

Infrastructures Linéaires de Transport et Reptiles

Application à trois espèces protégées à enjeux forts

Les reptiles sont quasiment tous protégés au niveau national ou à défaut pour quelques espèces de Lézards au niveau européen (Directive Habitat faune Flore Annexes II et IV) et/ou au niveau international (Convention de Berne Annexe III). Cela implique une prise en compte obligatoire de ces taxons dans les projets d'aménagement.

Les reptiles du sous-ordre des lézards (*Lacertibaenia*) sont représentés en France par 14 espèces et ceux du sous-ordre des serpents (*Serpentes*) par 13 espèces. L'objectif de cette note d'information n'est pas de présenter toutes les espèces de ces deux groupes taxonomiques. Il est plutôt d'apporter à des fins d'illustration un éclairage et des précisions quant à la biologie, l'habitat préférentiel et le comportement de certaines d'entre elles : deux espèces de serpents – La Vipère d'Orsini et la Coronelle girondine – et une espèce de lézard – le Lézard ocellé – et de faire le point sur les menaces qui pèsent sur celles-ci.

Ce document, illustré de quelques exemples de mesures de réduction d'impacts routiers, a également pour objectif de permettre à un maître d'ouvrage, à un concepteur ou à un gestionnaire d'évaluer les différentes mesures de la doctrine ERC qu'il doit mettre en œuvre afin de préserver au mieux ces espèces et plus généralement les reptiles, conformément à l'orientation de préservation des habitats et des espèces définies dans le SNIT (schéma national d'infrastructures de transports terrestres) publié en octobre 2012 dans le cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité [2].

1. Introduction

Les impacts liés aux activités humaines sur la biodiversité n'ont fait que s'accroître au cours de ces dernières décennies. Cependant, depuis la conférence de Rio de Janeiro sur l'environnement et le développement (Brésil 1992), les plus grands pays industrialisés ont pris en compte cette érosion qualifiée même d'extinction massive. Ainsi les mesures de réduction et de compensation pour pallier les impacts des infrastructures routières se sont depuis cette date progressivement étoffées. Elles ont toutefois trouvé assez rapidement une limite dans leur efficacité du fait de la faiblesse de la connaissance scientifique fondamentale sur certains groupes faunistiques, sur leurs comportements et leur écologie.

La préservation de la biodiversité passe non seulement par la protection des espèces emblématiques mais aussi par la protection d'espèces plus communes qui ont un rôle pourtant tout aussi important dans le fonctionnement d'un écosystème. Les reptiles sont assez mal connus, principalement du fait de leur impopularité dans le public. Or, les reptiles comme beaucoup d'autres groupes d'espèces sont globalement dans le monde en déclin [1]. Les infrastructures Linéaires de Transport (ILT) ferroviaires et routières participent à ce déclin et présentent un impact significatif sur les populations de reptiles. Le trafic routier a en effet constamment augmenté depuis des décennies et peu de mesures d'atténuation spécifiques aux reptiles ont pour autant été appliquées pour diminuer cet impact routier. La fréquence observée des serpents écrasés sur le réseau routier départemental/national tend à diminuer significativement [2]. Cette baisse indique donc que la densité des serpents est en diminution, car seuls les facteurs de pressions anthropiques peuvent expliquer ce phénomène [1]. L'intensification des pratiques agricoles est une cause importante mais la destruction par la route des adultes lors de leurs déplacements durant la saison de reproduction et des jeunes durant leur dispersion ne peut pas être négligeable [photo1]. La prise en compte de ce groupe faunistique dans les infrastructures linéaires de transport est primordiale.



Photographie 1 : couleuvre verte et jaune écrasée par le trafic routier (Source : Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne)

2. Présentation des espèces

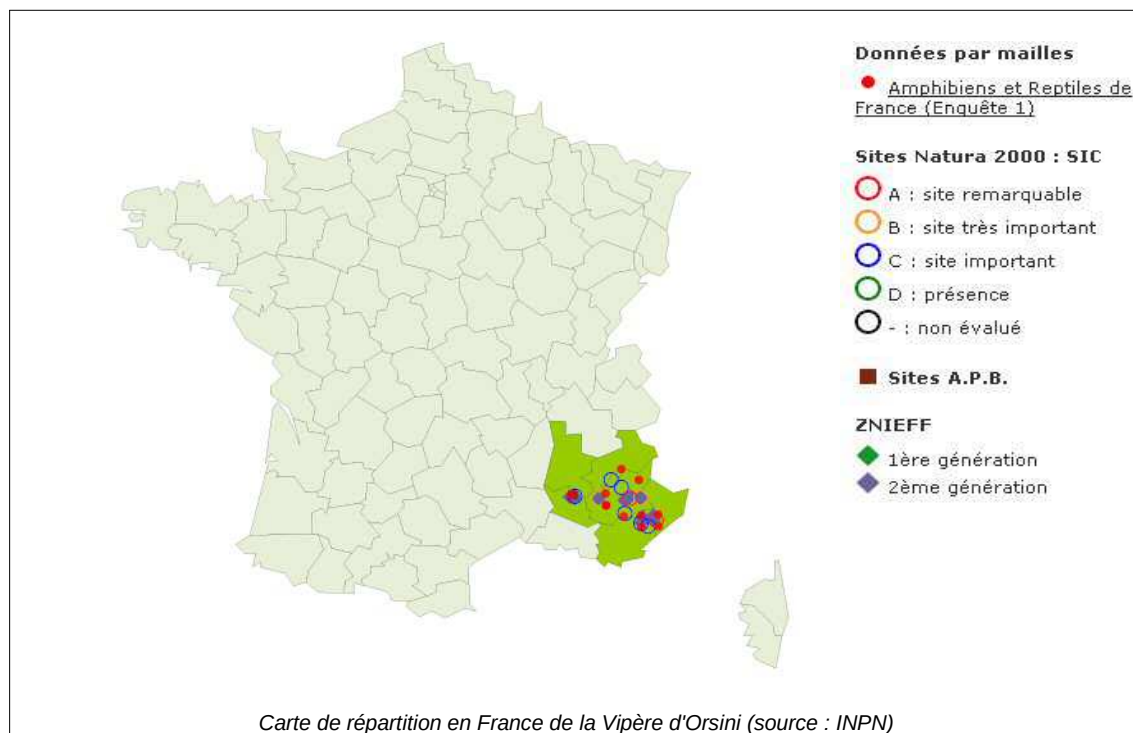
La présente note d'information n'ayant pas pour objectif de détailler toutes les espèces de reptiles de France, les espèces présentées ci-après ont été principalement choisies pour leur caractère emblématique (espèce fortement menacée ou encore particulièrement sensible à la mortalité routière).

Nom français	Vipère d'Orsini	Coronelle girondine	Lézard ocellé
Nom scientifique	<i>Vipera ursinii</i> (Bonaparte, 1835)	<i>Coronella girondica</i> (Daudin, 1803)	<i>Timon lepidus</i> (Daudin, 1802)
Classe	Reptiles	Reptiles	Reptiles
Ordre	Squamates	Squamates	Squamates
Famille	Vipéridés	Colubridés	Lacertidés
Code Natura 2000	1298	/	/
	 © Arnaud Lyet / ONF	 © Philippe Geniez / EPHE	 © Bruno Descaves (PN des Cévennes)
Statut de Protection			
International	Convention de Berne : annexe II et III Convention de Washington : annexe I	Convention de Berne : annexe III	Convention de Berne : annexe II et III
Communautaire	Directive « Habitats-Faune-Flore » : annexe II et annexe IV	/	/
National	Reptiles protégés : arrêté du 19 novembre 2007	Reptiles protégés : arrêté du 19 novembre 2007	Reptiles protégés : arrêté du 19 novembre 2007
Liste rouge	Liste rouge UICN mondiale : Vulnérable Liste rouge UICN France : En danger critique d'extinction	Liste rouge UICN mondiale : Préoccupation mineure Liste rouge UICN France : Préoccupation mineure	Liste rouge UICN mondiale : Quasi menacé Liste rouge UICN France : Vulnérable
Morphologie			
Description	Corps trapu, queue courte, pupille fendue verticalement. Tête ovale peu distincte du corps, écailles dorsales carénées (aspect rugueux) agencées en 19 rangées.	Corps et tête minces, queue assez courte, pupille ronde (distinction avec les vipères). Tête arrondie. Écailles dorsales lisses disposées en 21 rangées.	Dimorphisme marqué chez les adultes : les mâles, plus grands, avec une tête massive, un corps élancé avec un renflement au niveau de la queue, les femelles portent une tête plus petite et un ventre large.
Taille	Plus petite vipère d'Europe. Longueur totale (LT) : 30 à 50 cm pour les femelles (femelles généralement de taille supérieure à celle des mâles).	Colubridés de petite taille. Longueur totale (LT) : environ 50 cm (femelles généralement de taille supérieure à celle des mâles) et jusqu'à 90 cm.	Plus grand lézard de France. Longueur museau-cloaque (LMC) : 20 cm (femelle) à 25 cm (mâle) pour une LT de 60 à 75 cm. Poids : 130-180 g et jusqu'à 345 g.
Coloration	Face dorsale gris clair ou marron clair avec un fort zigzag brun foncé ou gris-noir. Face ventrale gris clair, avec quelques taches diffuses de couleur sombre.	Face dorsale brune ou grise (parfois rosée ou rougeâtre près du ventre notamment) avec des taches transversales sombres. Bande noire du museau à l'œil de chaque côté de la tête. Face ventrale blanche, jaunâtre, rosée ou orange foncé, avec un motif caractéristique en damier ou sur deux lignes parallèles de taches sombres (distinction principale avec la Coronelle lisse, <i>Coronella austriaca</i> , très proche).	Variable avec l'âge. Robe spécifique à l'espèce : dos fait d'un semis d'écailles jaunes et noires en ocelles chez la femelle et le jeune. Flancs ornés de belles taches bleu céruléen sur 2 ou 3 rangées. Ventre et gorge généralement jaunâtres. Face dorsale des juvéniles de l'année avec une robe brun-vert et des taches blanchâtres cerclées de noir. En grandissant, les taches blanches des flancs bleuissent.

