

# Via Fauna – Transparence écologique des infrastructures

Théorie,  
Méthodes  
d'évaluation



Auteur : Éric Guinard – Cerema Sud-Ouest/DAIT/GBMN

# Sommaire

## **Introduction**

## **I. Impacts de la fragmentation**

## **II. Évaluation de la fragmentation**

## **III. Relevés collisions faune**

# Introduction

## **Contexte :**

- Depuis la seconde guerre mondiale :
  - ~~une~~ biodiversité
  - ~~une~~ intensification de l'agriculture
  - ~~une~~ densité des infrastructures linéaires de transport (ILT)
- Un contexte réglementaire européen et national oblige à une évaluation fine des impacts des ILT / biodiversité
- La connaissance des impacts des ILT en particulier des autoroutes sur les mammifères ou sur les amphibiens bien établie (voir travaux Forman et Alexander 1998, Clergeau et Désiré 1999, Lodé 2000, Clevenger et al. 2003...)

Les mesures de réduction pour le rétablissement des continuités mammifères et amphibiens abondent et ont fait l'objet de guides méthodologiques notamment par J. Carsignol (SETRA → futur guide Cerema passage faune, Biodiversité en phase chantier...)

# Introduction

## ***Contexte suite :***

### ***Impacts routiers divers / faune :***

Impacts chimiques (métaux lourds, hydrocarbures...),

Impacts biologiques (espèces invasives, maladies...)

Impacts physiques (lumineux, acoustiques, fragmentation...)



# Introduction

## **Contexte suite :**

### **Impacts routiers divers / faune :**

Impacts chimiques (métaux lourds, hydrocarbures...),

Impacts biologiques (espèces invasives, maladies...)

Impacts physiques (lumineux, acoustiques, **fragmentation...**)

**... qui génère des impacts à l'échelle de l'ILT et à l'échelle d'un territoire (impacts d'un réseau d'ILT)**

- **dont... la mortalité liée aux collisions avec le trafic**

Impact important : 2,5 M d'oiseaux tués par an en GB en 1960 (Hodson et Snow 1965), 80 M aux USA (Erickson et al. 2005)





# I. Impacts de la fragmentation

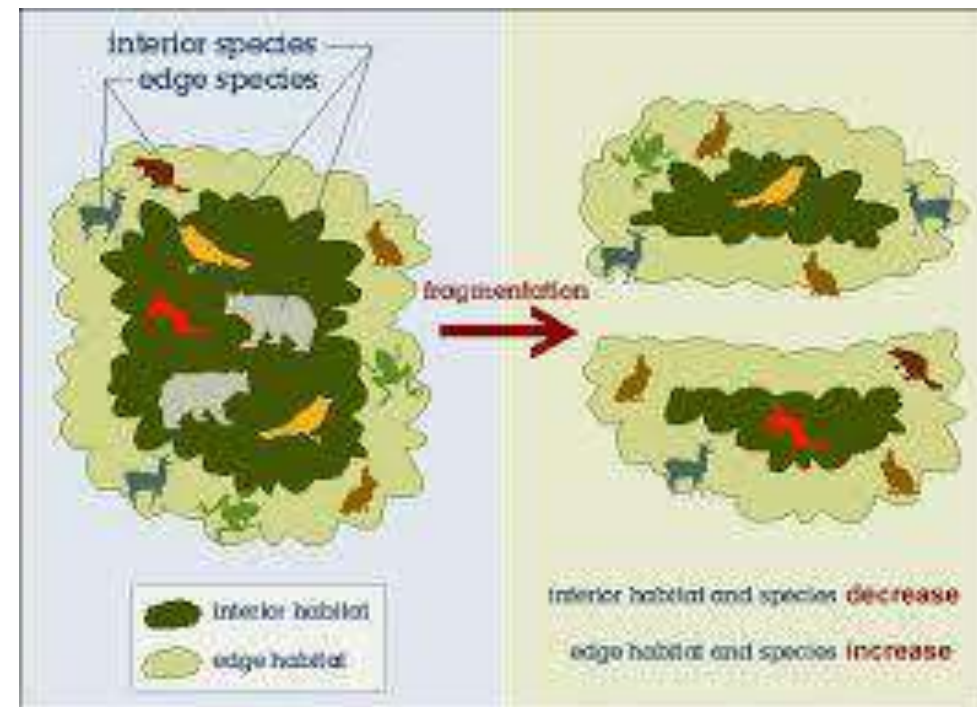
## ***Description des impacts de la fragmentation d'un réseau d'ILT***

### **1. L'effet densité du réseau d'ILT**

La densité du réseau routier peut avoir :

- un effet général qui au-delà d'un certain seuil de densité de routes repoussent les espèces (Le cerf élaphe, l'effraie des clochers par exemple)

- Un effet taille de territoires découpés qui plus ils sont de faibles tailles moins ils sont accueillants pour la faune de grande taille notamment (voir figure ci-contre)



# I. Impacts de la fragmentation

## ***Description des impacts de la fragmentation d'une ILT:***

La plupart des impacts précédemment cités ont des effets négatifs. La largeur de la route, le niveau de trafic et l'existence de clôtures peuvent être des facteurs aggravant de la fragmentation.

