prévues pour *Helicodonta obvoluta*, *O. helveticus* sera recherché également à cette occasion.

En complément, plusieurs zones semblent potentiellement favorables à la présence de mollusques dont possiblement certaines espèces patrimoniales, ont fait l'objet d'un échantillonnage visant à rechercher la présence d'espèces de mollusques :

- Vallée vers le ruisseau de Pomarède (44.687261, -0.474103, commune de Beautiran) : possible présence d'espèces de ZH (éventuellement *Vertigo moulinsiana*?).
- Une zone possiblement favorable à *Columella aspera*, de surface réduite mais bien repérable sur photographie aérienne et située au cœur de la bande DUP étendue (44.493497 -0.462769, commune de Balizac).
- Quelques zones vers la vallée du Ciron amont (Lerm-et-Musset, par exemple vers 44.302101, -0.175999).

Les oiseaux

Une première analyse des habitats et secteurs d'intérêt a été réalisée avant de lancer les expertises sur les secteurs choisis :

- Comparaison des données Corine Land Cover 2012 et 2019 pour identifier les macro-évolutions par thème (agricoles, forestier...), en localisant les secteurs ayant connus de fortes évolutions (même si l'échelle de travail est du 1/100 000)
- Utilisation du Registre Parcellaire Graphique (RPG) pour identifier les secteurs agricoles en déprise ;
- Utilisation de la BD Forêt, pour localiser les zones déboisées ou les jeunes boisements ;
- Vérification des zones périurbaines (comparaison de référentiel de l'IGN : RGE/BD Topo selon deux dates : 2013 et version la plus récente)

Pour la section 1, afin d'optimiser la prospection, certains milieux ont été privilégiés au profit d'autres moins intéressants en termes de fonctionnalité migratoire. Les milieux privilégiés sont les milieux ouverts à semi-ouverts : les champs agricoles (vignes, cultures intensives et extensives, jachères, ...), les landes, les bocages, les zones brûlées, les lagunes etc. Un intérêt second a été toutefois apporté aux milieux fermés tels que les forêts de feuillus (relativement rares dans l'aire d'étude), les ripisylves (Ciron et affluents, Garonne) et les points d'eau (gravières, étangs, lagunes...). A contrario, les habitats fermés et homogènes, comme les pinèdes, n'ont pas été privilégiés.

Cependant, des arrêts brefs ponctuels ont été réalisés dans ces zones non privilégiées afin de correctement juger leur potentialité. A noter que les secteurs de Cadaujac/Saint-Michel-de-Rieufret (vignes, bocages et zones humides) et de Xaintraillies/Feugarolles (la Garonne, bocages et vignes) ont fait l'objet d'une journée spécialement dédiée.

Pour la section 2, l'ensemble des milieux de l'aire d'étude ont été prospectés au moins en période de reproduction via la réalisation de points d'écoute diurnes, crépusculaires et nocturnes et via la réalisation de transect pour des inventaires spécifiques (ex : busards). Pour optimiser les prospections en période migratoire post-nuptiale et en hiver, certains milieux ont été privilégiés comme les milieux ouverts (grandes plaines agricoles) et les plans d'eau (gravières) susceptibles d'accueillir des oiseaux à enjeux et/ou en grand nombre en halte ou hivernage.

Inventaires en période de reproduction

Les inventaires en période printanière ont été réalisés de la manière suivante :

- Pour la section 1, l'inventaire des oiseaux nicheurs sur l'aire d'étude rapprochée, deux passages printaniers ont été réalisés en avril et juin 2024 de la manière suivante :
 - Réalisation de points d'écoute matinaux de 15 minutes adaptés de la méthodologie des IPA répartis en fonction des habitats naturels et d'une répartition sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée. Soit une base 150 points d'écoute pour la section 1 à reproduire deux fois entre avril et juin inclus, en échantillonnant l'ensemble des différents habitats offerts ;
 - Ajouts de transects aléatoires en mettant l'accent sur les habitats des espèces d'intérêt communautaire ou à enjeu fort à très fort, ainsi que les ZPS et leurs abords ;
 - Reproduction de protocoles d'observations sur les rapaces (busard), ainsi que sur les oiseaux nocturnes (chouettes, hiboux...) et crépusculaire (Engoulevent d'Europe).
- Pour la section 2, l'inventaire des oiseaux nicheurs sur l'aire d'étude rapprochée, deux passages printaniers ont été réalisés en avril et juin 2024 de la manière suivante :
 - Réalisation de points d'écoute matinaux de 10 minutes adaptés de la méthodologie des IPA tous les 1 kilomètre. Soit une base 80 points d'écoute pour la section 2 à reproduire deux fois entre avril et juin inclus, en échantillonnant l'ensemble des différents habitats offerts ;
 - Ajouts de transects aléatoires en mettant l'accent sur les habitats des espèces d'intérêt communautaire ou à enjeu fort à très fort, ainsi que les ZPS et leurs abords ;
 - Reproduction de protocoles d'observations sur les rapaces (busard), ainsi que sur les oiseaux nocturnes (chouettes, hiboux...) et crépusculaire (Édicnème).

Figure 182: Inventaires oiseaux (Source : Biotope)



Inventaires en période post-nuptiale

Lors de la période post-nuptiale (entre août et septembre), les inventaires ont été réalisés selon deux mobilités, et ont reposé essentiellement sur des observations à vue (jumelles), et la réalisation de points d'écou. Ils ont porté notamment sur la recherche et l'identification des zones de rassemblement post-nuptiaux sur des espèces à enjeu patrimonial, essentiellement l'Ædicnème criard.

Pour la section 1, les inventaires ornithologiques ont été effectués afin d'évaluer le potentiel d'accueil du site en termes de haltes migratoires et de passages. L'aire d'étude éloignée sera également prospectée afin de comprendre le contexte migratoire dans lequel le tracé est intégré. Afin de prospecter toute cette zone, les déplacements ont été réalisés en voiture, puis à pied selon l'intérêt des habitats.

Un point d'écoute de 30 min à 1 heure a été réalisé tous les 5 km dans l'aire d'étude rapprochée, équivalent à un total de 31 points d'écoute. A ces points se rajoutent 51 points de 15 à 30 minutes dans les 5 km au sein de l'aire d'étude éloignée. Cependant, un passage en voiture avec des arrêts ponctuels de quelques minutes a été effectué sur l'ensemble de l'aire d'étude éloignée afin de s'assurer des potentialités supposées faibles de certains habitats. Le matériel utilisé est constitué d'une longue-vue et d'une paire de jumelles.

Pour la section 2, les passages automnaux réalisés visaient à inventorier les oiseaux en migration postnuptiale de passage et/ou en halte sur l'aire d'étude rapprochée. L'ensemble des espèces vues ou entendues sur l'aire d'étude rapprochée ont été notées. Néanmoins la recherche d'individus ou groupes d'individus a principalement été réalisée à vue (jumelles ou d'une longue vue) en se focalisant sur les sites considérés comme favorables au stationnement des oiseaux à cette période (parcelles en labours, prairies, chaumes, plans d'eau). Une attention particulière a été portée à la recherche et à l'identification de zones de rassemblement postnuptiaux d'Ædicnème criard.

Inventaires en période d'hivernage

Au cours de la période hivernale, les observations directes ont été réalisées à vue aux jumelles et à la longue-vue sur les grandes plaines pour identifier les enjeux sur les secteurs importants pour l'hivernage, notamment les habitats utiles pour les rapaces (buses, faucons, busards...) et les fringilles (Linotte, Serin, Verdier, Chardonneret...).

Pour la section 1, les observations directes ont été réalisées à vue aux jumelles et à la longue-vue en janvier sur les habitats susceptibles d'accueillir des oiseaux hivernants à enjeux et/ou en grand nombre (grandes plaines, landes) afin d'identifier les enjeux sur les secteurs importants pour l'hivernage des oiseaux (grues, fauvette pitchou, rapaces, fringilles, etc.).

