

ANNEXE ①

Considérons un projet d'élargissement d'infrastructure de transport en contexte périurbain dans le Sud de la France. Ce projet s'étend sur une longueur de 6,8 km pour une emprise totale de travaux de 119 ha environ. Après travaux, 8 ha seront restaurés et le projet s'étendra sur une emprise de 111 ha. Le projet s'implante sur une mosaïque de milieux agricoles plus ou moins abandonnés et sur un périmètre déjà anthropisé et imperméabilisé (infrastructure routière et zone commerciale et résidentielle). Les habitats présentant le plus d'intérêt écologique sont des ripisylves plus ou moins bien conservées.

La première étape du raisonnement consiste à décomposer les emprises selon leur destination finale (restauration écologique ou aménagement) et à décomposer les habitats naturels en grandes unités physiologiques de milieux (voir tableau ①). Chaque grande unité de milieu accueille un cortège d'espèce diversifiée qui y accomplit une partie ou la totalité de son cycle de vie.

Tableau ① – Surfaces d'habitats impactés.

Type de milieu	Emprise de l'aménagement final	Emprise restaurée après travaux
Habitats agricoles	8,3 ha	1,3 ha
Pelouses sèches et garrigues	33,2 ha	2,9 ha
Guarrigues, Fourrés tempérés et méditerranéo-montagnard, maquis, matorrals arborescents et fourrés thermo-méditerranéens	13,5 ha	1,9 ha
Alignements d'arbres, petits bois anthropiques, boisements récemment abattus et stades initiaux de boisements et taillis	14,9 ha	0,8 ha
Forêts riveraines méditerranéennes	2,6 ha	0,5 ha
Milieu artificialisé	38,6 ha	0,7 ha
Total	111,1 ha	8,1 ha
Surface totale d'habitats naturels impactés	72,5 ha	7,4 ha

Parmi celles-ci, nous pouvons nous intéresser par exemple à la Pipistrelle commune. Pour évaluer les pertes engendrées par le projet sur cette espèce, il est nécessaire de qualifier l'IZE de chaque secteur aménagé pour la Pipistrelle commune. S'agissant d'une infrastructure linéaire qui s'insère dans des contextes paysagers différents tout au long de son tracé, nous avons choisi de définir les IZE polygones d'habitat naturel par polygone d'habitat naturel, puis d'évaluer les pertes à l'échelle de chaque polygone d'habitat naturel, puis de les additionner pour obtenir les pertes par grand type de milieu. Le tableau ② illustre ces calculs pour quelques polygones d'habitats naturels.

Tableau ② – Exemples de calculs d'IZE initiale par polygone d'habitat naturel pour la Pipistrelle commune. Cf. figures ① et ② pour la localisation des polygones.

Habitat naturel	Surface impactée	Importance fonctionnelle	Rôle fonctionnel	Rareté	Naturalité	IZE i
Bois riverain dominé par les Frênes	0,234 ha (détruite)	5 Potentialité de gîte de reproduction, alimentation, corridor de transit important	4 Réservoir, transit mais petite partie	5 Contexte urbain, arbres de haut jet	2,5	4,12
Mosaïque de friches à graminées x bosquet de jeunes Pin d'Alep	2,070 ha (détruite)	2 Alimentation de faible qualité	1 Puit	2	2,5	1,87
Vigne	0,260 ha (détruite)	1 Transit simple	1	0	2,0	1,01
Bois riverain dominé par les Frênes	0,369 ha (restaurée)	5	4	5	2,18	4,05
Vigne	0,359 ha (restaurée)	1	3	0	2,25	1,56

L'évaluation des pertes nécessite de renseigner les deux coefficients ELC et D :

- ELC = 1,3, car l'enjeu local de conservation de l'espèce est modéré ;
- D = 1,25, aucun individu ne devrait être détruit au cours du chantier, en raison des mesures d'évitement et de réduction (respect du calendrier écologique et abattage de moindre impact). Cependant, des mortalités par collision routière pourront survenir en phase d'exploitation.

Les pertes pour les polygones étudiés sont calculées dans le tableau ③.

