



ÉTUDE DE L'IMPACT DES INFRASTRUCTURES SUR LA FRAGMENTATION DE LA TRAME VERTE ET BLEUE

Note méthodologique



Étude de l'impact des infrastructures sur la fragmentation de la
Trame verte et bleue
Note méthodologique

Novembre 2012

Pauline BERNARD, Fanchon RICHART, Thierry LANIESSE



Cette étude est issue de travaux menés en partenariat avec John D. THOMPSON du CEFE-CNRS et Claudie HOUSSARD du CEN-LR et qui ont fait l'objet d'une publication « Identification de la Trame Verte et Bleue dans le Parc naturel régional – Notice méthodologique » janvier 2012, 40 pp

Parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée

SOMMAIRE

1. Déterminer le rôle d'obstacle de chaque type d'infrastructure	4
1.1. Le réseau routier.....	6
1.1.1. Impact du trafic routier	7
1.1.2. Impact du nombre de voies	7
1.1.3. Impact du caractère « équipé » de l'infrastructure	8
1.1.4. Prise en compte des aménagements existants pour le passage de la faune	8
1.2. Le réseau de transport et de distribution de l'électricité.....	9
1.3. Le réseau ferroviaire	10
1.4. Les sites éoliens et les parcs photovoltaïques.....	10
2. Prise en compte de l'effet fragmentant cumulé des infrastructures linéaires	11
3. Enquête sur la mortalité routière de la faune sauvage	11
4. Synthèse des résultats obtenus concernant les infrastructures du territoire du Parc	13
5. Bibliographie.....	16

Ce n'est que depuis les années 1980 que l'ensemble des dommages des routes sur l'environnement, leurs sources et leurs conséquences à longs termes deviennent des préoccupations sérieuses pour les environnementalistes et les gestionnaires d'infrastructures (Forman *et al.*, 2003). Depuis, la majorité des travaux scientifiques publiés et des guides opérationnels édités traitent de l'impact des infrastructures routières et du trafic routier. Seuls

quelques articles évoquent l'impact des voies ferrées, des canaux et de leur trafic associé. C'est pourquoi, dans le cadre de l'étude de l'impact des infrastructures linéaires sur la Trame Verte et Bleue du Parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée (TVB), l'attention a été particulièrement portée sur les routes. Le rôle des autres infrastructures linéaires sur la TVB est toutefois évoqué.

1. Déterminer le rôle d'obstacle de chaque type d'infrastructure

Le rôle d'obstacle d'une infrastructure dépend de la **mortalité** qu'elle engendre par collision et du **cloisonnement** des populations qu'elle provoque. Les critères choisis pour l'analyse du rôle d'obstacle des infrastructures linéaires prennent donc en compte ces deux effets.

Une infrastructure de transport peut également avoir un rôle important dans la destruction et la modification des habitats naturels, à travers différents processus : perte directe de l'habitat lors de la construction de l'infrastructure, pollutions chimique, lumineuse et sonore, création d'habitats favorables aux espèces exotiques envahissantes, etc. Ces processus étant plus difficiles à évaluer, cette première étude n'en fait pas état.

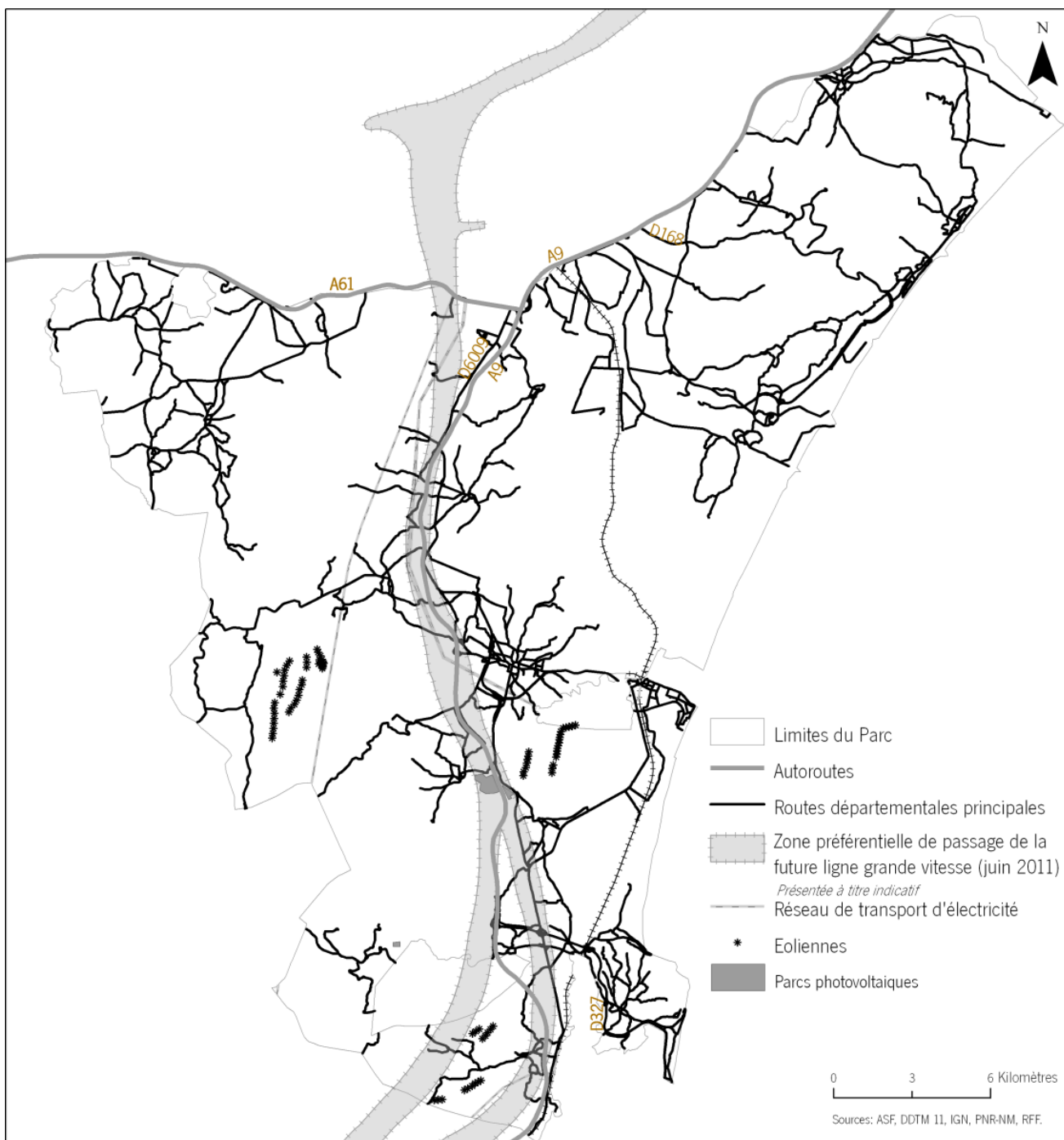
Les infrastructures suivantes ont été jugées comme ayant un impact non négligeable :