Pour la section 2, les observations directes ont été réalisées à vue aux jumelles et à la longue-vue de décembre à janvier sur les habitats susceptibles d'accueillir des oiseaux hivernants à enjeux et/ou en grand nombre (grandes plaines, plans d'eau)

afin d'identifier les enjeux sur les secteurs importants pour l'hivernage des oiseaux (rapaces, limicoles, anatidés, fringilles, etc.)

La faune aquatique

Section 1 : Nord

Description des habitats aquatiques pour les écoulements et les cours d'eau
Afin d'évaluer la qualité des habitats et définir leur potentialité d'accueil pour la faune aquatique, chaque cours d'eau a fait l'objet d'une segmentation en fonction de ses principales caractéristiques physiques, sur le linéaire situé dans l'aire d'étude rapprochée.

Le parcours du cours d'eau a été dessiné, sur fond cartographique Scan 25® de l'IGN2, en temps réel en reliant les différents points GPS relevés à l'aide de l'application cartographie QField au fur et à mesure de la progression de l'opérateur. Il en est de même pour les différentes limites, les ouvrages ou encore les rejets.

Les frayères potentielles et avérées ont été recensées sur le linéaire de cours d'eau intégré dans l'aire d'étude rapprochée, soit 500 m de linéaire à minima. Les frayères observées ont été décomptées, mesurées, datées, géolocalisées, cartographiées et photographiées à l'aide de l'appli QField.

Les indices de présence de mollusques ont été recherchés en berge. Là où de tels indices ont été relevés, et/ou sur les cours d'eau susceptibles d'abriter les espèces visées, des investigations complémentaires ont été réalisées. Les observations/prélèvements ont ciblé les habitats utilisés. Les observations étaient visuelles dans les cours d'eau de taille petite à moyenne et présentant une bonne transparence de l'eau.

Pour les écrevisses les prospections de terrain permettent d'évaluer les potentialités d'accueil des cours d'eau pour cette espèce. Croisés avec des données bibliographiques, ces éléments ont permis un ciblage des cours d'eau qui pouvaient, dans le cadre d'investigations complémentaires, faire l'objet de prospections nocturnes.

Description des habitats aquatiques pour les plans d'eau
Afin d'évaluer la diversité et les caractéristiques physiques du plan d'eau et des habitats vis-à-vis de la faune aquatique, les données ci-après ont été recueillies et évaluées :

- Occupation des rives
- Diversité du profil des berges
- Stabilité des berges
- Pente des berges
- Densité de la ripisylve
- Forme générale du périmètre du plan d'eau
- Diversité des habitats
- Abris et/ou habitats de berges
- Présence d'herbiers
- Végétation aquatique dominante
- Type de plan d'eau
- Connectivité du plan d'eau

Inventaires astacicoles
Cet inventaire a pour but de mettre en évidence la présence d'écrevisses autochtones et protégées notamment *Austropotamobius pallipes* (Écrevisse à Pieds blancs).

Les recherches bibliographiques et la phase terrain de caractérisation des habitats aquatiques ont permis de juger les cours d'eau susceptibles d'abriter une ou des populations d'écrevisse autochtone et qui ont été prospectées.

Une prospection de nuit a été effectuée sur un linéaire correspondant à l'aire d'étude rapprochée à l'aide de lampes frontales. Pour éviter les risques d'écrasement des individus, de trouble de l'eau et de perturbation de l'habitat, la prospection s'est faite en limitant au maximum la pénétration dans le milieu.

La recherche d'individus vivants a été complétée simultanément par la recherche de tout indice de présence ou, au contraire, d'absence. Les caches potentielles les plus attractives ont été systématiquement sondées à la main.

Les individus repérés ont été localisés par relevé de coordonnées GPS afin d'être reportés sur une cartographie. Et des fiches terrain ont été complétées pour chaque individu (espèce, sexe, mesure, taille...)

Le relevé s'est effectué dans des conditions hydrologiques favorables et en période d'activité des écrevisses, entre mai et septembre et entre 21h et 3h du matin (pic d'activité).

En cas de réalisation d'inventaires piscicoles sur une même zone, les inventaires astacicoles ont été effectués la veille ou le soir suivant les inventaires piscicoles.

Inventaires des mollusques aquatiques

Pour les cours d'eau dont la présence de moules aquatiques patrimoniales a été identifiée dans la bibliographie et/ou par repérage d'indices de présence observés en berge (coquilles vides) durant la phase de prospection, un inventaire a été effectué sur la portion de cours d'eau considérée.

La clarté de l'eau étant un paramètre primordial pour une bonne détection des individus, les prospections ont été effectuées à l'écart de tout événement affectant l'hydrologie du cours d'eau : un temps de latence d'au moins 1 semaine a été observé en cas de pluie, orage ou tout autre incident créant une turbidité anormale.

Les espèces étant protégées, aucun prélèvement d'individu n'a été réalisé.

Les prospections se sont faites sur le linéaire de l'aire d'étude rapprochée. Sur les zones peu profondes, une prospection exhaustive à pied a été réalisée à l'aide d'un bathyscope en évitant les zones dangereuses de mouille ou courants trop forts. Les prospections ont été exclusivement faites de jour, lorsque les moules sont actives et dépassent du sédiment. Afin de maximiser l'utilisation du protocole à pied, plus précis, la campagne d'inventaire a eu lieu à l'étiage, entre mai et septembre.

La prospection s'est faite d'aval en amont pour ne pas altérer la visibilité, dans la mesure du possible elle a été réalisée en une seule fois afin de limiter le piétinement de la zone par les opérateurs. Les opérateurs ont réalisé un cheminement en zig-zag sur la largeur du cours d'eau et ont ainsi couvert une bande d'environ 2m. Plusieurs transects ont pu être nécessaires avant de prospecter toute la zone considérée.

Enfin, un expert malacologue était présent sur site pour pallier les incertitudes d'identification.

Les éléments qui ont été relevés sont :

- L'espèce (des photos ont été prises pour illustrer les critères de reconnaissance ou en cas d'incertitude) ;
- La taille de chaque individu ;
- Une description sommaire des micro-habitats des individus ou du groupe d'individus détectés (Couple substrat-vitesse, Degré de colmatage ; Profondeur) ;
- Le taux de végétalisation selon la classification IBMR. (Indice de 0 à 5) ;
- Toute autre information jugée pertinente sur le terrain ;
- Les coordonnées GPS des individus repérés ;
- Un schéma de station ;
- Les mesures des coquilles vides et les références ;
- Une photo sous l'eau des individus vivants avec le siphon visible si possible.

Ces données ont ensuite été traitées afin de déterminer l'équilibre des populations :

Évaluation de l'état écologique des cours d'eau

Pour les cours d'eau dont la distance entre la station d'évaluation et le tracé de la future ligne SNCF est supérieure à 1km et/ou les cours d'eau dont l'évaluation de l'état écologique est antérieure à 2019, un projet d'investigations complémentaires a été proposé à SNCF réseau.

Ces investigations complémentaires permettent de caractériser :

- Les états physico-chimique et biologiques selon l'Arrêté du 9 octobre 2023 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement,
- Les populations piscicoles,
- La présence de mollusques (Mulettes) et de macro-crustacés (écrevisses) d'intérêt patrimonial et/ou protégés.

Physico-chimie de l'eau

→ Prélèvements

Les techniques de prélèvements correspondent aux exigences normatives relatives à l'échantillonnage des rivières et cours d'eau (AFNOR, 2007), (AFNOR, 2016a) (AFNOR, 2018) et s'appuient sur le guide de prélèvement pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement (AFNOR, 2019a:90-523 1), ainsi que le guide des opérations d'échantillonnage d'eau en cours d'eau (AQUAREF, 2017).

Les prélèvements d'eau sont effectués principalement dans la veine d'écoulement principale, à l'aide d'une perche télescopique ou directement à la main, suivant l'accessibilité au lit du cours d'eau.

Les échantillons sont ensuite transférés directement dans les flacons d'analyse fournis par le laboratoire d'analyse.

→ Conditionnement des échantillons

Les échantillons sont stockés au fur et à mesure des opérations de prélèvement dans un réfrigérateur de voiture possédant une plage de +1°C à +25°C. Ils sont déposés au laboratoire le jour même et stockés au sein du laboratoire en enceintes réfrigérées ou envoyés au laboratoire le jour même par transporteur.