2.1. La vipère d'Orsini [3][4]

a) Aire de répartition

La Vipère d'Orsini se rencontre des Alpes à la Chine. Son aire de répartition est très morcelée. En France, elle est spécialement localisée. Elle est présente uniquement dans les départements des Alpes-de-Haute-Provence et des Alpes-Maritimes (ces deux départements étant les plus favorables à l'espèce), ainsi que dans ceux du Var et du Vaucluse. Cette aire de répartition est fragmentée en une quinzaine de populations composées généralement chacune d'un nombre restreint d'individus.



b) Biologie et écologie de l'espèce

Comportement

La Vipère d'Orsini est une espèce diurne; d'un naturel calme, elle se défend activement lorsqu'elle est inquiétée. Elle tolère pendant sa phase d'activité estivale des températures allant de 11 à 38°C, son optimum étant de 28°C. L'hibernation débute en octobre et dure jusqu'en fin avril pour les mâles et mi-mai pour les femelles. Les mâles adultes muent trois fois par an tout comme les immatures, tandis que les femelles ne muent que deux fois. En dehors de la période des accouplements, l'espèce est solitaire. Les vipères sont très sédentaires. L'espace vital individuel des adultes est de l'ordre de 0,1 à 0,2 ha. Cet espace vital n'est pas fréquenté de manière homogène mais en fonction des ressources alimentaires et des abris potentiels. On ne note pas de concentration ni de mouvement saisonnier liés à la recherche d'abris pour hiberner.

Reproduction

L'accouplement a lieu en mai, à la sortie de l'hibernation. Comme la plupart des Viperidae, cette espèce est vivipare et la mise-bas se déroule entre la mi-août et la mi-septembre. Les vipéreaux, au nombre de 4 en moyenne, mesurent 15 cm de longueur totale environ à la naissance et rentrent rapidement en hibernation jusqu'en juin de l'année suivante. Leur maturité sexuelle est atteinte vers 3-4 ans pour les mâles et 4-5 ans pour les femelles. Le taux annuel de survie des immatures est élevé. Le cycle reproducteur des femelles est essentiellement biennal. Les femelles adultes se reproduisent en moyenne deux fois dans leur vie. La longévité maximale de l'espèce peut dépasser 15 ans.

Régime alimentaire

Les orthoptères (sauterelles et criquets) représentent la quasi-totalité du régime alimentaire. Seuls ceux mesurant 16 mm de longueur totale au minimum sont consommés, quelle que soit la taille de la vipère. La période d'alimentation de l'espèce s'étend de la fin juin, date à laquelle les proies atteignent la taille minimale requise, à la fin septembre. Les prises de nourriture ont lieu en moyenne tous les

trois jours. Au printemps, si les orthoptères de taille convenable ne sont pas encore disponibles, les adultes peuvent ingérer des micro-mammifères (seulement dans quelques pays européens et pas en France) et surtout des lézards.

Habitat

En France, l'espèce se limite aux étages montagnard et subalpin des Alpes du sud, entre 900 et 2200 m d'altitude. Son habitat se compose de prairies sèches parsemées souvent de genévriers nains (espèce végétale qui caractérise le mieux le biotope de l'espèce), de lavandes ou de genêts cendrés et toujours d'affleurements rocheux qui lui fournissent des abris efficaces. Ces milieux, très riches en graminées, hébergent de fortes densités d'orthoptères, proies exclusives de l'espèce. Ses milieux de vie sont caractérisés par un fort ensoleillement, d'importants contrastes thermiques, un régime méditerranéen de précipitations et quelques mois d'enneigement.

c) Menaces sur l'espèce

La distribution en petites populations isolées (Fragmentation du territoire, notamment par les infrastructures) rend l'espèce extrêmement fragile.

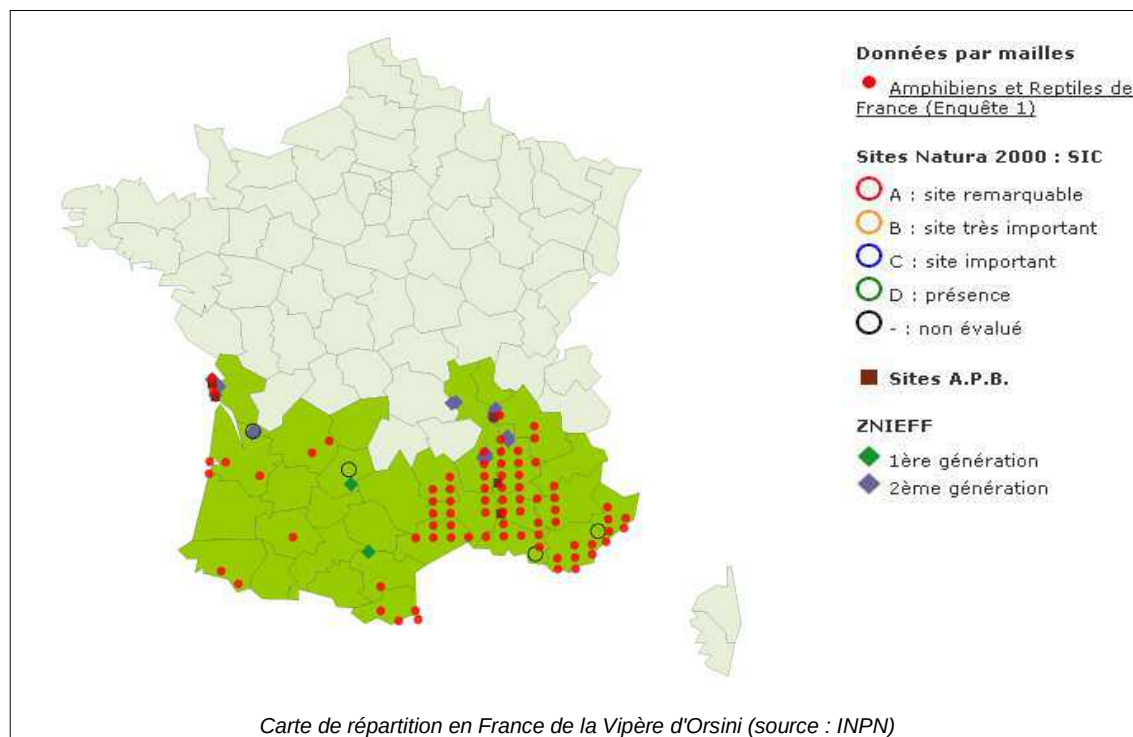
L'abandon progressif du pastoralisme entraîne une reforestation. Cette fermeture des milieux constitue à moyen terme un risque majeur de disparition de l'habitat et donc de la Vipère d'Orsini. D'autres menaces pèsent à court terme sur l'espèce du fait d'activités humaines : urbanisation, routes, pistes de ski, brûlages, prélèvements illégaux, sur-fréquentation humaine...

Un plan national de restauration (2006-2011), suivi d'un plan d'actions (2012-2016), ainsi qu'un programme LIFE-NATURE (2006-2011) ont été mis en œuvre au service de la Vipère d'Orsini.

2.2. La coronelle girondine [3][4]

a) Aire de répartition

La Coronelle girondine se trouve dans le nord-ouest de l'Afrique et le sud-ouest de l'Europe. En France, sa distribution concerne le bassin méditerranéen et la vallée du Rhône, le Sud-Ouest de la France (Aquitaine, Limousin, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes), les Pyrénées Centrales et le pourtour méridional du Massif Central.



b) Biologie et écologie de l'espèce

Comportement

La Coronelle girondine est active la journée, mais elle évite les fortes chaleurs en prenant refuge notamment sous des pierres. Son activité est donc essentiellement crépusculaire et nocturne. L'espèce est très agile, escaladant les pierres et murs. Elle attaque peu, préférant fuir et se cacher. En présence de prédateur, son comportement imite la vipère : tête plaquée au sol et aplatie en triangle, elle s'enroule sur elle-même, souffle et feint de mordre en projetant rapidement sa tête.