- réseau routier et autoroutier
- réseau ferré
- réseau de transport d'électricité
- réseau d'éoliennes et parcs photovoltaïques au sol

Le recensement de ces infrastructures est présenté sur la carte 1.

Les principaux cours d'eau n'ont pas été pris en compte comme des éléments à l'origine de fragmentation. En effet, s'ils peuvent être des obstacles pour certaines espèces de micromammifères ou d'insectes, ils hébergent également une certaine biodiversité et représentent de véritables corridors longitudinaux pour de nombreuses espèces aquatiques, terrestres et aériennes. Il a donc été décidé de mettre en évidence leur potentiel à être un réservoir de biodiversité plutôt qu'une barrière.

A l'inverse, il est reconnu que les canaux peuvent être à l'origine d'une mortalité par noyade de certains animaux (cervidés, sangliers). Mais dans le cas du Parc, l'ensemble de l'étude trame verte et bleue ne s'est pas basée sur une approche espèce, ce qui explique le fait que les canaux n'aient pour l'instant pas été considérés comme des obstacles. Ils pourraient toutefois faire l'objet d'une étude approfondie.



Carte 1: Infrastructures de transport et infrastructures de production et de transport d'électricité sur le territoire du Parc (Source : BERNARD (2011)).

1.1. Le réseau routier

L'impact provoqué par le réseau routier peut être très important. En effet, il induit à la fois une mortalité importante et un effet de cloisonnement plus ou moins total.

Selon les caractéristiques des infrastructures, les impacts sont différents. Les principaux attributs des

infrastructures routières susceptibles d'être à l'origine du rôle d'obstacle des infrastructures sur un large panel d'espèces terrestres sont présentés dans le tableau 1.

Attributs de l'infrastructure étant à l'origine d'un rôle d'obstacle avéré selon la bibliographie	Mammifères	Oiseaux	Amphibiens	Insectes	Références (indications non exhaustives)
La largeur de la chaussée et/ou du nombre de voies	x	x	x	x	Gunson <i>et al.</i> 2010
La vitesse de circulation	x	x	x	x	Gunson <i>et al.</i> 2010
La densité du trafic	x	x	x	x	Philcox <i>et al.</i> 1999 ; Taylor <i>et al.</i> 2002 ; Saeki & Macdonald 2004 ; Seiler 2005 ; Orlowski & Nowak 2006 ; Soluk <i>et al.</i> 2011.
Structure en déblais ou remblais	x	x			Clevenger <i>et al.</i> 2003 ; Bellis & Graves 1971 ; Massemin & Zorn 1998.
Configuration de la route (courbe ou linéaire)	x				Joyce & Mahoney 2001 Gunson <i>et al.</i> 2010
Aménagements : dépendances vertes, terre-plein central et clôture	x	x	x		Bellis & Graves 1971 Saint Clair <i>et al.</i> 1998 Clevenger <i>et al.</i> 2003 Jaeger & Fahrig 2004

Tableau 1: Principaux attributs de description des infrastructures routières à prendre en compte pour hiérarchiser les tronçons routiers selon leurs impacts sur la faune, selon la bibliographie

Trois principaux paramètres sont finalement jugés pertinents pour le territoire et retenus pour l'analyse :

- le trafic routier
- le nombre de voies
- le caractère « équipé » de la route (dans notre cas, la présence de clôtures).