→ Analyses des échantillons

Les analyses sont réalisées par le laboratoire des Pyrénées et des Landes LPL (40).

→ Mesures des paramètres non conservatifs

Les paramètres non conservatifs ont été mesurés sur place directement dans le cours d'eau. Les valeurs d'Oxygène sont récoltées à l'aide d'une sonde optique. La conductivité et le pH sont mesurés grâce à une sonde de marque WTW comprenant un pH-mètre, un conductimètre et une sonde température. La température relevée est celle de la sonde conductivité.

Les diatomées benthiques en rivières

→ Bref descriptif de la méthode

L'inventaire des communautés de diatomées est effectué conformément à la norme relative à l'échantillonnage, le traitement et l'analyse de diatomées benthiques en cours d'eau et canaux (AFNOR, 2016c:90 354).

Les prélèvements sont effectués préférentiellement sur des substrats stables, durs et inertes tels que des pierres ou des galets. Le substrat doit être d'une taille suffisante pour ne pas avoir été transporté lors des dernières crues et doit avoir été immergé toute l'année. Les habitats situés au centre du chenal, en faciès plutôt lotique et sur des zones éclairées sont privilégiés.

Le peuplement benthique est récolté par grattage du substrat sur une surface d'au moins 100 cm². Le matériel biologique est ensuite fixé sur site avec de l'éthanol dans des piluliers préalablement étiquetés.

En laboratoire les échantillons subissent plusieurs nettoyages chimiques pour détruire la matière organique et les carbonates de calcium. Les frustules des diatomées sont ensuite montés entre lame et lamelle dans une résine à haut indice de réfraction et sont observés en microscopie optique (x1000 à immersion et en contraste de phase ou interférentiel) puis identifiées.

→ Conditions d'application

La méthode IBD est seulement valable en milieu continental et recommande de s'assurer de la stabilité de l'hydrologie avant l'opération de prélèvement. Dans le cas contraire il est recommandé de respecter un délai allant de quelques jours à 4 semaines après un événement hydrologique, selon son intensité.

Les macro invertébrés aquatiques en rivières peu profondes

→ Descriptif de la méthode

Le protocole de prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivière peu profondes permet d'apprécier la qualité des eaux courantes en analysant le peuplement d'invertébrés benthiques. Il a pour objectifs de fournir une image représentative du peuplement d'invertébrés d'une station et de permettre de calculer l'indice multi-métrique d'évaluation de l'état écologique.

Les prélèvements sont réalisés selon la norme relative au prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes (AFNOR, 2016b:90-333) et son guide d'application (AFNOR, 2017:90-733). Suite au positionnement de la station, la méthode préconise d'échantillonner douze prélèvements de substrats différents (pierres, sables, végétaux...) de 1/20 m². Ils sont répartis, dans la mesure du possible, sur l'ensemble de la station et tiennent compte des différentes classes de vitesse représentées (facteur important de diversification des peuplements d'invertébrés benthiques). En fonction de leur accessibilité, les échantillons sont prélevés à l'aide d'un filet Surber ou d'un haveneau.

Sur les douze prélèvements, huit échantillons sont prélevés dans les habitats dominants et les quatre autres dans les habitats marginaux. Ils sont rassemblés en 3 groupes de 4 relevés.

Les invertébrés benthiques sont ensuite extraits des substrats sous loupe binoculaire et identifiés au genre d'une manière générale. Pour cette phase d'analyse, les échantillons sont traités selon la norme relative à l'analyse d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau, canaux et plans d'eau (AFNOR, 2020:90-388).

→ Conditions d'application

La période d'échantillonnage est optimale vers la fin de la période de croissance des espèces. Les jeunes ont alors une taille suffisante pour être inventoriés.

L'échantillonnage s'est déroulé de jour et de préférence en dehors des périodes de crue où la turbidité et les hautes eaux peuvent constituer une gêne à l'efficacité de pêche. L'échantillonnage s'est effectué dans une eau de température >5°C, valeur en dessous de laquelle l'activité des poissons est ralentie et l'efficacité de pêche diminuée. Il est contre-indiqué d'échantillonner par temps de pluie.

Les poissons en cours d'eau

→ Bref descriptif de la méthode

L'inventaire des peuplements piscicoles est effectué conformément à la norme relative à l'échantillonnage des poissons à l'électricité (AFNOR, 2003b) ainsi qu'à la norme expérimentale relative au réseau de suivi des peuplements de poissons (AFNOR, 2008).

Les poissons pêchés sont déterminés jusqu'à l'espèce et mesurés en longueur totale (en mm). Une fois identifiés, dénombrés et mesurés, les poissons sont relâchés directement dans le cours d'eau au niveau du prélèvement. Afin de minimiser le stress induit par des manipulations multiples, les mesures se sont déroulées au sein même de la rivière et, si possible, en simultanée des prélèvements.

En fin de pêche, les surfaces de pêche et la profondeur moyenne ont été mesurées à l'aide d'un décimètre, d'une tige graduée et d'un topofil.

Selon le type de cours d'eau, deux méthodes d'échantillonnage sont possibles.

La **méthode complète** qui est mise en œuvre pour les cours d'eau de faible profondeur dans le lit desquels il est possible de progresser à pied. La totalité de la station a ainsi été prospectée à pied.

La **méthode stratifiée** par point lorsque les caractéristiques du cours d'eau ne permettent pas de conduire une pêche électrique par prospection complète à pied. Cette méthode est constituée de 2 sous échantillons : 1 représentatif (75 à 100 points régulièrement répartis sur la station) et 1 complémentaire (0 à 10 points ciblés sur des habitats anecdotiques attractifs pour le poisson).

La distance inter-points est de 4m (10m en bateau). Pour chacun des points le type de faciès, la situation par rapport à la rive et la capture ou non de poisson ont été consignés. Une cartographie de la station a été réalisée au fur et à mesure que les points ont été pêchés.

→ Conditions d'application

La période d'échantillonnage est optimale vers la fin de la période de croissance des espèces. Les jeunes ont alors une taille suffisante pour être inventoriés.

L'échantillonnage s'est déroulé de jour et de préférence en dehors des périodes de crue où la turbidité et les hautes eaux peuvent constituer une gêne à l'efficacité de pêche. L'échantillonnage s'effectue dans une eau de température >5°C, valeur en dessous de laquelle l'activité des poissons est ralentie et l'efficacité de pêche diminuée. Il est contre-indiqué d'échantillonner par temps de pluie.

■ Inventaires piscicoles en plan d'eau – ADN Environnemental

Cette méthode peut être réalisée sans contraintes majeures de période. Il convient cependant d'adapter la période de prélèvement aux périodes d'activité des groupes ciblés. Ainsi, il sera plus facile de récupérer de l'ADNe durant la période de reproduction d'une espèce cible

Prélèvement en petit milieu aquatique stagnant (<1 ha)

20 échantillons ont été réalisés à l'aide d'une louche jaugée à 100ml. Les 20 échantillons sont répartis sur l'ensemble du site étudié en veillant à échantillonner préférentiellement les habitats propices au développement des groupes ciblés.

Après avoir choisi la localisation d'un échantillon, la colonne d'eau est homogénéisée à l'aide de la louche de prélèvement sans remettre en suspension la matière organique du fond. Le prélèvement est ensuite réalisé dans la partie supérieure de cette colonne d'eau. 100ml sont récoltés et versés dans un contenant stérile. Ce contenant sert à l'ensemble des 20 échantillons.

Les 2litres ainsi obtenus sont filtrés dans une capsule de filtration à l'aide d'une seringue stérile. Les fragments d'ADN environnemental présents dans l'eau sont retenus au niveau de la membrane de la capsule. Une fois l'ensemble du volume d'eau filtré, la capsule de filtration est remplie d'un tampon de conservation. La capsule de filtration est identifiée par un numéro unique permettant de ne pas confondre les sites étudiés entre eux et est envoyée au laboratoire pour analyse.