L'hibernation débute en novembre jusqu'en avril (totalement inactive les mois les plus froids, entre décembre et février).

Reproduction

L'espèce est ovipare. L'accouplement a lieu en mai et juin, à la sortie de l'hibernation et la ponte de fin mai à fin juin. Les œufs sont au nombre de 6 à 9 en moyenne et éclosent en septembre. Les nouveau-nés mesurent 17 à 19 cm de longueur totale environ à la naissance. Leur maturité sexuelle est atteinte vers 4 ans. Les femelles se reproduisent annuellement. La durée de vie de l'espèce est d'environ 15 ans.

Régime alimentaire

Les lézards représentent la quasi-totalité du régime alimentaire. Parfois, la Coronelle girondine ingère des arthropodes, des œufs de lézards, des petits oiseaux et des micro-mammifères. Elle repère et piste ses proies grâce à son odorat.

Habitat

En France, l'espèce peut atteindre 1000 à 1200 m d'altitude. Son habitat se compose de couverts arborés faibles à moyens (bois clairs, lisières, garrigues, landes et pelouses). Au nord de son aire de répartition, elle fréquente généralement des zones sèches et très ouvertes. Les surfaces agricoles cultivées disposant de murets, d'amas de pierres sont également un lieu favorable à la Coronelle girondine. C'est, dans le sud de la France, le serpent qui s'accommode le mieux à l'habitat urbain.

c) Menaces sur l'espèce

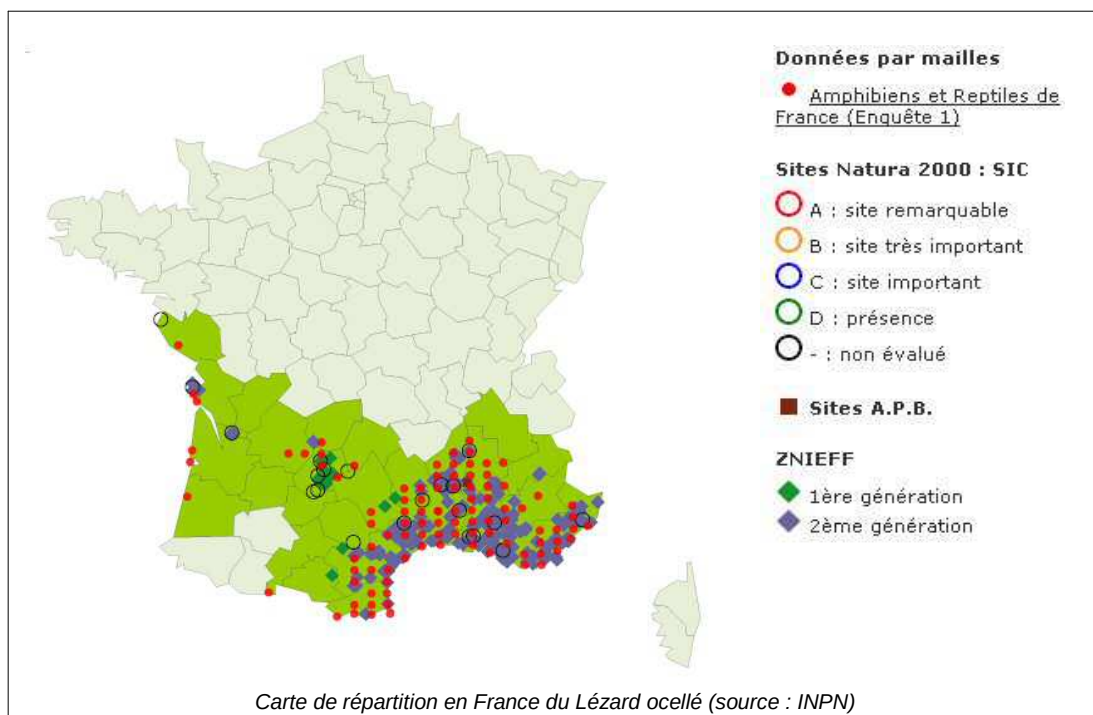
Ce serpent est très spécialisé dans son régime alimentaire et représenté par des effectifs généralement peu élevés ; il est par conséquent particulièrement vulnérable à l'altération et à la destruction de ses habitats. L'espèce est également menacée par la prolifération de sangliers, qui semblent manger la Coronelle girondine et ses œufs, et d'incendies qui détruisent son habitat naturel. Sa confusion avec la vipère lui vaut d'être régulièrement tuée par l'homme.

De plus, il est sensible à la fragmentation de son territoire par les infrastructures routières. L'espèce, lente, paye un lourd tribut en termes de mortalité routière. Les serpents sont souvent victimes de la route lors des déplacements liés à la reproduction : mâles à la recherche d'un partenaire sexuel au printemps, puis femelles lors de la recherche d'un site de ponte, enfin nouveau-nés émergeant des sites de ponte. L'impact négatif des routes sur ces serpents reproducteurs peut être dramatique pour les populations, car il réduit voire anéantit l'apparition de jeunes serpents. Enfin, la mort de nombreux individus par le trafic routier est très préjudiciable à des espèces à longue durée de vie comme le sont les serpents.

2.3. Le Lézard ocellé [3][4]

a) Aire de répartition

Le Lézard ocellé occupe une grande partie de la péninsule ibérique et certaines régions du sud et de l'ouest de la France. La distribution française comprend trois grands ensembles : la région méditerranéenne, le Lot et le sud-ouest du Massif Central, la côte du bassin aquitain. À ceux-ci, s'ajoutent une vingtaine de populations isolées d'importances variables.



b) Biologie et écologie de l'espèce

Comportement

Le Lézard ocellé est une espèce principalement diurne. Il se plaît au soleil mais par grande chaleur estivale, il se tient à l'ombre ou dans un abri. La période d'activité s'étend de début mars à mi-novembre avec un pic d'activité marqué en mai et juin et une décroissance à partir de juillet en lien avec les fortes chaleurs. Il hiverne d'octobre à mars sous des racines ou dans un trou. L'espèce est relativement sédentaire.

Reproduction

Les accouplements, précédés de combats chez les mâles, ont lieu au printemps (avril à juin). La femelle fait une ponte par an en début d'été de 5 à 24 œufs déposés dans un trou creusé par ses soins. L'éclosion se déroule au début de l'automne (septembre-octobre). Les petits à l'éclosion mesurent 8 cm de longueur totale environ. Leur maturité sexuelle est atteinte vers 3 ans. L'espérance de vie est assez courte : 5 à 6 ans en moyenne pour une longévité maximale de 10-11 ans.

Régime alimentaire

Le Lézard ocellé est essentiellement insectivore. Les coléoptères sont les mieux représentés dans le régime alimentaire (38 à 85 %). Accessoirement, il peut capturer des arachnides et des mollusques (escargots). Occasionnellement, voire régulièrement pour certaines populations, il consomme des baies, fruits et graines. La consommation de petits vertébrés est exceptionnelle.

Habitat

Le Lézard ocellé fréquente les milieux ensoleillés : la plupart des paysages secs et broussailleux lui conviennent, en dehors des forêts denses, des marais et des zones de grandes cultures totalement dépourvues d'abris. Dans le sud de la France, il se rencontre dans les steppes caillouteuses, les garrigues et maquis peu arborés, les escarpements rocheux littoraux, les vergers secs d'oliviers et amandiers, sur les crêtes venteuses des montagnes. Dans le centre, il fréquente des coteaux et des plateaux à la végétation rase. Sur la côte ouest, l'espèce occupe un habitat de pelouses sèches silicoles et des milieux de brande et des dunes littorales. Dans tous les cas, la présence de gîtes est indispensable. Ainsi, les populations semblent fortement liées à la présence de terriers et garennes de lapins dans lesquels les lézards ocellés s'abritent [5].

c) Menaces sur l'espèce

En France, la situation de l'espèce est préoccupante. Plusieurs populations se sont éteintes au cours du siècle dernier. En zone méditerranéenne, les populations sont en nette régression. Ailleurs, elles sont fortement menacées à court terme ; le caractère relictuel, le faible effectif et le morcellement de

ses populations la rendent extrêmement vulnérable. Ce sont surtout les atteintes portées à son habitat qui sont à l'origine de son déclin (tendance à l'embroussaillage des pelouses, morcellement des populations, urbanisation faisant fuir cette espèce particulièrement farouche...). De plus, la régression quasi-généralisée du lapin de garenne semble jouer un rôle important dans le déclin de l'espèce qui profite de ses terriers et de son action sur la végétation.

Ce lézard est souvent victime de la circulation routière. Il peut vivre aux abords des routes et se servir de la chaussée revêtue comme site de thermorégulation. En se tenant immobile au bord de la chaussée sur des routes peu fréquentées, il se fait écraser.

En 2012 un plan national d'actions est mis en œuvre pour 5 ans par le ministère de l'écologie en faveur de la préservation de l'espèce.