En dehors des attributs liés aux infrastructures linéaires elles-mêmes, la littérature relève d'autres facteurs qui peuvent influencer la mortalité ou le rôle de fragmentation d'une route :

- les facteurs en lien avec les espèces et les populations d'espèces vivant à proximité des routes : les caractéristiques écologiques des espèces, le comportement individuel des individus, la densité des populations d'espèces ;
- les facteurs en lien avec l'environnement de l'infrastructure : diversité des habitats, proximité de forêts ou de cours d'eau.

Toutefois, dans un souci d'opérationnalité et du fait que le Parc n'a pas choisi une approche « espèces » dans l'étude de la TVB, ces facteurs n'ont pas été pris en considération ici.

1.1.1. Impact du trafic routier

Le premier paramètre étudié ici est le trafic routier (hors autoroute).

Comme le montre la figure 1, l'effet de fragmentation par les infrastructures routières ne commence véritablement que lorsque le trafic atteint 2500 véhicules par jour. Entre 2500 et 10000 véhicules par jour, le nombre d'animaux tués est important et le nombre d'animaux repoussés augmente. Enfin, pour un trafic supérieur à 10000 véhicules par jour, l'effet de barrière de l'infrastructure devient quasi-total.

Ces 3 intervalles ont alors été choisis. Une note correspondant au rôle d'obstacle de l'infrastructure a ensuite été donnée pour chacun de ces intervalles.

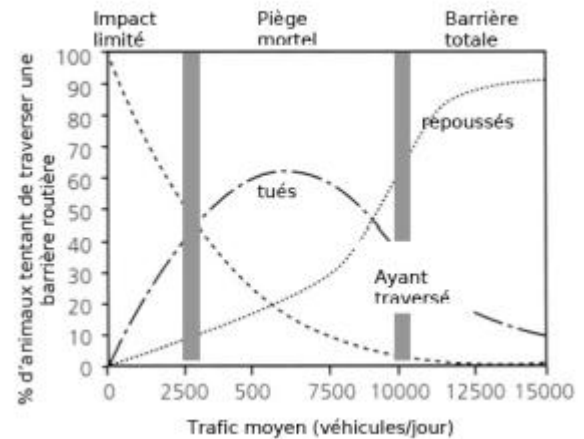


Figure 1: Effet de fragmentation des infrastructures routières en fonction du trafic moyen journalier (Source : IUELL *et al.* 2007).

Le trafic routier n'est pas toujours connu, ce qui a impliqué la création d'une classe supplémentaire. On obtient donc au total 4 valeurs du paramètre trafic routier, présentées dans le tableau 2.

Trafic routier	Description	Note
Non connu	Données non disponibles	1
< ou = à 2500 véhicules/jour	Faible mortalité, faible effet de cloisonnement ⇒ Perméabilité existante	2
Entre 2500 et 10000 véhicules/jour	Forte mortalité, fort effet de cloisonnement ⇒ Perméabilité faible	3
> ou = à 10000 véhicules/jour	Forte mortalité, fort effet de cloisonnement ⇒ Perméabilité quasi nulle	4

Tableau 2 : Valeurs du paramètre « trafic routier » et note associée correspondant au rôle d'obstacle de l'infrastructure pour la faune (adapté d'Alsace Nature 2008)

1.1.2. Impact du nombre de voies

Le second paramètre étudié est le nombre de voies. Le tableau 3 présente les différentes valeurs de ce paramètre auxquelles sont associées des notes

correspondant au rôle d'obstacle de l'infrastructure pour la faune.

Nombre de voies	Note
1 ou 2 voies étroites	1
2 voies larges	2
3 voies	3

Tableau 3: Valeurs du paramètre « nombre de voies » et note associée correspondant au rôle d'obstacle de l'infrastructure pour la faune (adapté d'Alsace Nature 2008).

1.1.3. Impact du caractère « équipé » de l'infrastructure

Les axes « équipés » recouvrent les grands axes routiers équipés de dispositifs divers pouvant empêcher le déplacement des individus. Dans notre cas, il s'agit des autoroutes protégées par des clôtures. Ces équipements rendant l'infrastructure quasi-imperméable permettent de réduire la mortalité des individus, mais vont augmenter le cloisonnement

des populations. Les données concernant le trafic sur le tronçon d'autoroute A9 traversant le Parc permettent d'estimer ce trafic à environ 45 000 véhicules en moyenne par jour. L'effet de fragmentation par ces infrastructures est donc très important. Ainsi, il a été choisi de leur attribuer une note de rôle d'obstacle de 7.

1.1.4. Prise en compte des aménagements existants pour le passage de la faune

Une étude de terrain a permis de relever les ouvrages existants utilisables par la faune pour franchir les tronçons des autoroutes A9 et A61 qui traversent le Parc.

Chaque ouvrage a fait l'objet d'une fiche informant sur sa localisation précise et décrivant sa forme, sa

taille, le paysage environnant, et d'éventuelles autres remarques, comme le caractère végétalisé ou bétonné des abords de l'ouvrage.

Par la suite, chaque ouvrage a été caractérisé selon la typologie proposée par le SETRA, présentée dans la figure 2.