Prélèvement en grand milieu aquatique stagnant (> 1 ha)

La filtration consiste en un passage dans une capsule de filtration stérile grâce à une pompe. Les fragments d'ADN environnemental présents dans l'eau sont retenus au niveau de la membrane de la capsule. Une fois l'ensemble du volume d'eau filtré, la capsule de filtration est remplie d'un tampon de conservation. La capsule de filtration est identifiée par un numéro unique permettant de ne pas confondre les sites étudiés entre eux et est envoyée au laboratoire pour analyse.

La filtration a été effectuée en continu en réalisant une prospection du site étudié depuis une embarcation en veillant à :

- Ce que l'embarcation utilisée ne navigue que dans le site étudié
- Ne pas repasser deux fois au même endroit
- Ce que la crépine soit positionnée en tête de bateau
- Filtrer l'eau des habitats les plus propices au développement des groupes ciblés

Analyse

Pour analyser les échantillons d'ADN environnemental, deux types d'approche sont possibles :

Une approche spécifique lorsque le laboratoire dispose un couple d'amorces spécifiques qui permettent d'amplifier uniquement l'ADNe de l'espèce ciblée. Cette méthode permet ainsi de déterminer la présence ou l'absence d'une espèce au sein d'un site étudié.

Une **approche multispécifique** si le laboratoire dispose n couple d'amorces « universelles » qui permettent d'amplifier l'ADNe de l'ensemble des espèces d'un groupe donné. L'ADNe ainsi amplifié est ensuite séquencé à l'aide d'une méthode de

séquençage nouvelle génération. Les séquences obtenues sont comparées à une base de données de référence contenant les espèces du groupe ciblé. Une liste d'espèce est ainsi obtenue à partir des échantillons réalisés. De plus, la proportion des séquences par espèce contactée et par échantillon est aussi calculée.

Outils d'interprétation

→ Liste des taxons
La liste des taxons établie peut être confortée par l'aire de répartition des espèces dans le cas de complexes d'espèces notamment, et leurs exigences écologiques, au regard des caractéristiques des milieux échantillonnés.

L'expertise tient également compte de la période de prélèvements, en comparaison du cycle de vie des espèces.

→ Statuts des espèces
La liste permet également de mettre en avant la présence d'espèces protégées ou pouvant provoquer des déséquilibres biologiques.

→ Limite de détection
Le nombre de réplicats positifs et de séquences d'ADN présents permet d'identifier les taxons dont la présence est sujette à caution et dont la détection peut être liée à des artefacts (pollution extérieure, erreur d'amplification de l'ADN...).

Pression d'inventaire
D'après le « Tableau de franchissements hydrauliques pour les départements de la Gironde et du Lot-et-Garonne », **205 ouvrages** (viaducs, buses, pont-cadre, portiques) concernant des cours d'eau sont identifiés actuellement. **2 plans d'eau** situés dans l'aire d'étude rapprochée ont été pré-identifiés mais ne sont pas concernés directement par le tracé.

Un seul passage par entité identifiée sera effectué sur 50 jours de prospections évalués (plusieurs équipes travaillant en simultané entre les mois de mai et juillet 2023).

Section 2 : Sud

Description des habitats aquatiques pour les écoulements et cours d'eau
Afin d'évaluer la qualité des habitats et définir leur potentialité d'accueil pour la faune aquatique, chaque cours d'eau a fait l'objet d'une analyse morphologique sur le linéaire (tronçon de cours d'eau) situé dans l'aire d'étude rapprochée.

À partir d'une expertise « visuelle », une description du lit du cours d'eau, de la ripisylve et des berges a été réalisée pour chaque tronçon.

Un recensement des frayères potentielles et avérées a été effectué sur le linéaire de cours d'eau intégré dans l'aire d'étude rapprochée. Ces points fonctionnels particuliers ont été cartographiés sous SIG. Par ailleurs, lorsque les inventaires pisciaires révèlent la présence de jeunes stades de poissons (alevins et juvéniles) et que les potentialités du cours d'eau pour la reproduction de l'espèce sont bonnes, l'existence de « frayères potentielles » sur le tronçon considéré a été signalée.

Description des habitats aquatiques pour les plans d'eau
Les plans d'eau situés dans l'aire d'étude rapprochée ont fait l'objet d'une évaluation des potentialités d'accueil pour la faune aquatique.

À partir d'une expertise « visuelle », une description du plan d'eau, de la ripisylve et des berges a été réalisée sur les plans d'eau considérés. L'ensemble de données recueillies est :

- L'occupation des rives,
- La diversité du profil des berges,
- La stabilité des berges,
- La pente des berges,
- La densité de la ripisylve,
- La forme générale du périmètre du plan d'eau,
- La diversité des habitats,
- Les abris et/ou habitats de berges,

- La présence d'herbiers,
- La connectivité du plan d'eau

Inventaires astacicoles
Au niveau de cette section, aucune prospection nocturne n'a été conduite compte tenu de l'absence de l'espèce sur les cours d'eau de l'aire d'étude rapprochée de cette section.

Inventaires des mollusques aquatiques
Les inventaires des mollusques ont été conduits suivant une recherche à vue des indices de présence observés en berge notamment au niveau des banquettes de rats musqués. D'autres observations, réalisées lors du parcours des cours d'eau et des plans d'eau en vue de l'évaluation des enjeux habitats, ont été ciblées sur les habitats utilisés ou au moins décrits comme tels dans la littérature scientifique.

À noter que si cela s'est avéré nécessaire, des prospections visuelles plus poussées (repérage au bathyscope) ont été proposées.

Évaluation de l'état écologique des cours d'eau
Définition de l'état écologique des masses d'eau de type cours d'eau

Afin de répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau, les éléments biologiques, hydromorphologiques et physico-chimiques ont été utilisés pour évaluer l'état écologique des masses d'eau.

La comparaison des conditions physico-chimiques et des valeurs des éléments de qualité biologique à des limites de classes a permis de définir l'état écologique de la masse d'eau qui se décline en cinq classes d'état (très bon à mauvais).

Classe de qualité	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
-------------------	----------	-----	-------	----------	---------

Cet état est défini principalement par des règles d'agrégation des métriques suivantes :

- L'état physico chimique de l'eau qui reflète les conditions du milieu (paramètres généraux et polluants spécifiques de la DCE)
- L'état biologique du cours d'eau, déterminé par la faune et la flore présentes (Indicateurs biologiques basés sur les peuplements d'algues de macro invertébrés et de poissons).

Choix des cours d'eau

L'état écologique du cours d'eau doit être considéré à partir des données d'une station située soit au niveau de l'aire d'étude rapprochée, soit au plus proche de cette aire, permettant ainsi d'obtenir un état écologique représentatif du secteur d'étude et de s'affranchir de l'effet de potentielles perturbations ou de changements d'environnement pouvant apparaître entre l'aire d'étude rapprochée et le site de mesure.

La caractérisation des habitats aquatiques réalisé sur les écoulements de l'aire d'étude rapprochée permet de définir un niveau d'enjeu pour l'intégrité physique du milieu ou « enjeu habitat ». Lorsque cet enjeu habitat s'est avéré moyen à majeur, il souligne ainsi des potentialités et des fonctionnalités écologiques notables pour ces milieux. L'évaluation de l'état écologique du cours d'eau a alors été conduite à l'aide d'investigations spécifiques complémentaires.

Ainsi, ont été retenus en vue d'investigations complémentaires nécessaires à l'évaluation de l'état écologique les cours d'eau présentant :

- Un « enjeu habitat » moyen à majeur établi à la suite des premières caractérisations des habitats aquatiques des cours d'eau,
- Des données physico-chimique et hydrobiologiques situées à plus de 1 kilomètre de l'axe central de l'aire d'étude rapprochée,
- Une station proche (moins de 1 km) et située en aval de l'axe central de l'aire d'étude rapprochée sur laquelle les données sont antérieures à 2019.

Les grands cours d'eau faisant l'objet de suivis réguliers dans le cadre des réseaux nationaux d'évaluation des états écologiques des masses d'eau cours d'eau n'ont pas été proposés dans ces investigations complémentaires. Dans ce cas, les données de la station représentative de la masse d'eau et située au plus près de l'aire d'étude rapprochée sont intégrées à l'expertise.