3. Les mesures d'évitement, de réduction ou de compensation de l'impact de projets d'infrastructures linéaires de transport

Tout projet d'aménagement ou d'infrastructure risquant de provoquer un impact négatif significatif sur l'environnement doit comporter des mesures qui visent leur évitement, leur réduction et leur compensation [6]. Le bon état de conservation d'espèces protégées et/ou leurs habitats n'échappe pas à cette obligation.

Cette démarche, introduite par la loi du 10 juillet 1976 en France, connue sous **la séquence dite ERC : éviter, réduire, compenser [7]**, a été progressivement prise en compte dans diverses procédures environnementales. Plus particulièrement, si le projet est soumis à étude d'impact, ces mesures seront même accompagnées¹ de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus ainsi que des modalités de suivi et du suivi de leurs effets.

Différents types de mesures doivent donc être envisagés dès la phase de conception. « Cette phase est essentielle et préalable à toutes les autres actions consistant à minimiser les impacts environnementaux des projets, c'est-à-dire réduire au maximum ces impacts et en dernier lieu, si besoin, à compenser les impacts résiduels après évitement et réduction. C'est en ce sens et compte tenu de cet ordre que l'on parle de la séquence ERC » extrait des lignes directrices nationales sur la séquence ERC [7].

Cette démarche s'applique dès les études d'opportunité mais s'exerce principalement au cours des études préalables à l'enquête publique. Elle aboutira pour le maître d'ouvrage, par la délivrance d'une ou plusieurs autorisations dont la(es) forme(s) sera(ont) variable(s) selon le type de procédure environnementale poursuivie : Déclaration d'Utilité Publique (DUP), déclaration de projet (DP), espèces protégées et Natura 2000 par exemple. Ces mesures d'ERC ainsi que leur suivi font désormais partie intégrante de l'acte d'autorisation² du projet depuis la réforme des études d'impact, en vigueur au 1er juin 2012.

3.1. Les mesures d'évitement et de réduction tout au long des différentes phases de conception du projet

La mise en place de **mesures d'évitement** consiste à rechercher des solutions alternatives qui supprimeraient l'impact. Elles doivent conduire à ne retenir que la solution la moins impactante. Si la raison impérieuse d'intérêt public majeur ne permet pas d'éviter un impact significatif à la stricte protection des espèces protégées, il s'agit alors d'identifier l'impact résiduel direct ou indirect le moins défavorable aux espèces protégées et/ou à leurs habitats.

Les **mesures de réduction** concernent tout autant les projets neufs que les requalifications environnementales des réseaux de transport existants. Elles visent à réduire les impacts négatifs qui ne pourront être évités ou supprimés. Ces mesures complètent le choix de la solution la moins impactante retenue lors de la phase de conception du projet ; elles sont présentées de façon circonstanciée et détaillées afin de réduire l'impact direct ou indirect. Elles figurent dans le dossier de demande de déro-

1 Article R. 122-5 du code de l'environnement

2 Article R. 122-14 du code de l'environnement

gation et concourent à sa justification. Il peut s'agir d'optimiser la réduction de l'impact du projet : par exemple grâce à une amélioration des caractéristiques techniques des ouvrages et/ou son mode de réalisation.

a) Les études d'opportunité

C'est au cours de cette phase que se définit la zone géographique où s'exercera l'impact et où sera délimitée l'aire d'étude de la future infrastructure linéaire de transport. Il est donc indispensable à ce stade du projet, de pouvoir décrire et d'identifier entre autres enjeux, les reptiles et leurs habitats présents ou susceptibles de les fréquenter.

A l'issue de cette phase d'études *en amont* de la phase de travaux s'établissent la justification du projet, son opportunité, son utilité, sa raison impérieuse d'intérêt public majeur. C'est à ce moment qu'est choisie la variante des tracés du fuseau considérée comme la moins impactante après analyses multi-critères.

b) Les études préalables (Natura 2000, étude d'impact)

C'est ensuite pour préparer le dossier d'enquête publique, lors des études dites « préalable » (juste avant la DUP) que se délimite l'aire d'étude initiale jusqu'à parvenir au choix de la solution retenue (analyse multi-critères et concertations). Le maître d'ouvrage fera réaliser à ce stade, les différentes études d'incidences du projet sur le milieu naturel et celles qui concernent les sites Natura 2000 [8]. Ces études devront examiner les effets du projet notamment sur les espèces de serpents et lézards présents dans l'aire d'étude et surtout les espèces patrimoniales. L'analyse porte sur les espèces et les habitats ayant justifié la désignation du site. A ce titre, leur protection et celle de leurs habitats préférentiels doivent être assurées tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des sites Natura 2000. Les études devront donc prendre en compte l'ensemble des habitats potentiels et avérés interceptés par le projet, qu'ils soient inclus ou non dans un périmètre réglementaire, en considérant cette zone d'étude comme « l'aire d'influence directe du projet » sur l'espèce.

Le volet « milieu naturel » de l'état initial

L'état initial devra comporter une analyse des habitats d'espèces qui concernent les lézards et les serpents présents dans l'aire globale d'étude en plus des zones déjà répertoriées lors d'autres études, d'où l'importance de réaliser des inventaires tout au long des phases d'accomplissement de leur cycle biologique. Les campagnes de recensement (consistant notamment en la pose de plaques de béton sous lesquelles les reptiles se réfugient) peuvent être utiles au cours des études. L'étape suivante sera de cartographier à l'intérieur de ces habitats les zones de présence à forte potentialité et avérées de ces différentes espèces (1/10 000 voire 1/5 000). L'état initial devra également faire apparaître la connectivité des habitats lézards et serpents entre eux et décliner des enjeux hiérarchisés sur ces zones.

Comparaison des variantes et optimisation des tracés

L'implantation de l'infrastructure projetée devra tenir compte des paramètres suivants [8, 9] :

- l'isolement des populations, qui est un danger majeur d'extinction pour les espèces les plus fragiles ;
- la destruction, la dégradation et la fragmentation des habitats de ces reptiles ;
- les risques d'écrasement par les véhicules.

Lorsqu'ils ne pourront être évités, les habitats et/ou les corridors de reptiles identifiés lors des études amont devront impérativement être traversés dans les secteurs les moins pénalisants pour ces espèces (l'objectif étant de privilégier les aménagements dans les secteurs où les enjeux écologiques sont les moindres, de manière à optimiser la fonctionnalité écologique globale du réseau d'habitats).

Rappel : la comparaison des variantes est réalisée sur la base des impacts résiduels observables après la mise en place des mesures de réduction.

c) Les études en phase d'avant projet

C'est lors de cette phase que seront précisément dimensionnées et positionnées les mesures de réduction (décrites dans le chapitre suivant) pour les espèces présentes.

Pour ce faire, des inventaires complémentaires devront alors être entrepris ainsi que des relevés fins topographiques et d'habitats au droit des zones directement et indirectement impactées par l'emprise définitive du projet. Ils constituent l'actualisation des inventaires déjà réalisés lors de l'étude impact et/ou l'étude d'opportunité suites aux modifications de l'état initial, et/ou pour prendre en compte les conclusions du commissaire enquêteur s'il y a eu enquête publique.

d) Les mesures d'évitement en phase travaux

Dans les zones où ces espèces sont particulièrement menacées et dans les zones où leur présence est soupçonnée, les travaux en saison hivernale et estivale (hivernage et ponte jusqu'à l'éclosion ou à la mise-bas, Figure 1) sont à proscrire, sauf autorisation de dérogation pour destruction d'espèces protégées (art L.411,1 à 6 du code de l'environnement).

Ainsi les opérations de dessouchage et/ou de terrassement ne doivent être réalisées qu'au printemps et à l'automne. En revanche les opérations de débroussaillage peuvent quant à elles être réalisées en hiver, les engins ne travaillant alors que la végétation et non le substrat.

		Ja	Fe	Ma	Av	Ma	Jn	Jt	Ao	Se	Oc	No	De
Vipère d'Orsini	Phénologie												
	Chantiers												
Coronelle girondine	Phénologie												
	Chantiers												
Lézard ocellé	Phénologie												
	Chantiers												

Légende :		
Période favorable ou défavorable à l'espèce pour l'ouverture d'un chantier	Période favorable : interventions de défrichement ou de terrassement	
	Période défavorable pour les interventions de défrichement ou de terrassement	
Calendrier biologique (phénologie)	Période de ponte et d'éclosion ou de mise-bas	
	Période d'hibernation (T° extérieures <10 °C)	

Figure 1 : calendrier d'intervention calée sur les cycles biologiques des trois reptiles étudiés

Les périodes favorables (Figure 1) sont celles pour lesquels les individus autonomes peuvent sans risque se déplacer lors du dérangement vers un site plus favorable. Le calendrier biologique est, quelle que soit la localisation et quelle que soit l'espèce considérée, calé sur la température moyenne mensuelle extérieure. La température seuil en dessous de laquelle les reptiles entrent en hibernation est de 10 °C. Dans les zones les plus froides, c'est un paramètre qui est à prendre en compte.