Passage simple		Type I : conduit ou simple dalot	Buse Ø 400 à 2 000	
Passage spécialisé (amphibiens)		Type II : passage à batraciens	Passages multiples associés à un dispositif de collecte	
Passage mixte		Type III : passage hydraulique mixte de petite dimension	Pont cadre ou ovoïde associé à un marchepied	
Passage agricole ou forestier		Type IV : passage agricole ou forestier dimensions minimales	PI ou PS à usage mixtes (dimensions réduites $1 < 8$ m)	
Passage inférieur grande faune		Type V : passage inférieur grande faune	PI $8 < 1 < 12$ m	
Passage supérieur grande faune		type VI : écopont, pont vert, pont végétalisés	PS $12 < 1 < 25$ m	
Viaduc		Type VII : passage sous viaduc	Viaduc $H > 8$ m $L > 25$ m	
Faux tunnel		Type VIII : couloir écologique	Tranchée couverte	

Figure 2: Typologie des passages utilisables par la faune pour franchir les routes, élaborée par le SETRA (Carsignol 2011)

Ces données ont permis de préciser les zones où l'autoroute, malgré la présence de clôture, est en réalité plus ou moins perméable à la faune.

Le SETRA préconise la présence d'un passage tous les 1 à 3 km pour la grande faune, et tous les 300 m pour la petite faune. Ces règles simples doivent être précisées en fonction de la distribution et des déplacements d'une espèce en particulier si l'on souhaite lui faciliter le franchissement de l'infrastructure.

Dans le cas du Parc, l'ensemble de l'étude trame verte et bleue ne s'est pas basée sur une approche espèce, c'est pourquoi on ne précisera pas ces règles simples de fréquences de passages.

En revanche, on s'appliquera à rechercher la complémentarité des ouvrages, comme le présente la figure 3.

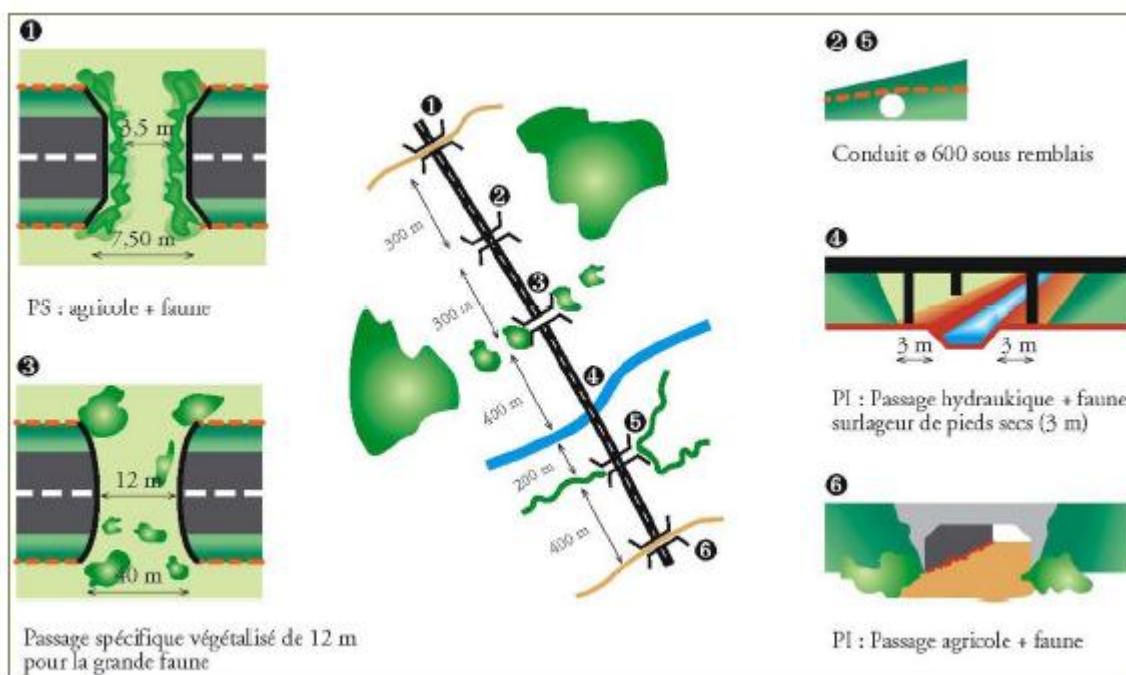


Figure 3: Exemple d'une série d'ouvrages complémentaires, élaboré par le SETRA (extrait de ALSACE NATURE 2008)

La distance entre les différents passages recensés a donc été calculée afin d'identifier les zones où la

fréquence et la complémentarité des passages est correcte.

1.2. Le réseau de transport et de distribution de l'électricité

Plusieurs réseaux peuvent être distingués. Pour les lignes à très haute, haute, et moyenne tension, l'impact sur l'avifaune a été relativement bien étudié et confirmé. Les lignes électriques peuvent générer une mortalité sur l'avifaune par collision ou dans certaines configurations par électrocution.

Ce phénomène est moins connu pour les autres types de lignes électriques et pour les chiroptères. Ces différents types de lignes sont regroupés dans le tableau 5 et associés à une note correspondant au rôle d'obstacle. Cette notation pourrait être ajustée en recherchant la présence d'équipement anticollision si certaines lignes en ont bénéficié.