Enfin, pour les entités présentant des enjeux habitats négligeables à faibles – milieux souvent assimilés à des cours d'eau très fortement modifiés dont la fonctionnalité est très limitée ou à des fossés d'écoulement – aucune investigation complémentaire n'a été menée.

Choix des investigations complémentaires – Etat écologique

Sur les stations faisant l'objet des investigations complémentaires, les paramètres suivants ont été considérés en vue de l'évaluation de l'état écologique :

- Qualité physico-chimique de l'eau (paramètres généraux et polluants spécifiques mentionnés dans l'Arrêté du 09 octobre 2023),
- Qualité biologique (Indice Biologique Diatomique ou IBD, Indice Invertébrés Multi Métriques ou I2M2 et Indice Poisson Rivière ou IPR).

Prélèvements et analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau

Le mode d'échantillonnage et les prélèvements ont été effectués selon le protocole décrit dans la norme française NF EN 25667 (ISO 5667) et le guide des prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques (AQUAREF).

Avant le prélèvement, les flacons sont rincés dans le cours d'eau. Les échantillons d'eau ont ensuite été constitués à partir de prélèvements ponctuels. Chaque opération de terrain a donné lieu à une fiche d'opération unique qui regroupe l'essentiel des renseignements à indiquer lors de ces opérations.

Les délais entre le prélèvement et l'analyse respectent un délai maximum de 24 heures.

Lors des prélèvements d'eau et sur chaque station, des mesures in situ ont été conduites à l'aide d'une sonde multiparamètres pour la température de l'air, la température de l'eau (NF T 90-100), l'oxygène dissous et la saturation en oxygène (NF EN 25814 - ISO 5814) et le pH (NF EN ISO 10523)

Enfin, d'autres analyses ont été effectuées en laboratoire accrédité pour les paramètres physico-chimiques.

Prélèvements et analyses des diatomées benthiques en rivières (IBD)

Basés sur l'analyse du peuplement des Diatomophycées (algues microscopiques unicellulaires ou coloniales), plusieurs indices diatomiques ont été mis au point. Ils apportent essentiellement des informations sur la qualité de l'eau selon la présence ou l'absence de certaines espèces. L'indice diatomique utilisé en routine en France et normalisé (NF T90-354 - 2016) est l'IBD.

Les prélèvements ont été réalisés en période de conditions hydrologiques stables et suivant la norme NF T90-354 – 2016. Pour chaque station, un échantillon a été réalisé selon les consignes d'application de l'IBD et la surface échantillonnée est de l'ordre de 100 cm², idéalement sur 5 supports (voire plus) choisis aléatoirement, en grattant la face supérieure des supports.

Les prélèvements ont ensuite fait l'objet de la préparation suivant les recommandations de la norme IBD (NF T 90-354 avril 2016) et du Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'IBD.

Le processus analytique (identification et comptage) utilise les prescriptions des normes AFNOR NF T 90-354 et EN 14407. Les lames ont fait l'objet d'une détermination spécifique ou infra spécifique à partir de l'observation d'un minimum de 400 valves, afin d'obtenir un inventaire représentatif. La note IBD a été calculée par l'algorithme de référence du Système d'Évaluation de l'Etat des Eaux (SEEE).

Les macroinvertébrés aquatiques en rivières peu profondes (I2M2)

L'échantillonnage et les analyses de la macrofaune benthique sont réalisés selon les normes suivantes :

- Prélèvements : NF T90-333 de septembre 2016 : Qualité de l'eau : Prélèvement des macroinvertébrés aquatiques en rivières peu profondes,
- Laboratoire : NT T90-388 de décembre 2020 : Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macroinvertébrés de cours d'eau.

Tous les éléments relatifs à la description de la station et à l'échantillonnage sont transcrits dans une fiche opération.

Si les conditions du milieu étaient propices aux prélèvements, les équipes ont effectué les prélèvements d'invertébrés. La station a été délimitée et décrite (date, coordonnées GPS, occupation des berges, habitats, faciès d'écoulement, perturbations anthropiques, schéma descriptif, etc.) et l'échantillonnage a été réalisé en 12 prélèvements unitaires suivant les 3 phases d'échantillonnages (prélèvements élémentaires dans les substrats, prélèvements élémentaires dans les substrats dominants par ordre de priorité, prélèvements complémentaires dans les substrats dominants). Cet échantillonnage a été réalisé de l'aval vers l'amont à l'aide d'un filet Surber (surface d'1/20 m²) de maille 500 µm ou au haveneau (filet monté sur manche).

Les échantillons ont été triés sur site à l'aide d'une colonne de tamis (mailles 2,5 à 0,5 mm) afin de limiter les volumes de matériaux prélevés. Les espèces patrimoniales, identifiables de manière sûre, ont été prises en photo, notées sur la fiche de prélèvement et remises à l'eau vivantes. Ces échantillons ont été conditionnés dans des flacons hermétiques sans regrouper les prélèvements élémentaires de 2 phases différentes. De l'alcool à 96° est immédiatement ajoutée pour conserver les prélèvements de façon pérenne. Une étiquette a ensuite été apposée au flacon pour permettre son identification.

Le traitement au laboratoire des échantillons récoltés sur le terrain est conforme aux exigences de la norme NF T90-388. À l'issue de cette phase laboratoire, une liste faunistique est établie pour chacune des stations.

Sur la base des prélèvements et déterminations des macroinvertébrés, l'Indice Invertébrés Multi Métriques ou 2M2 a été calculé. L'outil diagnostique lié à l'I2M2 est aussi mis en œuvre. Il permet dans certains cas, d'apprécier les pressions susceptibles d'avoir un effet sur la structure du peuplement des macroinvertébrés.

Les poissons en cours d'eau (IPR)

- Inventaires pisciaires et calcul de l'IPR

Les pêches électriques ont été réalisées conformément à la norme européenne EN 14011 qui a été traduite en norme française AFNOR (XP T90-383, mai 2012) et respectent les préconisations du guide technique de l'OFB. Les protocoles de ces normes permettent le calcul de l'Indice Poissons en Rivière (IPR) défini par la norme NF T90—344 « Détermination de l'indice poisson rivière ».

- Déroulement de la pêche

En fonction de la largeur et de la profondeur du cours d'eau échantillonné, le protocole de pêche a été adapté ainsi que les moyens et les effectifs de l'équipe.

En rivières peu profondes des pêches dites « complètes » ont été réalisées à pied sur une station optimale égale à environ 20 fois la largeur en eau du cours d'eau le jour de l'inventaire. La station a été prospectée suivant un seul passage.

En rivières profondes et canaux : le protocole consiste à réaliser une pêche dite « partielle », à pied, ou en bateau, ou par prospection mixte (bateau et à pied) reposant sur un échantillonnage de type EPA (Échantillonnage Ponctuel d'Abondance) suivant 75 points répartis aléatoirement sur le cours d'eau.

Les pêches ont été conduites d'aval en amont et les poissons capturés ont été mis en stabulation dans des viviers posés dans le lit de la rivière afin de les maintenir dans les meilleures conditions de température et d'oxygène. Les poissons ont ensuite été déterminés, mesurés et pesés conformément aux recommandations du guide technique de l'OFB.

- Calcul de l'IPR

La mise en œuvre de l'IPR (Indice Poisson en Rivière, norme NF T90-344) consiste à mesurer l'écart entre la composition du peuplement sur une station donnée et la composition du peuplement attendue en situation de référence, c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme. L'IPR a été calculé sur chaque station inventoriées par pêche électrique.

Une attention particulière a été portée à la présence d'espèces patrimoniales, protégées et ou susceptibles de créer des désordres biologiques. Pour chaque espèce présentant un intérêt patrimonial, les enjeux ont été évalués afin d'une part de préciser l'enjeu intrinsèque de l'espèce mais aussi l'enjeu au niveau stationnel.