Remarque générale : Quels que soient les projets et leurs études préalables, les mesures et les suivis, la maîtrise d'ouvrage ou la maîtrise d'œuvre déléguée doit faire appel à des experts, locaux ou non, qui pourront guider, évaluer les impacts et adapter les calendriers et les mesures au contexte local et au cortège d'espèces vivant sur la zone concernée.

3.2. Les mesures de réduction: application aux reptiles

a) Descriptif d'un dispositif spécifique : passage spécifique reptiles

Une des mesures de réduction d'impact généralement proposées pour réduire l'effet fragmentant de projets d'infrastructures de transport pour la petite faune est la mise en place d'ouvrages de franchissement dits « passages pour la petite faune » (ceux-ci visent à maintenir/rétablir la transparence écologique de l'infrastructure). Il s'agit le plus souvent de buses ovoïdes ou de section rectangulaire. Ces dispositifs sont cependant peu favorables aux reptiles. Une étude en République Tchèque [10] a toutefois démontré que des couleuvres d'Esculape, *Zamenis longissimus*, utilisent, pour traverser, des canalisations d'eau pluviales (dotées de cavités latérales) maçonnées sous chaussée. Les adultes qui utilisent plus fréquemment ces canalisations sont significativement moins impactés que les juvéniles. Afin d'optimiser la transparence écologique des infrastructures routières au regard de ces groupes d'espèces, une alternative pourrait être (en lieu et place des dispositifs de franchissement existants) la création d'un couloir de blocs de pierres en passage inférieur. Les passages inférieurs présentés sont des prototypes non encore mis en place, une suggestion de ce qui peut être fait, sans retour d'expé-

rience à ce jour. Deux solutions techniques sont possibles pour leur conception. Dans la première solution technique, des blocs de gros diamètre (50 cm environ) seraient disposés en quinconce, emprisonnés dans un dispositif de type dalot fermé en béton armé de 2m par 2m (Figure 2a). L'espace entre chacun de ces blocs de pierres doit être suffisamment important (10-20 cm) pour permettre le passage d'un cortège important d'espèces, ceci afin de constituer un corridor sinueux le plus attractif possible. D'autre part, afin de favoriser la présence des animaux fouisseurs dans la galerie, il serait bienvenu de disposer entre les blocs de pierres constituant le socle du dispositif, un mélange de terre végétale voire de fumier.

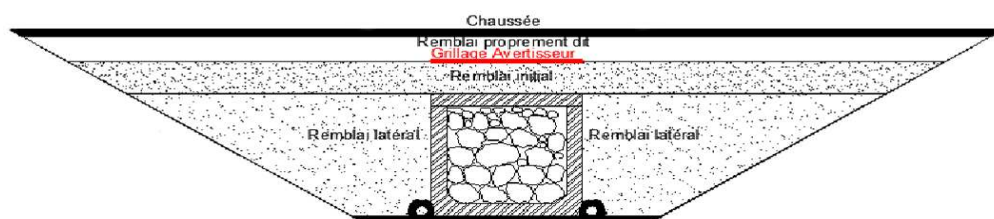


Figure 2a : Schéma de principe et coupe transversale du passage spécifique reptiles de type dalot (d'après les travaux de F. Vernay, B. Combet, C. Bouquet et A. O'Grady de l'Université Joseph Fourier)

L'autre solution technique (Figure 2b) consisterait en un alignement d'empilements de plaques moulées de béton armé formant des galeries dimensionnées pour permettre le passage aux reptiles et animaux fouisseurs. Les empilements sont posés côte à côte sur une semelle béton et encagés dans une chaussette en géomembrane. Ces deux dispositifs mesureraient environ 1,2 à 1,5 m de hauteur et de largeur.

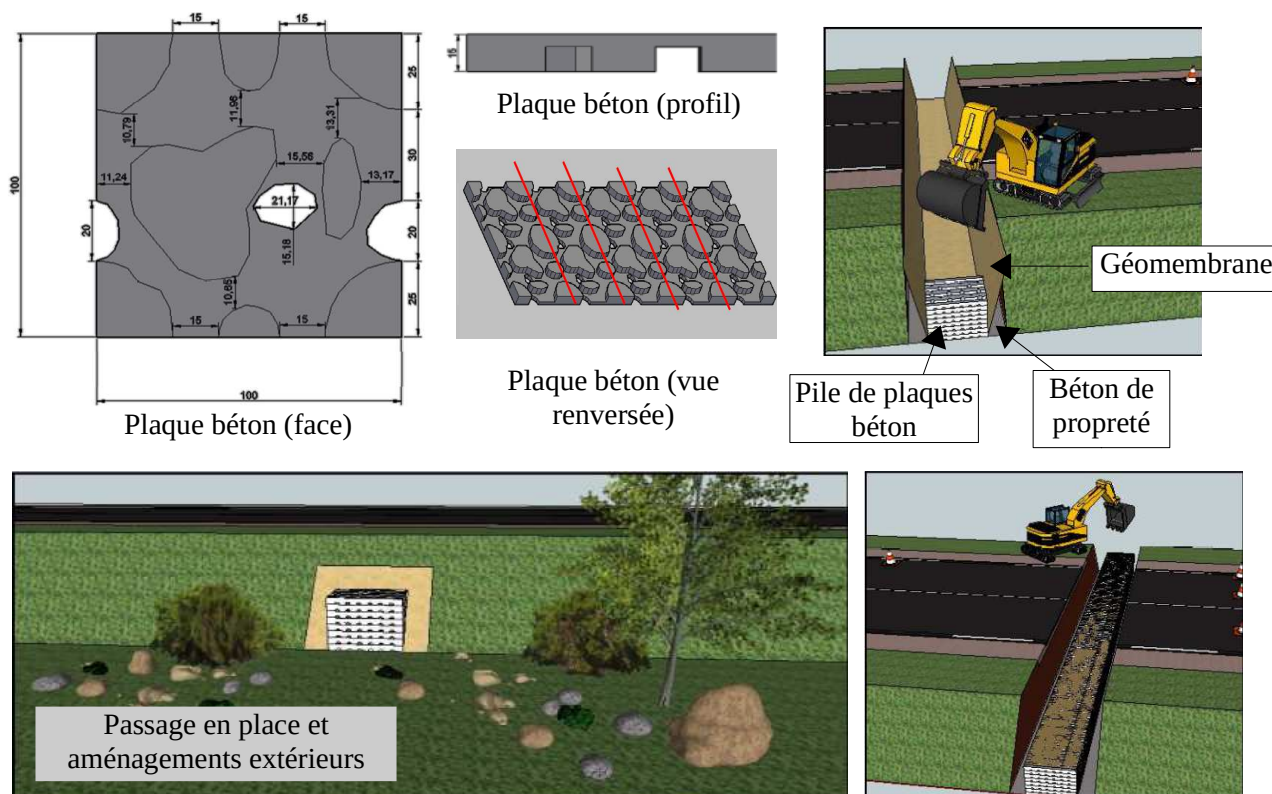


Figure 2b : Schémas de principes et coupe transversale du passage spécifique reptiles et des plaques moulées en béton armé qui le constituent (d'après les travaux de E. Doucet, C. Rey, I. Sbai, S. Tari, P. Feraud, A. Le Bihan, T. Thomas et R. Mordome de l'Université Joseph Fourier)

Remarque : ce type d'ouvrage présente l'avantage d'être sans entretien.

Coût indicatif en 2014 de la mesure (y compris l'aménagement des abords) : dans le cas de projet de requalification, la solution technique en dalot béton aurait un coût de 6600 €/ml et la solution d'empilements de plaques moulées en béton armé a un coût moindre de 2200 €/ml. Le coût serait moins élevé dans les deux cas pour un **projet neuf d'infrastructures de transport** qui serait de l'ordre de 1400 €/ml pour la deuxième solution technique (source : DIR Atlantique) sans l'aménagement des abords.

Remarque : les solutions de passage dans leur conception sont des propositions que le maître d'ouvrage pourra adapter en fonction de considérations de faisabilité technico-financière. Des échanges avec des experts devront se mettre en place pour leur mise au point.

b) Conditions d'implantation et d'aménagement des abords

Le choix de l'emplacement du passage est primordial. Ainsi, tout comme un passage « petite faune » avec buse, celui-ci ne doit pas être déposé en fond de thalweg mais hors niveau de crue ou en dehors des zones préférentielles d'écoulements temporaires pour les thalwegs secs.

Les milieux favorables aux reptiles, et également aux micro-mammifères sont plutôt humides, fermés d'arbustes denses, avec des clairières ensoleillées présentant des tas ou des murs de pierres (ruines), avec des haies et talus continus qui constituent des corridors [10, 11]. C'est aux abords de ce type de milieu plutôt hétérogène (bocage et/ou boisement humides/landes) que devra être implanté le passage spécifique reptiles.

Les abords devront donc présenter les mêmes caractéristiques : buissonnants fermés formant des bosquets jusqu'au passage en limite du lit majeur d'un cours d'eau ou d'une zone humide. Des murets ou des tas de pierres pourront être disposés çà et là dans les zones ensoleillées, les abords devant être ainsi attractifs pour les reptiles.