Type de lignes	Note
Très haute tension (400 et 225 kV)	4
Haute tension (90 et 63 kV)	3
Moyenne tension et basse tension (20 kV et 400V)	2
Alimentation électrique des trains	1

Tableau 4: Types de lignes électriques existantes et la note associée correspondant au rôle de l'obstacle (adapté d'Alsace Nature 2008)

1.3. Le réseau ferroviaire

L'impact des voies ferrées et de leur trafic associé est très peu documenté dans la littérature. Il est donc difficile d'établir un tableau détaillé comme celui réalisé pour les infrastructures routières.

On peut toutefois identifier l'augmentation de la vitesse des trains comme l'un des principaux facteurs qui accentuent les risques de mortalité par collision.

On peut également considérer l'électrification des voies comme un facteur d'impact supplémentaire.

Il a donc été choisi de classer les tronçons du réseau ferroviaire selon deux critères : le type de voie et l'électrification de la voie. Le tableau 6 présente le classement de ces tronçons et leurs notes associées correspondant à leur rôle d'obstacle (en intégrant la valeur de la note associée au type de ligne électrique d'alimentation des trains qui est de 1).

	Note
Voie normale non électrifiée	2
Voie normale électrifiée	3
Voie à grande vitesse (future ligne)	5

Tableau 5: Types de voies ferrées et note de rôle d'obstacle associée (adapté d'Alsace Nature 2008 et Belmont *et al.* 2010).

1.4. Les sites éoliens et les parcs photovoltaïques

Les sites éoliens n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Cependant, la question de leur intégration dans la catégorie des infrastructures causant de la fragmentation reste posée. Il existe un impact direct (mortalité par collision) relativement faible sur les oiseaux nicheurs ou migrateurs. Mais il existe des impacts indirects plus importants tels que la déviation des couloirs de migration, le dérangement en rendant indisponibles ou très dangereuses les

zones d'alimentation ou d'apprentissage du vol par les jeunes.

Les éoliennes causeraient par ailleurs de la mortalité par collision pour les chiroptères.

Concernant les parcs photovoltaïques, nous ne disposons pas encore d'éléments bibliographiques permettant d'attribuer une note à leur impact fragmentant. Celui-ci peut être variable selon la nature des clôtures utilisées, la surface du site enclos, ...

2. Prise en compte de l'effet fragmentant cumulé des infrastructures linéaires

Afin de déterminer les zones où la proximité des infrastructures linéaires pourrait provoquer un effet cumulé, il a été choisi d'appliquer aux différentes infrastructures des tampons dont la largeur varie selon l'importance du rôle d'obstacle de chaque infrastructure.

Note de rôle d'obstacle	Largeur de la zone tampon
2	50 m
3	200 m
4	500 m
5	1000 m
6	1500 m
7	2000 m

Tableau 6: Largeur de la zone tampon choisie pour chaque note de rôle d'obstacle (adapté d'Alsace Nature 2008 et Belmont *et al.* 2010).

Les zones où l'effet cumulé est significatif sont alors les zones où les tampons se superposent. Nous avons considéré que l'effet cumulé était important lorsqu'au moins 4 zones tampon se superposent.

Le tableau 6 présente la valeur des tampons choisis correspondant à chaque note de rôle d'obstacle.

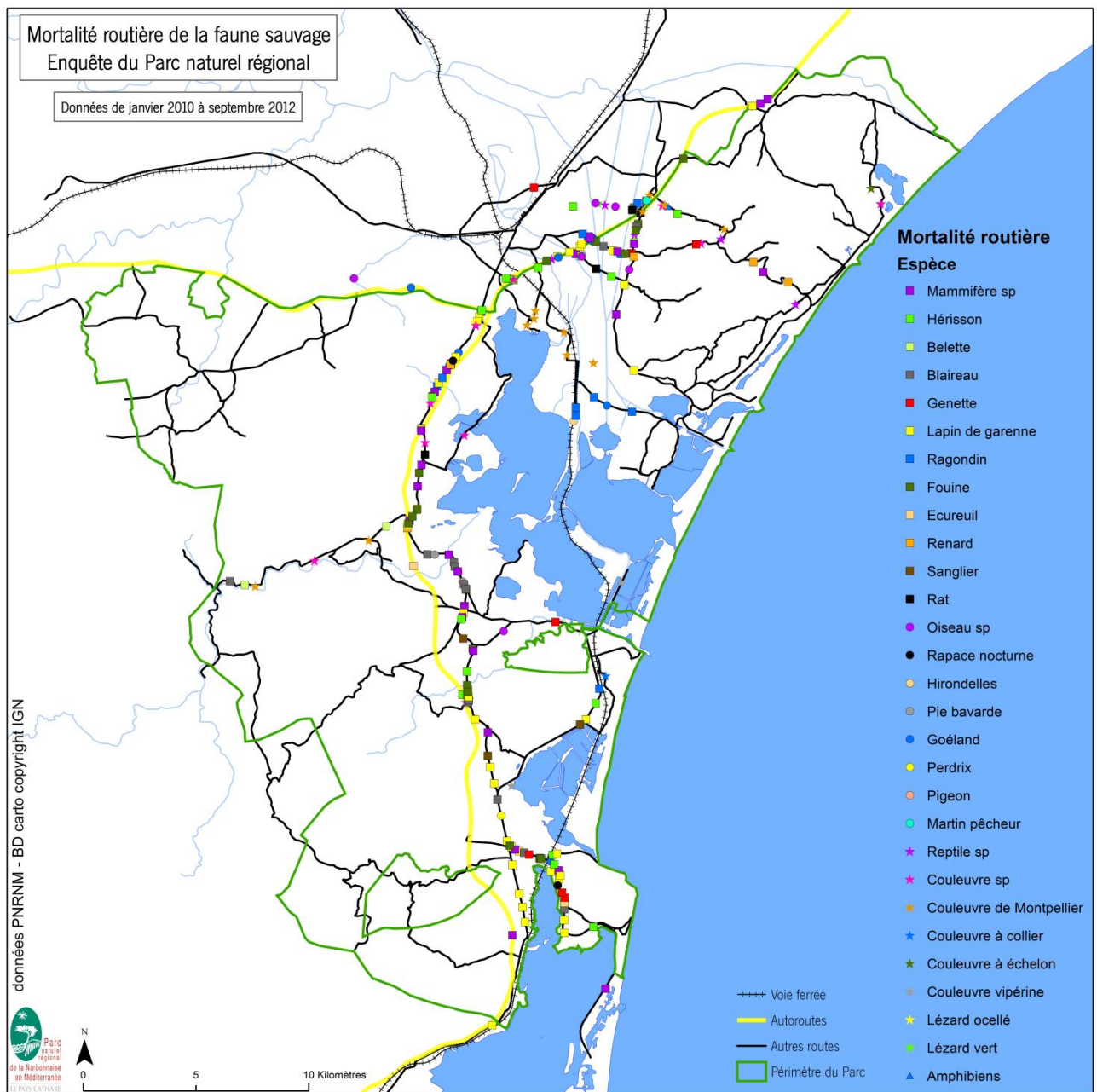
3. Enquête sur la mortalité routière de la faune sauvage