Inventaires piscicoles en plan d'eau – ADN Environnemental
Cette méthode d'inventaire permet de détecter la grande majorité des espèces de poissons sur un site donné, dont certaines espèces présentes en faible abondance ou discrètes ne seraient pas forcément échantillonnées par les méthodes traditionnelles (pêches aux filets et/ou pêches électriques).

L'opération consiste à prélever puis à analyser des échantillons d'eau. Un écologue certifié et habilité et un technicien assistant ont réalisé les prélèvements par filtration. Les échantillons recueillis ont ensuite été envoyés au laboratoire pour analyse.

Ces investigations complémentaires ont été conduites sur les plans d'eau qui ont été sélectionnés en fonction des enjeux habitats et fonctionnels de ces milieux.

Investigations complémentaires
Après une évaluation des « manques » liés à l'absence de données ou à leur obsolescence, un projet d'investigations complémentaires a été proposé à SNCF Réseau. Il concerne les protocoles d'investigations suivants :

- Inventaires pisciaires avec calcul de l'IPR,
- Inventaires et prospections nocturnes : recherche de l'écrevisse à pattes blanches,
- Inventaires et prospections au bathyscope visant à la recherche de mollusques protégés
- Prélèvements et détermination d'indices biologiques (IBD et I2M2),
- Prélèvements et analyses des paramètres généraux physico-chimiques de l'eau (actuellement à l'étude pour une proposition en option à SNCF Réseau),
- Prélèvement et analyses ADNe (groupe des poissons) sur les plans d'eau.

Actuellement, en première approche et selon les types d'ouvrage mentionnés dans la méthodologie APS - GPSO-11-ISA- 0-TEC-4075, cette section 2 comporte 160 ouvrages Si l'on retire les ouvrages dits de « décharge de la vallée inondable de la Garonne » et ne concernant pas des franchissements de milieux aquatiques (cours d'eau, plans d'eau, canaux, écoulements ou ruisseaux), il resterait au stade actuel : 149 ouvrages franchissant un « écoulement », qu'ils soient intermittents ou permanents.

En première approche, une vingtaine de plans d'eau ont été pré-identifiés dont 8 directement franchis par le tracé actuel.

Les prospections ont été engagées au plus tôt et après validation du référentiel cartographique reprenant les milieux intersectés par le fuseau des 500 mètres centré sur le tracé.

Elles ont concerné les cours d'eau (tous type) suivant un seul passage entre les mois de mai et juin ainsi que les plans d'eau qui ont fait l'objet d'une seule visite entre les mois de juin et juillet 2023.

Ces prospections de terrain ont été évaluées au total à environ 90 jours (divisés en plusieurs équipes travaillant en simultané) afin de s'assurer de leur exhaustivité dans un respect des délais les plus courts possibles.

7.3.5.4. Les auteurs des études écologiques

Tableau 29 : Auteurs des études écologiques de 2010 et 2011

Sections	Titulaires
Bordeaux / Sud Gironde / Bruch	
Flore/Habitat	Biotope
Invertébrés	Écosphère
Amphibiens /Reptiles	Biotope
Mammifères	Écosphère / LPO Aquitaine / GREGE
Oiseaux	Biotope
Faune Aquatique	Hydrosphère
Bruch / Toulouse	
Flore/Habitat	Biotope
Invertébrés	Écosphère
Amphibiens /Reptiles	Biotope
Mammifères	Écosphère / LPO Aquitaine / GREGE
Oiseaux	Biotope
Faune Aquatique	Hydrosphère
Sud Gironde / Dax	
Flore/Habitat	Biotope
Invertébrés	Écosphère
Amphibiens /Reptiles	Biotope
Mammifères	Écosphère / LPO Aquitaine / GREGE
Oiseaux	Biotope
Faune Aquatique	Hydrosphère



Tableau 30 : Auteurs des études écologiques de 2023 et 2024

Sections	Titulaires
Section 1 : Bordeaux / Agen Ouest	
Lot 1 : Habitats / Flore + coordination	Biotope, Naturalia, Gagéa
Lot 2 : Faune terrestre et semi-aquatique	Biotope, Naturalia, GREGE, SCEA l'Etang
Lot 3 : Avifaune / Chiroptères	Ecosphère, Exen
Lot 4 : Faune aquatique	Aquabio
Section 2 : Agen Ouest / Toulouse	
Lot 5 : Habitats / Flore	Ecosphere, Gagéa, Marsiléa
Lot 6 : Faune terrestre et semi-aquatique	Biotope, Naturalia, GREGE, SCEA l'Etang
Lot 7 : Avifaune / Chiroptères	Biotope, Naturalia
Lot 8 : Faune aquatique	Hydrosphere, Artemis

7.3.5.5. Définition des enjeux

Cinq niveaux d'enjeu écologique ont été définis lors des études de 2014 pour chaque habitat et/ou espèce identifiés sur le secteur d'études selon le degré de rareté régional ou de secteur géographique, le niveau de menace (ou état de conservation), le statut réglementaire, etc.

- Majeur : 10 000 (pour espèce TR (Très Rare), ou R (Rare) indice augmenté).
- Fort : 1 000 (pour espèce R, ou AR (Assez Rare) indice augmenté, ou TR indice rabaissé).
- Assez fort : 100 (pour espèce AR, ou idem situations pré-décrites).
- Moyen : 10 (pour espèce AC (Assez Commun), ou idem situations pré-décrites).
- Faible : 1 (pour espèce C (Commun), TC (Très Commun) ou idem situations pré-décrites).

Ces enjeux sont déterminés notamment en fonction :

- Du niveau d'enjeu attribué aux espèces et aux habitats ;
- De la taille des populations, quel que soit l'intérêt patrimonial de l'espèce ;
- De la diversité intrinsèque d'un site en espèces : plus la diversité est élevée, plus l'enjeu sera fort ;
- De l'état de conservation des habitats d'espèces, etc.

Afin de garder une cohérence avec la méthodologie mise en place pour les autres thèmes environnementaux (humain, agriculture, sylviculture, patrimoine culturel...) et de la mise en place d'une analyse multicritères, les cinq niveaux d'enjeu « écologique » ont été convertis en quatre niveaux d'enjeu « multicritères ». Le tableau ci-dessous présente cette équivalence :

Enjeux écologiques	Enjeux Multicritères
Majeur	Très fort
Fort	Fort
Assez fort	Moyen
Moyen	
Faible	Faible

La méthode de définition des enjeux écologiques a été actualisée en 2024 dans le cadre des nouveaux inventaires des habitats et des espèces floristiques et faunistiques, pour faire face aux problématiques suivantes :

- Le projet s'étend sur deux régions administratives avec deux méthodologies non comparables ;
- Les enjeux définis pour chaque région administrative sont établis sur les deux territoires régionaux très étendus et diversifiés dans leurs géomorphologies et leurs biogéographies ;
- Toutes les espèces ne sont pas traitées par les méthodologies existantes de définition des enjeux spécifiques (habitats naturels, oiseaux migrateurs et hivernants, certains ordres d'insectes, les mollusques terrestres).

La détermination d'un enjeu global biodiversité a nécessité de prendre en compte les thèmes abordés pour obtenir une représentation cartographique du niveau d'enjeu « biodiversité ». La représentation ainsi obtenue est une synthèse avec regroupement des différents niveaux d'enjeux par thème (flore, habitats naturels et zones humides, avifaune, herpétofaune, entomofaune, mammifères) et affichage par classes d'enjeux. Autrement dit, la synthèse tiendra compte de chaque niveau d'enjeux total des groupes/thème. Dans une approche qui permet d'exprimer les sensibilités les plus fortes, la note d'enjeu final prend la valeur de l'enjeu maximum tout groupe confondu.

L'attribution de la classe d'enjeux « biodiversité » suit les règles décrites dans le tableau ci-dessous.