Tableau ③ – Évaluation des pertes sur l'emprise du projet sur les habitats de la Pipistrelle commune.

Habitat naturel	Surface détruite	IZE i	IZE f	ELC	D	Pertes unitaires
Bois riverain dominé par les Frênes	0,234 ha	4,12	0	1,3	1,25	1,56
Mosaïque de friches à graminées x bosquet de jeunes Pin d'Alep	2,070 ha	1,87	0	1,3	1,25	6,29
Vigne	0,260 ha	1,01	0	1,3	1,25	0,42
Bois riverain dominé par les Frênes	0,369 ha	4,05	0,25 % IZEi 1,01	1,3	1,25	1,82
Vigne	0,359 ha	1,56	75 % IZEi 1,17	1,3	1,25	0,23

ANNEXE 1 (suite)

Tableau 3 – Évaluation des pertes sur l'emprise du projet sur les habitats de la Pipistrelle commune.

Habitat naturel	Surface détruite	IZE i	IZE f	ELC	D	Pertes unitaires
Bois riverain dominé par les Frênes	0,234 ha	4,12	0	1,3	1,25	1,56
Mosaïque de friches à graminées x bosquet de jeunes Pin d'Alep	2,070 ha	1,87	0	1,3	1,25	6,29
Vigne	0,260 ha	1,01	0	1,3	1,25	0,42
Bois riverain dominé par les Frênes	0,369 ha	4,05	0,25 % IZEi 1,01	1,3	1,25	1,82
Vigne	0,359 ha	1,56	75 % IZEi 1,17	1,3	1,25	0,23

En outre, la littérature scientifique montre que les différentes espèces de Pipistrelle s'éloignent des grosses infrastructures routières qui ont un effet fragmentant sur leur territoire (Claireau *et al.*, 2019)¹. Cet impact peut être pris en compte par l'évaluation de pertes sur une zone tampon. Sa fonctionnalité est ainsi altérée, ce qui se traduit par une dégradation de son IZE après mise en service de l'équipement.

Il reste cependant difficile de caractériser une distance seuil d'éloignement ou de perturbation, en l'absence de donnée de ce type dans la littérature scientifique. Afin d'illustrer notre raisonnement pour cet exemple, nous fixons arbitrairement à 100 m la distance de perturbation et le rayon de la zone tampon.

Pour évaluer l'écart d'IZE, il faut tenir compte qu'une infrastructure routière existe déjà, avec une fréquentation importante. Cet impact existant se retrouve dans la faiblesse des IZE initiales. L'infrastructure étant plus importante, cet impact sur la zone tampon sera cependant plus élevé que l'effet pré-existant. Aussi, de façon très simplificatrice, on peut traduire ce renforcement de l'impact par une légère baisse de l'IZE sur l'ensemble de la zone tampon (IZE initiale – IZE finale = 0,25). Ainsi, on n'évalue pas l'IZE polygone d'habitat naturel par polygone, mais on fait une estimation de la dégradation fonctionnelle traduite par le Delta IZE.

Sur cette zone, le coefficient D sera de 1 car ce n'est pas cette zone qui génère une éventuelle mortalité mais bien la zone d'emprise.

Les pertes engendrées par le projet sur la zone tampon sont évaluées dans le tableau 4.

Tableau 4 – Évaluation des pertes sur la zone tampon sur les habitats de la Pipistrelle commune.

	Surface	IZE i – IZE f	D	ELC	Pertes sur la zone tampon
Habitats agricoles	115 ha	0,25	1	1,3	37 unités
Pelouses sèches et garrigues	/	/	/	/	/
Garrigues, fourrés tempérés et méditerranéo-montagnard, maquis, matorrals arborescents et fourrés thermo-méditerranéens	7 ha	0,25	1	1,3	2 unités
Alignements d'arbres, petits bois anthropiques, boisements récemment abattus et stades initiaux de boisements et taillis	24 ha	0,25	1	1,3	8 unités
Forêts riveraines méditerranéennes	16 ha	0,25	1	1,3	5 unités
Milieu artificialisé	95 ha	/	/	/	/

Les pertes totales engendrées par le projet correspondent à la somme des pertes sur l'emprise et sur la zone tampon. Elles sont présentées sur le tableau 5.