Le Parc a mené une enquête afin de recenser les observations de mortalité de faune sauvage sur le réseau routier et autoroutier du territoire. Une base de données sur la mortalité routière de la faune sauvage a ainsi été constituée (et présentée sur la carte 2).

Les données concernant les routes (départementales et communales) proviennent essentiellement des agents du Parc qui transmettent les observations effectuées lors de leurs déplacements quotidiens. Le Conseil Général (gestionnaire des routes départementales) dispose peu de ce type de données, seules certaines données sont recensées lorsqu'il s'agit d'un animal de grande taille qui doit être évacuée de la chaussée pour des raisons de sécurité et en cas de collision signalée. Ces données n'ont pas été utilisées par le Parc. Les données collectées par les agents du Parc entre janvier 2010 et octobre 2012 sont considérés comme exploitables pour

certains tronçons des routes D6009 et D168 car la pression d'observation y a été importante (2 à 16 passages quasi quotidiens soit 200 observations recensées en 20 mois). Elles permettent de mettre en évidence des secteurs à plus forte mortalité. L'analyse détaillée de ces données reste à faire : espèces concernées, analyses des équipements routiers et des écosystèmes traversés, trafic routier, effet cumulé des infrastructures....

Les données concernant les autoroutes proviennent de deux sources : les Autoroutes du Sud de la France et les agents du Parc lors de leurs déplacements quotidiens. Elles sont peu nombreuses (car difficiles à collecter) et sont difficilement exploitables en raison notamment de la présence de clôtures le long de l'autoroute, qui canalisent la faune, empêchant l'interprétation directe des données quant à l'identification des secteurs plus infranchissables.



Carte 2 : Carte de synthèse du recensement de la mortalité routière de la faune sur le territoire du Parc entre janvier 2010 et septembre 2012 (source : PNRNM)