Niveaux des classes d'enjeux (tous thèmes confondus)	Justification
Majeur	Enjeux exceptionnels correspondant aux secteurs à cumuls d'enjeux très forts et/ou espèces endémiques ou à enjeu majeur
Très fort	Enjeu maximum très fort pour au moins un groupe
Fort	Enjeu maximum fort pour au moins un groupe
Moyen	Enjeu maximum modéré pour au moins un groupe
Faible	Aucun enjeu supérieur à faible pour l'ensemble des groupes
Négligeable	Aucun enjeu : espaces à dominante urbaine

7.3.5.6. Méthodologie des impacts

La méthode proposée consiste à évaluer le niveau d'impact en phases travaux et d'exploitation en prenant en compte les trois critères suivants :

- Habitats naturels ou semi-naturels d'intérêt patrimonial ;
- Espèces et habitats d'espèces d'intérêt patrimonial et/ou protégés ;
- Fonctionnalités écologiques des habitats vis-à-vis des espèces d'intérêt patrimonial et/ou protégées.

L'analyse des impacts attendus est déterminée en fonction des caractéristiques techniques du tracé retenu. Elle comprend deux approches complémentaires :

- Une approche « quantitative » basée sur un linéaire ou une surface d'un habitat naturel remarquable ou d'un habitat d'espèce d'intérêt patrimonial impacté ;
- Une approche « qualitative », qui correspond à une analyse des impacts réalisée sur la base d'un dire d'expert. Cette approche concerne notamment les enjeux non quantifiables en termes de surface ou de linéaire, comme les aspects fonctionnels. Elle implique une analyse du contexte pour évaluer l'altération de la qualité de l'enjeu (axe de déplacement, par exemple).

Le niveau d'impact dépend du niveau d'enjeu écologique impacté et de l'intensité de l'impact attendu. Les différents niveaux d'intensité d'impact suivants sont définis :

Fort

Pour une composante du milieu naturel (physique ou biologique), l'intensité de la perturbation est forte lorsqu'elle détruit ou altère l'intégrité (ou l'état de conservation) de cette composante de façon significative, c'est-à-dire d'une manière susceptible d'entraîner son déclin ou un changement important de son abondance ou de sa répartition générale dans l'aire d'étude.

Moyen

Pour une composante du milieu naturel, l'intensité de la perturbation est moyenne lorsqu'elle détruit ou altère cette composante dans une proportion moindre, sans remettre en cause l'intégrité (ou l'état de conservation), mais d'une manière susceptible d'entraîner une modification limitée de son abondance ou de sa répartition générale dans l'aire d'étude.

Faible

Pour une composante du milieu naturel, l'intensité de la perturbation est faible lorsqu'elle altère faiblement cette composante sans en remettre en cause l'intégrité (ou l'état de conservation), ni entraîner de diminution ou de changement significatif de son abondance ou de sa répartition générale dans l'aire d'étude.

Les niveaux d'impact brut sont directement proportionnels à leur intensité et aux niveaux d'enjeux des sites concernés. Cinq niveaux d'impact brut (Très Fort, Fort, Moyen, Faible, Négligeable) ont été définis en croisant le niveau d'intensité de l'impact avec le niveau d'enjeu écologique :

Niveau d'intensité de l'impact	Niveau d'enjeu écologique			
	Très fort	Fort	Moyen	Faible
Fort	Très fort	Fort	Moyen	Faible
Moyen	Fort	Moyen	Faible	Négligeable
Faible	Moyen	Faible	Négligeable	Négligeable

Exemple : un site d'enjeu écologique FORT sur lequel s'exerce une intensité d'impact de niveau MOYEN, le niveau d'impact brut sera MOYEN.

Ce niveau d'impact doit être modulé en fonction de la durée, de la fréquence, de l'étendue spatiale et de la réversibilité des impacts, ainsi que de la taille relative de population affectée.

L'impact cumulatif (somme des impacts du projet sur une même espèce ou habitat patrimonial), est intégré à différentes échelles selon les critères suivants :

- Ampleur de l'aire de répartition ;
- Proportion des populations et habitats ;
- Capacité de dispersion et fragmentation des populations.

Le niveau d'impact cumulatif peut différer de celui considéré localement. Le niveau d'impact permet de justifier des mesures proportionnelles au préjudice sur le patrimoine naturel (espèces, habitats, habitats d'espèce, fonctionnalité). Le cas échéant, le principe de proportionnalité (principe introduit en droit communautaire dans le cadre des dérogations) permet de dimensionner la hauteur des mesures compensatoires.

La méthodologie de quantification du niveau d'impact repose sur une analyse croisée entre les éléments suivants :

- Enjeu sur le site : niveau d'enjeu lié à la bioévaluation des milieux ou des taxons concernés, réalisée dans le cadre du diagnostic ;
- Contrainte réglementaire : une contrainte réglementaire forte indique que l'espèce est protégée ;
- Nature de l'impact : description/caractérisation de l'impact ;
- Type : les impacts directs sont les effets négatifs ou positifs qui résultent de l'aménagement en lui-même (exemple : destruction d'habitats au sol du fait de la création des deux nouvelles voies). Les impacts indirects sont les effets négatifs ou positifs qui résultent indirectement du projet et qui lui sont liés par un intermédiaire (exemple : l'impact de mortalité par collision ne résulte pas directement de la construction des deux nouvelles voies, mais de leur exploitation) ;
- La durée de l'effet et la phase du projet concernée : les effets temporaires sont limités dans le temps (phase travaux), soit ils disparaissent immédiatement après cessation de la cause, soit ils s'atténuent progressivement jusqu'à disparaître. Les effets permanents se manifestent tout au long de la vie du projet (phase permanente) ;
- L'intensité de l'effet : les niveaux d'intensité des effets sont définis à dire d'expert selon trois classes :
 - Fort : pour une composante du milieu naturel (physique ou biologique), l'intensité de la perturbation est forte lorsqu'elle détruit ou altère l'intégrité (ou l'état de conservation) de cette composante de façon significative, c'est-à-dire d'une manière susceptible d'entraîner son déclin ou un changement important de son abondance ou de sa répartition générale dans l'aire d'étude,

- Moyen : pour une composante du milieu naturel, l'intensité de la perturbation est moyenne lorsqu'elle détruit ou altère cette composante dans une proportion moindre, sans remettre en cause l'intégrité (ou l'état de conservation), mais d'une manière susceptible d'entraîner une modification limitée de son abondance ou de sa répartition générale dans l'aire d'étude,
- Faible : pour une composante du milieu naturel, l'intensité de la perturbation est faible lorsqu'elle altère faiblement cette composante sans en remettre en cause l'intégrité (ou l'état de conservation), ni entraîner de diminution ou de changement significatif de son abondance ou de sa répartition générale dans l'aire d'étude ;
- Le niveau de l'effet avant mesures : le niveau de l'effet dépend du niveau d'enjeu écologique impacté et de l'intensité de l'impact attendu. Il peut être modulé en fonction de la durée, de la fréquence, de l'étendue spatiale et de la réversibilité des effets, ainsi que de la taille relative de la population affectée.

Au vu des effets prévisibles engendrés par le projet sur les milieux naturels, leur faune et leur flore, les possibilités de résorption ont été détaillées pour les effets permanents et temporaires, directs et indirects.

Chaque mesure correspond à un ensemble d'orientations et de prescriptions d'aménagement différentes :

- Les mesures de suppression qui visent à annuler certains effets du projet ;
- Les mesures de réduction qui permettent de minimiser d'autres effets du projet ;
- Les mesures compensatoires qui permettent, en dernier recours, de compenser certains effets du projet qui ne peuvent être supprimés ou réduits.

La méthode utilisée consiste à établir un tableau permettant de reprendre, pour chaque effet localisé, notamment la description des mesures de suppression visant à annuler certains impacts du projet, ou les mesures de réduction permettant de minimiser les autres impacts.

Des mesures générales d'accompagnement sont également mises en place afin d'assurer un suivi de la faune et de la flore en phase travaux et en phase permanente.

Les mesures d'atténuation pour les habitats ou les espèces concernées par des effets ne sont proposées que pour les effets autres que « négligeables ».

Après application des mesures proposées, une réévaluation du niveau des effets du projet sur l'environnement de l'aire d'étude a été réalisée. Cette réévaluation permet d'identifier les impacts résiduels qui ne peuvent être supprimés ni réduits.