Le passage en lui-même assurera la continuité d'un flux biologique mais pourra de plus servir d'habitat, en laissant des anfractuosités dans le passage. Ce dernier ainsi que les bordures constitueront ainsi non seulement des corridors mais également une zone d'hivernage et de reproduction.

Les aménagements à éviter sont les surfaces engazonnées et nues, les reptiles évitant ces zones et préférant les zones de chaos rocheux et de buissons pour rester à couvert de prédateurs tels que les rapaces diurnes.



Figure 2c : Aménagements des abords du passage spécifique reptiles de type dalot (d'après les travaux de F. Vernay, B. Combet, C. Bouquet et A. O'Grady de l'Université Joseph Fourier)

c) Application sur passages supérieurs à faune ou écopont

Les écoponts répondent historiquement aux besoins des grands ongulés mais ils peuvent également assurer la dispersion d'un grand nombre d'autres espèces, notamment les reptiles, à condition de les aménager en conséquence [9].

Afin d'éviter la prédation par les rapaces, les lézards et serpents évitent les zones trop ouvertes. De ce fait, des zones de refuges doivent être aménagées, sur ces ouvrages (le long du tablier, par exemple) afin d'assurer à ces animaux une traversée plus aisée. Pour cela, un andain constitué de souches et de pierres peut être disposé afin d'améliorer l'attractivité du passage et le guidage des animaux vers l'extérieur de l'ouvrage (Photographies 2 et 3).

L'andain, composé de terre, de blocs de pierres et de souches, constitue une structure linéaire qui traverse l'ouvrage et se prolonge à l'extérieur de celui-ci (Photographie 3). Il est bâti sur une fondation avec longrine béton, avec des blocs rocheux de 40-60 cm scellés sur la longrine, des rondins de bois et souches. Il est sécurisé par des câbles liaisonnant les bois et scellés aux extrémités de la longrine.



Photographie 2 : andain sur un écopont (A10 - DTer SO)



Photographie 3 : Détail de l'andain (pierres, souches et rondins de bois reliés ensemble – A10 DTer SO)

Il offre des situations contrastées en termes de température et d'humidité particulièrement propices aux reptiles. Il permet de guider les reptiles qui cheminent au travers des andains. Il offre également des abris potentiels à ces espèces qui peuvent séjourner plusieurs heures sur un ouvrage avant de le franchir.

Coût indicatif de la mesure en 2014 : le coût au mètre linéaire est compris entre 120 et 200 €/ml incluant fourniture et exécution si cela rentre dans le cadre d'un lot de prestation plus large d'aménagement (source Vinci ASF).

d) Autre mesure pour la transparence écologique en faveur des reptiles

Dans les contextes les plus favorables aux reptiles, comme pour d'autres espèces, les emprises peuvent être considérées comme des milieux linéaires continus pouvant constituer des corridors (déplacement longitudinal au sein de l'emprise et parallèlement à la chaussée). Elles ne doivent pas cependant présenter de barrière physique risquant indirectement de provoquer des collisions sur des animaux qui, pour passer d'un côté à un autre d'un passage supérieur, seraient obligés d'emprunter la chaussée (Figure 3).

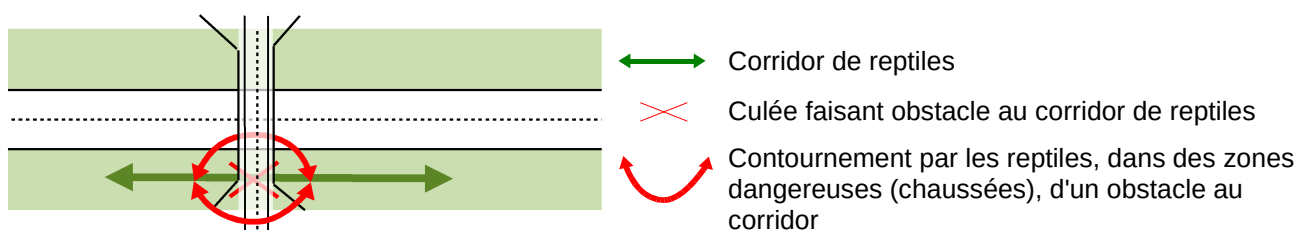


Figure 3 : ouvrage supérieur de franchissement interrompant un corridor en faveur des reptiles

Une culée lisse n'est pas favorable au passage des reptiles au travers de l'ouvrage, car elle n'offre pas de cache pour s'y réfugier, surtout si elle a son pied très proche de la chaussée. Les culées doivent donc présenter une ou deux ruptures de pente pour créer un passage transversal à l'ouvrage favorisant la traversée des petites espèces dont les reptiles (Figure 4).

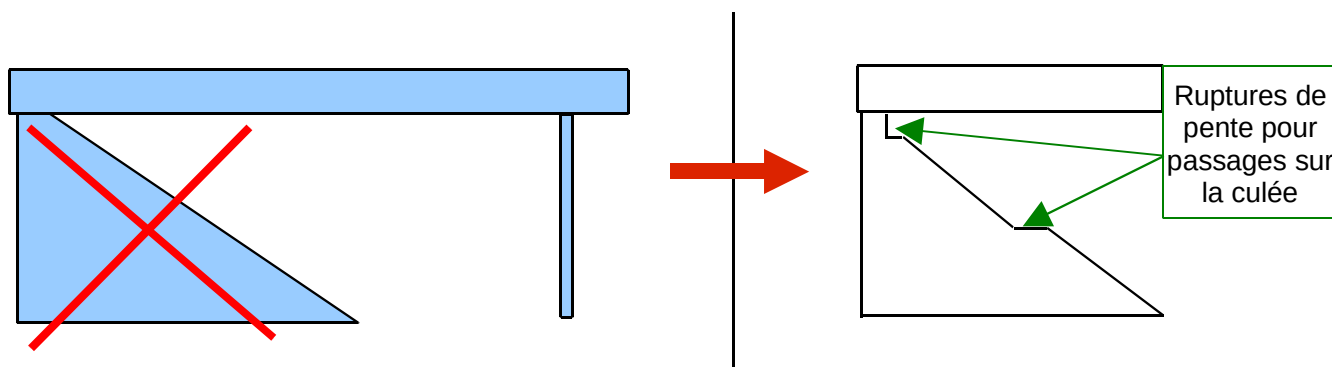


Figure 4 : passages sur la culée pour la petite faune (coupe transversale)

Coût de la mesure : Il est nul si cette dernière est prévue durant la phase de conception.

3.3. Les mesures de compensation

« Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects, du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles sont mises en œuvre sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne. » (Article R. 122-14 du code de l'environnement).

a) Principes

Les **mesures compensatoires** généralement mises en place sont des acquisitions de parcelles de terrain dont les habitats qui les occupent abritent les espèces impactées. Ces mesures compensatoires concernent les projets neufs mais également les projets de requalification.

Ce type de mesures ne doit être pris qu'en dernier recours et uniquement quand les mesures de réduction ne réduisent pas l'impact à un niveau faible à négligeable. Les impacts résiduels devant faire l'objet de mesures compensatoires doivent être identifiés le plus en amont possible dans les phases d'études préalables du projet en dégagant alors des indicateurs permettant d'évaluer et suivre l'efficacité des mesures compensatoires après leur mise en place.

b) Application aux reptiles

Aménagement des bermes

Les autoroutes, quand elles passent dans des milieux écologiques présentant une grande biodiversité sont alors facteurs de banalisation, leurs bermes et emprises constituant des corridors favorables aux espèces les plus ubiquistes. Par contre, quand une autoroute traverse des milieux fortement modifiés et de faible biodiversité comme des zones de grandes cultures, ses emprises dont la gestion est généralement extensive (hormis sur la bande enherbée de 5 m contre la chaussée) constituent un îlot de biodiversité, y compris pour les reptiles, car leurs proies de prédilection y abondent : les insectes et les rongeurs [10]. Les bermes les plus favorables aux reptiles sont plutôt buissonnantes et surtout riches en couvert minéral, avec notamment des assemblages de blocs de pierres. Ces dispositifs se doivent d'intégrer les contraintes de lisibilité et de sécurité des usagers de la route.

Les emprises ne peuvent constituer un corridor intéressant que dans la mesure où elles apportent une certaine hétérogénéité en termes d'habitats dans un milieu environnant dégradé. La pose régulière d'un tas de petits blocs, au milieu ou en bordure de l'emprise, en secteur embroussaillé, constituera une zone d'accueil favorable aux reptiles tels que les lézards et les serpents (mais également à tout un cortège d'espèces différentes). Régulièrement disposés, de tels tas permettront une amélioration de la circulation des reptiles. Il est également envisageable de disposer sur le sol des plaques de béton de 1 × 1 m dans des zones ensoleillées (favorables à la présence des reptiles). Ces zones doivent d'une part, ne pas être trop visibles pour des raisons esthétiques (la situation idéale serait une disposition de ces dispositifs sur les profils en remblais), mais celles-ci doivent être signalées pour des raisons liées à l'entretien des dépendances vertes par les équipes de maintenance.