4. Synthèse des résultats obtenus concernant les infrastructures du territoire du Parc

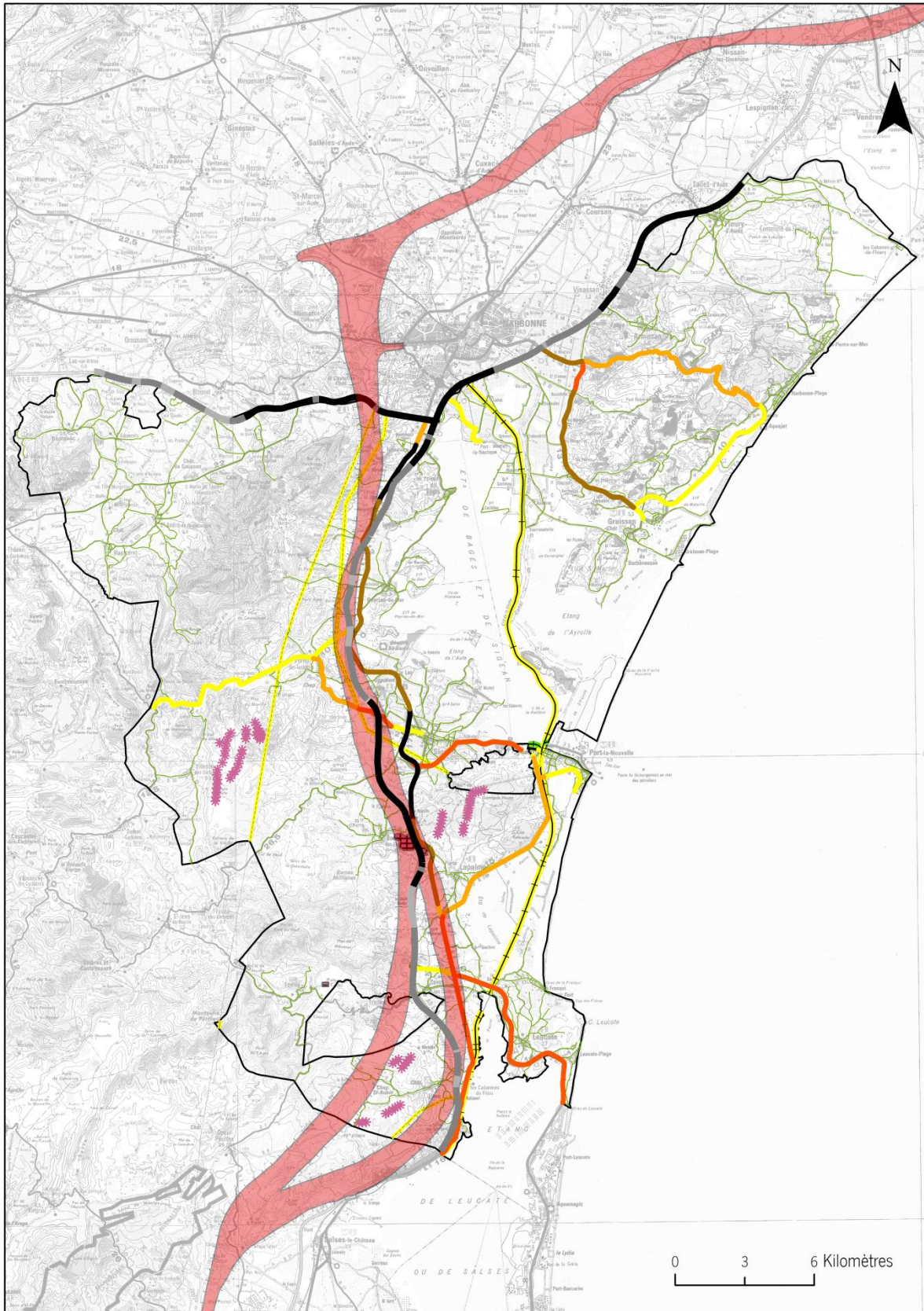
Le tableau 7 présente une synthèse de l'ensemble des notes affectées à chaque type d'infrastructures présentes sur le territoire du Parc, afin de caractériser l'importance de son rôle d'obstacle pour la faune,

dans le cadre de l'étude de la Trame verte et bleue sur ce territoire.

La carte 3 et sa légende représentent l'ensemble de ces infrastructures et leur note d'obstacle.

RESEAU ROUTIER		
Trafic routier hors autoroutes	Description	Note
Non connu	Données non disponibles	1
< ou = à 2500 véhicules/jour	Faible mortalité, faible effet de cloisonnement. <i>Perméabilité existante</i>	2
Entre 2500 et 10000 véhicules/jour	Forte mortalité, fort effet de cloisonnement. <i>Perméabilité faible</i>	3
> ou = à 10000 véhicules/jour	Forte mortalité, fort effet de cloisonnement. <i>Perméabilité quasi-nulle</i>	4
Nombre de voie hors autoroutes	Description	Note
1 ou 2 voies étroites		1
2 voies larges		2
3 voies		3
Présence d'une clôture	Description	Note
Oui	Forte mortalité, fort effet de cloisonnement. Ces axes sont des autoroutes (trafic bien supérieur à 10000 véhicules/jour), ainsi classées à part. <i>Perméabilité nulle</i>	7
Non		0
VOIE FERREE		
Type de voie	Description	Note
Voie normale		2
Voie à grande vitesse		5
Electrification aérienne de la voie		
Oui		1
Non		0
RESEAU ELECTRIQUE		
Type de ligne	Description	Note
Très haute tension	Entre 400 et 225 kV	4
Haute à basse tension	Entre 90 et 400 kV	3

Tableau 7 : Synthèse des critères et seuils utilisés pour l'étude de l'impact des infrastructures linéaires (adapté d'Alsace Nature (2008), Blamont et al. (2010), IPAMAC (2011))







Carte 3 : Carte de synthèse de l'impact fragmentant des infrastructures linéaires sur le territoire du Parc, et ci-joint sa légende (source : BERNARD (2012))

IMPACT DE FRAGMENTATION DES INFRASTRUCTURES LINEAIRES SUR LE TERRITOIRE DU PARC NATUREL REGIONAL DE LA NARBONNAISE EN MEDITERRANEE



INFRASTRUCTURES DONT LE ROLE D'OBSTACLE EST ESTIME A 7

Le rôle de l'autoroute est nuancé selon la fréquence et le type de passages permettant le franchissement de l'infrastructure par la faune

-  Portions d'autoroute imperméable à la petite et la grande faune
-  Portions d'autoroute imperméable à la petite ou la grande faune
-  Portions d'autoroute perméable à la petite et la grande faune
-  Routes départementales principales à très fort trafic