Tableau 5 – Évaluation des pertes totales engendrées par le projet sur les habitats de la Pipistrelle commune.

	Pertes sur l'emprise	Pertes sur la zone tampon	Pertes totales
Habitats agricoles	0,42 + 0,23 + ... = 13 unités	37 unités	50 unités
Pelouses sèches et garrigues	... + ... = 42 unités	/	42 unités
Garrigues, fourrés tempérés et méditerranéo-montagnard, maquis, matorrals arborescents et fourrés thermo-méditerranéens	6,29 + ... + ... = 31 unités	2 unités	33 unités
Alignements d'arbres, petits bois anthropiques, boisements récemment abattus et stades initiaux de boisements et taillis	... + ... = 38 unités	8 unités	46 unités
Forêts riveraines méditerranéennes	1,56 + 1,82 + ... + ... = 18 unités	5 unités	23 unités

1. Claireau, F., Bas, Y., Pauwels, J., Barré, K., Machon, N., Allegrini, B., Puechmaille, S., & Kerbiriou, C. (2019). Major roads have important negative effects on insectivorous bat activity. *Biological Conservation*, (235), 53-62.

ANNEXE ① (suite)

Pour la partie compensatoire, la première étape sera d'estimer un ordre de grandeur des surfaces requises pour guider la prospection des parcelles. En effet, d'après la formule Pertes = Gains, les surfaces compensatoires peuvent être calculées ainsi :

$$\text{Surface compensatoire} = \text{Pertes} \times R \times T \times F / \Delta \text{ IZE compensation}$$

Les parcelles compensatoires n'étant pas encore connues, nous faisons des hypothèses pour attribuer des valeurs aux différents termes de l'équation.

Dans un scénario compensatoire à plus-value écologique significative, nous pouvons imaginer que $\Delta \text{ IZE compensation} = 2$.

À l'opposé, dans un scénario à faible plus-value écologique, $\Delta \text{ IZE compensation} = 0,5$.

Ainsi, les prospections foncières peuvent se baser sur les fourchettes de surface suivantes, pour la Pipistrelle commune (tableau ⑥).

Tableau ⑥ – Estimation des surfaces compensatoires requises pour la Pipistrelle commune et le cortège d'espèces associées.

	T	R	F	IZE f – IZE i	Surface	IZE f – IZE i	Surface
Habitats agricoles	1	1	1,25	2	31 ha	0,5	125 ha
Pelouses sèches et garrigues	1	1	1,25	2	26 ha	0,5	105 ha
Garrigues, fourrés tempérés et méditerranéo-montagnard, maquis, matorrals arborescents et fourrés thermo-méditerranéens	1,25	1	1,25	2	26 ha	0,5	103 ha
Alignements d'arbres, petits bois anthropiques, boisements récemment abattus et stades initiaux de boisements et taillis	1,5	1,25	1,25	2	54 ha	0,5	216 ha
Forêts riveraines méditerranéennes	1,5	1,25	1,25	2	27 ha	0,5	107 ha
Surface totale tout habitat confondu					164 ha		656 ha

Ainsi, un projet impactant directement 80 ha constitués essentiellement d'habitats d'alimentation (de plus ou moins bonne qualité) pour la Pipistrelle commune, ainsi qu'en proportion moindre, d'un corridor écologique comportant des gîtes, nécessite une surface compensatoire de plus de 160 ha à près de 650 ha selon la plus-value écologique des mesures compensatoires. L'estimation de cette surface doit être accompagnée de critères écologiques pour guider la recherche compensatoire et correspondant au potentiel de restauration en faveur de la Pipistrelle commune et du cortège d'espèces associées.

Figure ① – Polygones d'habitats naturels de l'emprise détruite.
Les polygones en jaune correspondent aux exemples d'évaluation d'IZE.



Figure ② – Polygones d'habitats naturels de l'emprise restaurée.
Les polygones en jaune correspondent aux exemples d'évaluation d'IZE.