Ces dispositifs (rocheux ou plaques de béton) ont la particularité de présenter le même apport de chaleur du jour que le repos en plein soleil avec l'avantage pour les reptiles d'être abrités.

L'autre avantage de ces dispositifs est de constituer également un abri notamment pour les micro-mammifères. Les reptiles qui sont ectothermes cherchent des zones chaudes la nuit pour éviter que leur température corporelle ne tombe sous un seuil critique ; ces dispositifs leur permettent par ailleurs de se cacher des prédateurs tels que les oiseaux [12, 13]. Cela permet enfin d'éviter qu'une part non négligeable de serpents ou de lézards ne se fasse écraser parce qu'ils se reposent la nuit sur les chaussées routières qui accumulent beaucoup de chaleur dans la journée.

Coût de la mesure : Il est nul si les matériaux utilisés sont des matériaux de récupération a fortiori s'ils sont transportables manuellement.

Remarque : Une étude préalable des impacts du trafic (risque élevé de mortalité par collisions routières) est nécessaire afin de vérifier, pour les espèces ciblées, que l'impact du trafic n'est pas d'une intensité telle qu'il compromette la survie des populations à l'échelle du site et génère ainsi un effet « puits ». En effet, l'aménagement des bermes attire les reptiles et permet aux espèces de se développer rapidement à court terme mais n'est pas viable dans ce cas à long terme car l'écosystème créé n'est pas durable (prédation forte, risque de mortalité routière...). Une quantité massive d'individus est alors précipitée dans le « puits » ou « piège » écologique.

Aménagement de lieux de ponte

Ce type de site est plutôt destiné à des espèces ovipares. Il consiste en un tas de terre végétale et de matières organiques (fumier, déchets végétaux...) mélangées, déposé sur un lit épais de blocs de pierres de taille variable (de 5 à 30 kg). Ce tas est recouvert d'une géomembrane qui permet la conservation de l'humidité à l'intérieur du site de ponte. Cette géomembrane, pour des raisons esthétiques et pour sa protection aux UV, peut être recouverte d'une couche de terre engazonnée. Plus le tas sera gros, plus la température en son sein sera constante. Il doit être enfin entouré d'un muret de pierres (Figure 5, photographie 5) et peut éventuellement être à demi enterré. Les dimensions sont d'environ 4 × 4 m et 1,2 m de haut, pouvant aller jusqu'à environ 50 m³ dans ces mêmes proportions de dimensions. Ce dispositif garde une humidité constante et une température suffisamment tamponnée pour être accueillant pour les reptiles ophidiens. Il sert également de site de repos hivernal (constituant ainsi un *hibernaculum*) pour les adultes reproducteurs, en général des couleuvres.

Ce système a dans un premier temps été expérimenté dans les Deux-Sèvres, près de l'autoroute A10 [13]. D'autres techniques d'aménagement d'*hibernaculum* existent, nous pouvons citer à titre d'exemple le cas de l'A63 en Aquitaine (Photographie 6).

Des dispositifs équivalents de site de ponte existent pour les lézards également [14, 15].

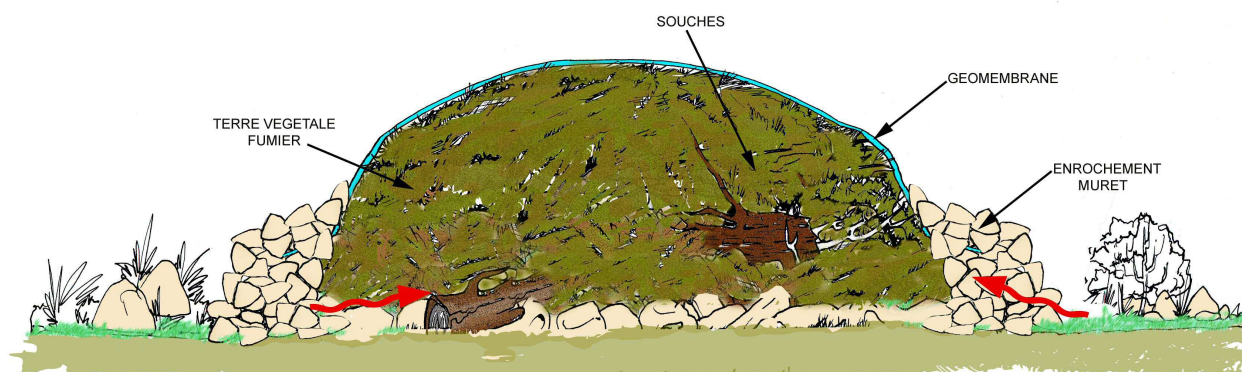


Figure 5 : schéma de principe d'un site de ponte artificiel pour reptiles (CEREMA DTer SO)



Photographie 5 : Site de ponte / hibernaculum artificiel en cours d'aménagement (X. Bonnet : A10)



Photographie 6 : autre type d'hibernaculum creusé dans le sol en cours d'aménagement (DTER SO : A63)

Coût indicatif de la mesure en 2014 : 200 à 400€ minimum pour la pérennité de l'hibernaculum en employant un maximum de matériaux de récupération (source Vinci ASF).

Capture et déplacement des espèces présentes

Si après études de toutes les solutions potentielles, aucune mesure d'évitement n'est possible, une mesure d'accompagnement à adopter peut être par exemple la mise en incubation des œufs trouvés, ou la capture et la mise en captivité des individus surpris en phase hivernale avant de les lâcher au printemps, sur un site favorable de préférence proche du site de capture. Cela nécessite dans ce cas au préalable la constitution d'un dossier d'autorisation de capture-transport d'espèces protégées ainsi qu'une autorisation de destruction d'habitat d'espèces protégées. Les œufs ou les individus trouvés en phase hivernale doivent être capturés et déplacés, après autorisation, dans un site ad hoc. Ces mesures de réduction peuvent être mises en place, après demande d'avis avec les services instructeurs et renseignements pris auprès des associations naturalistes ou tout autre organisme compétent (ONCFS, laboratoire de recherche en écologie...).

4. Suivis de l'efficacité des mesures

Dans le cadre d'une étude d'impact, l'article R. 122-15 du code de l'environnement précise que le suivi des mesures « *consiste en une présentation de l'état de réalisation de ces mesures, à travers un ou plusieurs bilans, permettant de vérifier le degré d'efficacité et la pérennité de ces mesures, sur une période donnée.* ». Au vu du ou des bilans du suivi des effets du projet sur l'environnement, une poursuite de ce suivi peut être envisagée par l'autorité qui a autorisé ou approuvé le projet¹.

Dans le cadre du dossier des engagements de l'Etat : Pour certains projets soumis au dossier d'incidences LOTI², « *un bilan des résultats économiques et sociaux est établi au plus tard cinq ans après leur mise en service* » et étendu aux aspects environnementaux par la circulaire Bianco du 15/12/1992 relative aux grands projets nationaux d'infrastructures (article L. 1511-6 du code des transports). Des instances de suivi représentatives des différents acteurs peuvent dans ce cadre être constituées (L. 125-8 du code de l'environnement).

Des indicateurs généraux doivent être dégagés en amont lors de l'étude des projets d'infrastructures de transport afin de pouvoir évaluer leur efficacité. La fréquentation des passages par les reptiles et le maintien des espèces visées de part et d'autre de l'infrastructure doivent être les deux objectifs de base.

¹ Article R. 122-14 du code de l'environnement

² Loi d'orientation sur les transports intérieurs

Pour mesurer ces objectifs, on doit s'appuyer sur des évaluations précises des populations avant la construction du projet, avec des descripteurs définis en phase études amont : effectifs et densité des populations (tous deux indispensables à l'état initial au droit des zones qui seront fortement impactées), surface et intégrité de l'habitat, éléments du paysage qui le composent comme la surface de zones buissonneuses, le linéaire de haies et de talus... Ils doivent être précisés juste avant l'ouverture du chantier pour les derniers ajustements ou lors de l'acquisition d'un terrain au titre de mesure compensatoire.

Des suivis des passages et des autres mesures en faveur de la transparence écologique pour les reptiles doivent être réalisés avec des protocoles répétables et standardisés, qui ne doivent pas varier au cours des suivis. Il est indispensable pour la maîtrise d'ouvrage de s'appuyer sur le travail des bureaux d'études et surtout de s'adjoindre une assistance à maîtrise d'ouvrage compétente pour ce groupe taxonomique particulier et encore mal connu. Les laboratoires de recherches spécialisés sur les reptiles constituent dans ce cas une expertise des plus utiles.

5. Glossaire

Corridors : au sens écologique se dit de voies de connexion pour la faune et la flore. Ces passages sont censés relier des zones où les espèces trouvent les conditions favorables pour réaliser tout ou partie de leur cycle biologique. Leur importance a conduit au concept de « trame verte et bleue » qui veille à maintenir grâce à ces corridors les échanges entre les groupes isolés de populations des espèces et/ou leur permettre le bon accomplissement de leurs différents stades ou phases de développement.

DUP : Acte d'autorisation d'un projet portant Déclaration d'Utilité Publique nécessaire à l'expropriation.