7.3.5.7. Méthode de définition et de dimensionnement des ouvrages de franchissement : prise en compte croisée des enjeux écologiques et hydrauliques

La méthode de définition et de dimensionnement des ouvrages de franchissement a été élaborée en concertation avec les services de l'État, notamment l'Onema (devenue OFB) et les fédérations de pêche.

L'ensemble des écoulements superficiels interceptés par les projets ferroviaires est rétabli au moyen d'ouvrages de franchissement afin d'assurer la transparence hydraulique et écologique du projet. Conformément aux prescriptions réglementaires et aux référentiels, la nature et les dimensions de ces ouvrages dépendent de plusieurs paramètres :

- L'hydraulique et l'hydrodynamisme des cours d'eau (articles 4 des APG 3.1.2.0 et 3.1.4.0) ;
- L'écologie dans ses dimensions surfacique et dynamique ;
- La géologie et la topographie ;
- Le paysage.

Les moyens mis en œuvre pour atteindre les objectifs de transparences écologique et hydraulique sont :

- L'intégration des enjeux écologiques des cours d'eau : une analyse de la sensibilité écologique (enjeux piscicoles, qualité hydrobiologique, faune semi-aquatique) et des habitats en berges permet de classer les cours d'eau afin de proposer des principes adaptés comme :
 - Transparence aux continuités écologiques (faune aquatique et semi-aquatique),
 - Réduction des risques de pollution en phase travaux et préservation des berges ;

- L'absence de travaux en lit mineur (rescindement, affouillement...) ;
- La prise en compte des zones humides connexes aux cours d'eau ;
- La prise en compte de l'aspect hydraulique :
 - Respect du niveau d'exhaussement des crues,
 - Transparence hydraulique assurée,
 - Prise en compte de l'espace de mobilité des cours d'eau (conformément aux articles 4 des APG 3120 et 3140).

Figure 183: Exemple d'ouvrage de franchissement (Source : Egis)



Prise en compte des enjeux liés aux milieux aquatiques dans la définition des ouvrages de franchissement

Cette phase constitue la première étape du choix des modalités de franchissement des cours d'eau par les projets ferroviaires.

Rappel des principes et des données d'entrée nécessaires

La connaissance des enjeux écologiques que présentent les cours d'eau et leurs berges est un des entrants nécessaires à la définition des objectifs de préservation et à la détermination du type d'ouvrage à mettre en œuvre. Les données d'entrée ont été recueillies dans le cadre :

- Des études écologiques spécifiques menées par SNCF RÉSEAU ;
- D'un recueil de données auprès des administrations, fédérations et associations concernées ;
- De la prise en compte du SDAGE Adour-Garonne, ...
- Des arrêtés du 7 octobre 2013 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 1° et 2° de l'article L.214-17 du code de l'environnement sur le bassin Adour-Garonne.

Les zones humides connexes aux écoulements sont intégrées à l'analyse au travers de leur fonctionnalité écologique (habitat d'espèce patrimonial) et hydraulique (zone inondable). Une étude spécifique sera déclenchée ultérieurement afin d'assurer une identification plus fine et leur prise en compte lors des études d'avant-projet détaillé, une fois le projet défini précisément.

Les types de milieux en présence

La nature des ouvrages est, dans un premier temps, définie en fonction du type de milieu et du niveau d'enjeu écologique qui lui est affecté par les experts. L'ensemble des inventaires écologiques réalisés dans le cadre des études des projets ferroviaires, permet d'évaluer un niveau d'enjeu pour chaque franchissement de cours d'eau. Les niveaux d'enjeu sont définis au regard d'un diagnostic réalisé à un instant « t » (date de formalisation actuelle de la méthodologie) et peuvent être amenés à évoluer au fur et à mesure de la progression en continu des études. Les enjeux écologiques en présence déterminent donc les objectifs de préservation arrêtés au stade actuel des études :

a) Milieux imposant la préservation du lit mineur et des berges du cours d'eau

Les cours d'eau nécessitant une préservation du lit mineur et des berges sont :

- Les cours d'eau inscrits en site Natura 2000 ;
- Les cours d'eau Réservoir Biologique, Très Bon État, Axe migrateur, Axe prioritaire du SDAGE Adour-Garonne, zone en ZAP Anguille ;
- La Trame Bleue régionale ou corridor d'intérêt régional ;
- Les cours d'eau permanents en aire de répartition de l'Ecrevisse à pattes blanches ;
- Les cours d'eau avec habitat / corridor Cistude et Emyde lépreuse en berge ;
- Les cours d'eau avec habitat Vison / Loutre en berge ;
- Les cours d'eau avec présence d'habitat (frayère, nourrissage et déplacement) avéré d'une ou plusieurs espèces piscicoles patrimoniales inscrites au SDAGE Adour Garonne ainsi que l'Anguille.

b) Milieux imposant la préservation des continuités écologiques pour la faune aquatique et semi-aquatique

Les cours d'eau entrant dans cette catégorie sont :

- Les cours d'eau temporaires sur bassin versant en aire de répartition de l'Ecrevisse à pattes blanches ;
- Les cours d'eau ne rentrant pas dans les critères d'enjeu définis au a) mais avec présence d'une faune piscicole patrimoniale tous niveaux d'enjeux confondus ;
- Les cours d'eau permanents avec corridor Vison / Loutre.

c) Milieux imposant la préservation des continuités écologiques pour la faune semi-aquatique

Les milieux correspondant à cette typologie sont :

- Les corridors humides (écoulements temporaires, crastes) petits mammifères ;
- Les autres écoulements (talwegs, écoulements temporaires...) qui ne présentent aucun enjeu écologique.

Des solutions techniques sont mises en place pour garantir l'atteinte des objectifs de préservation ci-dessus. Ces solutions se déclinent en une typologie d'ouvrages de franchissement.

La typologie des ouvrages au regard des enjeux écologiques

Trois types d'ouvrages peuvent être distingués :

- Type 1 : ouvrage enjambant le lit mineur et les berges ;
- Type 2 : ouvrages à radier avec reconstitution du lit mineur ;
- Type 3 : buses ou dalots.

Ouvrage de TYPE 1 : les ouvrages enjambant le lit mineur et les berges (Viaduc/pont)

Ces ouvrages sont mis en place pour le franchissement de vallées liées au relief, dans le cas de zones humides ou de franchissement unique ou multiple de cours d'eau. Ils se décomposent en 2 sous-groupes :

- Les viaducs (type 1a) qui sont classés réglementairement en ouvrages d'art non courants ou exceptionnels selon leurs dimensions et dont la longueur peut aller de 40 mètres à plusieurs kilomètres ;
- Les ponts (type 1 b) à 3 travées (de 15 à 40 m environ) ou à portique ouvert (de 8 à 15 m).

Ouvrage de type Pont/viaduc aménagé pour la faune semi-aquatique et la grande faune

Les objectifs de protection recherchés sont les suivants :

- Préservation du lit mineur et des berges ;
- Franchissement de l'intégralité du périmètre Natura 2000 inscrit en vallée ;
- Pas de rescindement du cours d'eau ;
- Pas de modification du lit mineur traversé ;
- Limitation du nombre de piles en lit mineur en cas de nécessité technique sur les grandes vallées ;
- L'écoulement se fait à surface libre à l'intérieur de l'ouvrage ;
- Les appuis (culées) sont construits à une distance suffisante des berges pour assurer la stabilité et la transparence écologique et éviter les mesures de renforcement des berges.

Ces ouvrages sont dimensionnés, conjointement à la prise en compte des enjeux hydrauliques, au regard :

- De la largeur du lit mineur et des berges ;
- De la largeur du site Natura 2000 à préserver ;
- De l'hydrodynamique du cours d'eau (en lien avec les études hydrauliques) ;
- De la transparence aux habitats et zones humides en lit majeur (phase de calage au cas par cas à l'avancement du projet) ;
- D'une largeur minimale de 5 mètres en bord de berge (pour la faune semi-aquatique) ;
- D'une largeur de 5 mètres à 8 mètres en bord de berge pour la grande faune (en fonction du type de grande faune) ;
- D'une zone hors NPHE le long des perrés de l'ouvrage.