INFRASTRUCTURES DONT LE ROLE D'OBSTACLE EST ESTIME A 6

-  Routes départementales principales à trafic fort

INFRASTRUCTURES DONT LE ROLE D'OBSTACLE EST ESTIME A 5

-  Routes départementales principales à trafic moyen

-  Zone préférentielle de passage LN-MP (juin 2011)
Présentée à titre indicatif


INFRASTRUCTURES DONT LE ROLE D'OBSTACLE EST ESTIME A 4

-  Routes départementales secondaires

INFRASTRUCTURES DONT LE ROLE D'OBSTACLE EST ESTIME A 3


-  Routes départementales secondaires

-  Voie ferrée électrifiée existante


-  Réseau de transport d'électrique

INFRASTRUCTURES DONT LE ROLE D'OBSTACLE EST ESTIME A 2

-  Routes tertiaires

-  Voie ferrée existante

INFRASTRUCTURES DONT LE ROLE D'OBSTACLE EST INDETERMINE MAIS AVERE

-  Eoliennes

-  Parcs photovoltaïques

-  Limites du Parc

Réalisation: PNR-NM (2012)
Sources: ASF, DDTM 11, IGN, PNR-NM, RFF.

5. Bibliographie

- Alsace Nature (2008) *Infrastructures et continuités écologiques – Etude méthodologique et application test en Alsace*. 134 pp.
- Bellis, E.D. & Graves, H.B. (1971) *Deer Mortality on a Pennsylvania Interstate Highway*. Journal of Wildlife Management, 35, 232-&.
- Belmont L., Ettienne R., Bordas C., (2010) *Guide méthodologique de prise en compte de la trame verte et bleue. SCoT et Biodiversité en Midi-Pyrénées*. 350 pp.
- Bernard P. (2011) *Complément d'étude en vue de la mise en œuvre de la trame verte et bleue au Parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée et premières actions d'information et d'accompagnement*. Rapport de stage Master2. 20 pp.
- Bernard P., Richart F., Lanieste T. (2012) *Identification de la trame verte et bleue dans le Parc naturel régional, Notice méthodologique*. Les cahiers techniques du Parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée. 40 pp.
- Carsignol (2006) *Bilan d'expérience. Routes et passages à faune, 40 ans d'évolution*. SETRA, 54 pp.
- Carsignol (2011) *Fragmentation et aménagements spécifiques pour la trame verte et bleue. Passages à faune : prise en compte du contexte local, conception, efficacité*. Présentation lors de la journée d'échange du 5 mai 2011, Fédération des Parcs naturels régionaux.
- Cemagref (1982) Canaux, voies navigables et grand gibier. In: Note technique n°49, pp. 1-46
- Clevenger, A.P., Chruszczyk, B. & Gunson, K.E. (2003) Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. Biological Conservation, 109, 15-26.
- Forman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., Dale, V.H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C.R., Heanue, K., Jones, J.A., Swanson, F.J., Turrentine, T. & Winter, T.C. (2003) Road Ecology, Science and Solutions. Island Press.
- IPAMAC, CEMAGREF, PARCS NATURELS ASSOCIES AU PROJET (2011) *Projet IPAMAC « Trame écologique du Massif Central » - Note méthodologique Analyse de la fragmentation*. 18 pp.
- Forman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., Dale, V.H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C.R., Heanue, K., Jones, J.A., Swanson, F.J., Turrentine, T. & Winter, T.C. (2003) Road Ecology, Science and Solutions. Island Press.
- Gunson, K.E., Mountrakis, G. & Quackenbush, L.J. (2010) Spatial wildlife-vehicle collision models: A review of current work and its application to transportation mitigation projects. Journal of Environmental Management, 92, 1074-1082.
- luell B., Bekker H., Cuperus R., Dufek J., Fry G., Hicks C., Hlavac V., Keller V., Rosell C., Sangwine T., Torslow N., Wandall B. (2007) *Faune et trafic. Manuel européen d'identification des conflits et de conception de solution*. SETRA, Bagnaux, 179 pp.
- Jaeger, J.A.G. & Fahrig, L. (2004) Effects of road fencing on population persistence. Conservation Biology, 18, 1651-1657.
- Joyce, T.L. & Mahoney, S.P. (2001) Spatial and temporal distributions of moose-vehicle collisions in Newfoundland. Wildlife Society Bulletin, 29 (1), 281-291.
- Massemin, S. & Zorn, T. (1998) Highway mortality of Barn Owls in northeastern France. Journal of Raptor Research, 32, 229-232.
- Orlowski, G. & Nowak, L. (2006) Factors influencing mammal roadkills in the agricultural landscape of south-western Poland. Polish journal of ecology, 54, 283-294.
- Philcox, C.K., Grogan, A.L. & Macdonald, D.W. (1999) Patterns of otter *Lutra lutra* road mortality in Britain. Journal of Applied Ecology, 36, 748-762.
- Saeki, M. & Macdonald, D.W. (2004) The effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and other mammals in Japan. Biological Conservation, 118, 559-571.
- Saint Clair, C.C., Belisle, M., Desrochers, A. & Hannon, S. (1998) Winter responses of forest birds to habitat corridors and gaps. In: Ecology and Society
- Seiler, A. (2005) Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. Journal of Applied Ecology, 42, 371-382.
- Taylor, S.K., Buergelt, C.D., Roelke-Parker, M.E., Homer, B.L. & Rotstein, D.S. (2002) Causes of mortality of free-ranging Florida panthers. Journal of Wildlife Diseases, 38, 107-111