Ectotherme : qualifie les animaux dont la température est variable, liée à celle de leur milieu (reptiles, batraciens, poissons). Un autre qualificatif (non synonyme) désigne les animaux à « sang froid ». Ces animaux qui ne contrôlent pas leur température constante sont appelés poïkilothermes contrairement aux homéothermes tels que les mammifères et les oiseaux.

Espèces dites « patrimoniales » : Par définition les espèces dites « patrimoniales » sont l'ensemble des toutes les espèces qui constituent une faune et/ou une flore indigène et donc un patrimoine local, régional, national, etc., qu'il soit protégé ou non. Par abus de langage elles peuvent désigner des espèces protégées, menacées (liste rouge) et rares, ainsi que (parfois) des espèces ayant un intérêt scientifique ou symbolique. Il ne s'agit pas d'un statut légal. Il est donc recommandé par souci d'exactitude de parler d'espèces à enjeux (fort, moyen, faible,...) au regard de leur état de conservation (sur un territoire précisé) et éviter ainsi ce qualificatif impropre.

État Initial : [12] Évaluation de l'état des lieux (espèces et habitats) avant toute intervention générée par un projet. Cet état doit être réalisé lors de la phase d'analyse de la zone et des milieux susceptibles d'être impactés par un projet, et constitue une condition obligatoire du dossier à présenter pour solliciter une demande de dérogation. La notion d'environnement doit être interprétée au sens large, intégrant à la fois les dimensions relatives aux milieux physiques, biologiques et humains, ainsi que les interrelations entre les éléments issus de ces différents milieux. Cette analyse peut résulter des données bibliographiques, mais essentiellement des investigations et prospections de terrain in situ ainsi que des contacts avec les acteurs du territoire. Cet état est descriptif du contexte et complété d'une approche analytique à la fois thématique et globale. Elle constitue l'état de référence.

Groupe taxonomique : Groupe d'organismes vivants qui descendent généralement d'un ancêtre commun et qui ont certains caractères communs. Les embranchements, classes, ordres, familles, genres ou espèces... sont des taxons. Certains taxons peuvent avoir plusieurs ancêtres proches connus : ils sont dits para-phylétiques, c'est précisément le cas de la Classe des Reptiles (REPTILIA).

Hibernaculum : refuge, gîte ou partie de terrier qui sert à l'hibernation d'un animal. Par extension désigne les abris artificiels réalisés pour les reptiles ou amphibiens.

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

Longrine : poutre horizontale en béton.

Ongulé : se dit d'un animal muni de sabots.

Ophidien : ce qualificatif est couramment utilisé pour désigner ce qui a trait aux serpents

Ovipare : se dit d'une espèce (animale) qui se reproduit par des œufs.

Pastoralisme : ensemble des activités d'élevage valorisant, par un pâturage extensif seul, les ressources fourragères spontanées des espaces naturels, pour assurer tout ou partie de l'alimentation des animaux.

Relictuel : Une espèce relictuelle vit dans un écosystème isolé. Elle est le vestige d'une population jadis beaucoup plus vaste, lorsque les conditions de milieu favorables à sa survie s'étendaient sur une zone plus importante.

Talweg : ligne qui rejoint les points les plus bas d'une vallée (fond de vallée).

Transparence écologique d'une infrastructure de transport : l'infrastructure terrestre de transport induit une fragmentation des milieux. Améliorer la transparence écologique de l'infrastructure revient à rétablir, quand l'enjeu biologique le justifie, les continuités ou corridors entre les habitats afin de leur rendre leur fonctionnalité et maintenir ou rétablir la libre circulation des espèces.

Ubiquiste : désigne des espèces vivantes capables de coloniser des habitats très variés et qui, de ce fait, ne présentent aucune inféodation à un type de biotope donné.

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Vivipare : se dit d'une espèce (animale) dont le mode de reproduction s'effectue dans l'utérus et qui expulse des jeunes ou des larves formées. Cette stratégie de reproduction s'oppose à l'oviparité.

6. Bibliographie

- [1] Are snake populations in widespread decline : Reading C.J., Luiselli L.M., Akani G.C., Bonnet X., Amori G., Ballouard J.M., Filippi E., Naulleau G., Pearson D., Rugiero L. Biology Letters, rsbl.-royalsocietypublishing.org, 2010, 4 pages.
- [2] Schéma national des infrastructures de transport (SNIT) : projet. Version provisoire d'octobre 2012. MEDDE/DGITM.
- [3] The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes :Bonnet X., Nauleau G., Shine R., Biological Conservation **89**, 1999, pp. 39–50.
- [4] Les reptiles de France, de Belgique, Luxembourg et Suisse. Collection Parthénope, Vacher J.P. et Geniez M.,Biotope (Eds) 2010. 544 pages.
- [5] Inventaire de la faune menacée en France. Maurin H., MNHN (Eds) 1994, 176 pages.
- [6] L'étude d'impact : principes et contenu : Référence Aquitaine Juin 2012,DREAL Aquitaine (Mission Connaissance et Évaluation).
- [7] Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel,MEDDLT, 2012, 9 pages.
- [8] "Évaluation des incidences des programmes et projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements susceptibles d'affecter de façon notable les sites Natura 2000."Circulaire du 5 octobre 2004. DNP/SDEN n° 2004
- [9] Aménagements et mesures pour la petite faune SETRA – MINENV/MEDD, 2005, guide technique, SETRA (Eds), 264 pages.
- [10] Living in the road vicinity – unique habitat of Zamenis longissimus in the Ohře River Valley, the Czech Republic. Communication (Poster) Musilová R., Janoušek K., Zavadil V. IENE 2010
- [11] Infrastructures de transport biodiversité et territoire, l'apport de l'écologie du paysage, Note d'information N°95 – 2011, 29 pages.
- [12] Reptiles et environnement routier : risques et bénéfices. Actes du colloque, 4^e rencontre "Routes et faune sauvage", Verheyden C., Bonnet X., Lelièvre H., 2008, 21 et 22 septembre 2005, Chambéry, Sétra, 154 pages.
- [13] Thermal benefits of artificial shelters in snakes: A radiotelemetric study of two sympatric colubrids. Journal of Thermal Biology Lelièvre H., Blouin-Demers G., Bonnet X., Lourdais O. A radiotelemetric study of two sympatric colubrids. Journal of Thermal Biology 2010, 35 (7), pp. 324-331.
- [14] Rabbit burrows or artificial refuges are a critical habitat component for the threatened lizard,Grillet P., Cheylan M., Thirion J.M., Doré F., Bonnet X., Dauge C., Chollet S., Marchand M.A., *Timon lepidus* (Sauria, Lacertidae), Biodiversity Conservation 19, 2010, pp. 2039–2051.
- [15] Artificial egg-laying sites for lizards: a conservation strategy : Castilla A.M. et Swallow J. G. Biological Conservation 72, 1995, pp. 387–391.

Cette note d'information « Environnement – Santé – Risque » est publiée dans
la collection « Connaissances » du Cerema

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir et approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

Les notes d'information sont destinées à fournir une information rapide sur un sujet donné. Elles font l'état de connaissances, d'études, de réflexion, d'expériences ou de techniques à la date de leur parution, sachant que leur actualité et leur contenu doivent être appréciés en fonction d'évolutions réglementaires ou techniques plus récentes.

Collection

Connaissances

ISSN : 2417-9701

ISBN : 978-2-37180-072-6

Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son rédacteur ni du Cerema.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

© 2015 - Cerema
La reproduction totale ou partielle du document doit être soumise à l'accord préalable du Cerema

Rédaction

Jérôme Cavailhes – Sétra puis Parc régional des Pyrénées

Éric Guinard - CEREMA/DTerSO

Perrine Vermeersch - CEREMA/DtecITM

Illustration

Bruno Tauzin - CEREMA/DTerSO

Remerciements aux étudiants cités dans les figures 2a, 2b et 2c du Master 2 GCI de l'université Pierre Fourier Grenoble 1 ainsi qu'à leur enseignant Pierre-André Pissard encadrant leurs travaux sur la conception du passage inférieur spécifique reptile

Relecture

Géraldine Audié-Liébert (CEREMA/DTerSO)

Xavier Bonnet (CEBC-CNRS)

Jean-Christophe de Massary (MNHN)

Philippe Geniez (EPHE)

Renseignements techniques

Perrine Vermeersch - CEREMA/DtecITM/CSEP/D.Environnement

téléphone : 33 (0)1 60 52 30 25 – télécopie : 33 (0)1 60 52 81 25

mél : perrine.vermeersch@cerema.fr

Connaissance et prévention des risques - Développement des infrastructures - Énergie et climat - Gestion du patrimoine d'infrastructures
Impacts sur la santé - Mobilité et transports - Territoires durables et ressources naturelles - Ville et bâtiments durables

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement – www.cerema.fr

Direction technique Infrastructures de transport et matériaux – 110, rue de Paris. 77171 Sourdun – Tél. +33 (0)1 60 52 31 31

Siège social : Cité des mobilités – 25 av. François Mitterrand - CS 92803 - 69674 BRON Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14