Une ILT recoupe systématiquement des corridors et plus largement un réseau écologique (TVB)

Un réseau routier génère plus ou moins directement un effet barrière, le territoire étant alors fragmenté en sous-territoires plus ou moins isolés (effet densité d'ILT sur un territoire) :

## **2. L'effet barrière de la fragmentation par une ILT**

- empêche ou altère les échanges génétiques entre les différentes populations
- empêche ou altère la recherche de partenaires lors de la période de reproduction
- généré par le type de voie, intensité de trafic, clôture...

=> *sp non tuées par le trafic également impactées*



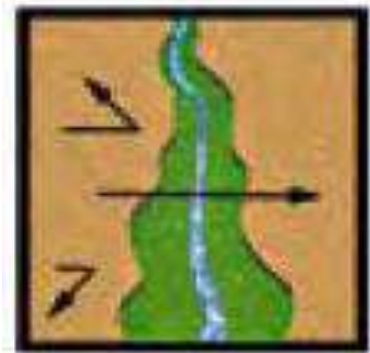
c. barrière

# I. Impacts de la fragmentation

## 3. La mortalité routière

Les animaux qui ne subissent pas un effet répulsif de la fragmentation (non refoulés par le bruit, la lumière mais aussi les mouvements des véhicules) sont soit attirés par les bermes routières qui leur servent d'habitat ou de corridors, soit franchissent directement les routes ou tout autre ILT. Dans les deux cas ils s'exposent à la mortalité liée à la collision avec le trafic.

- a. Impacts **directs** de la mortalité routière de la faune
  - => Effet direct qui combiné à d'autres impacts peut aller jusqu'à entraîner l'extinction de la population en prélevant plus d'individus qu'il n'en naît
  - => Cela constitue un effet filtre



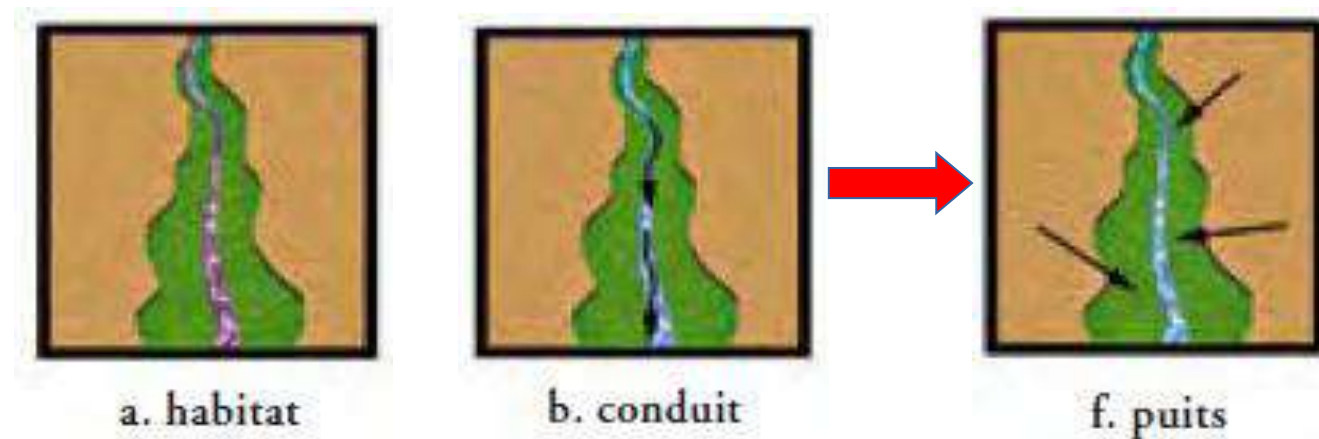
d. filtre



# I. Impacts de la fragmentation

## 3. La mortalité routière

- b. Impacts **Indirects** de la mortalité routière de la faune  
Effet puits : les animaux utilisant les habitats et/ou corridors des bords de routes (impact positif si sp. non invasives) sont plus souvent tués par le trafic que ceux plus loin des routes. Ils laissent alors vides des territoires intéressants, attirants rapidement d'autres individus qui sont à nouveau tués et ainsi de suite...
- Ce phénomène a été démontré sur le Geai à gorge bleue aux USA (Mumme et al. 2000)

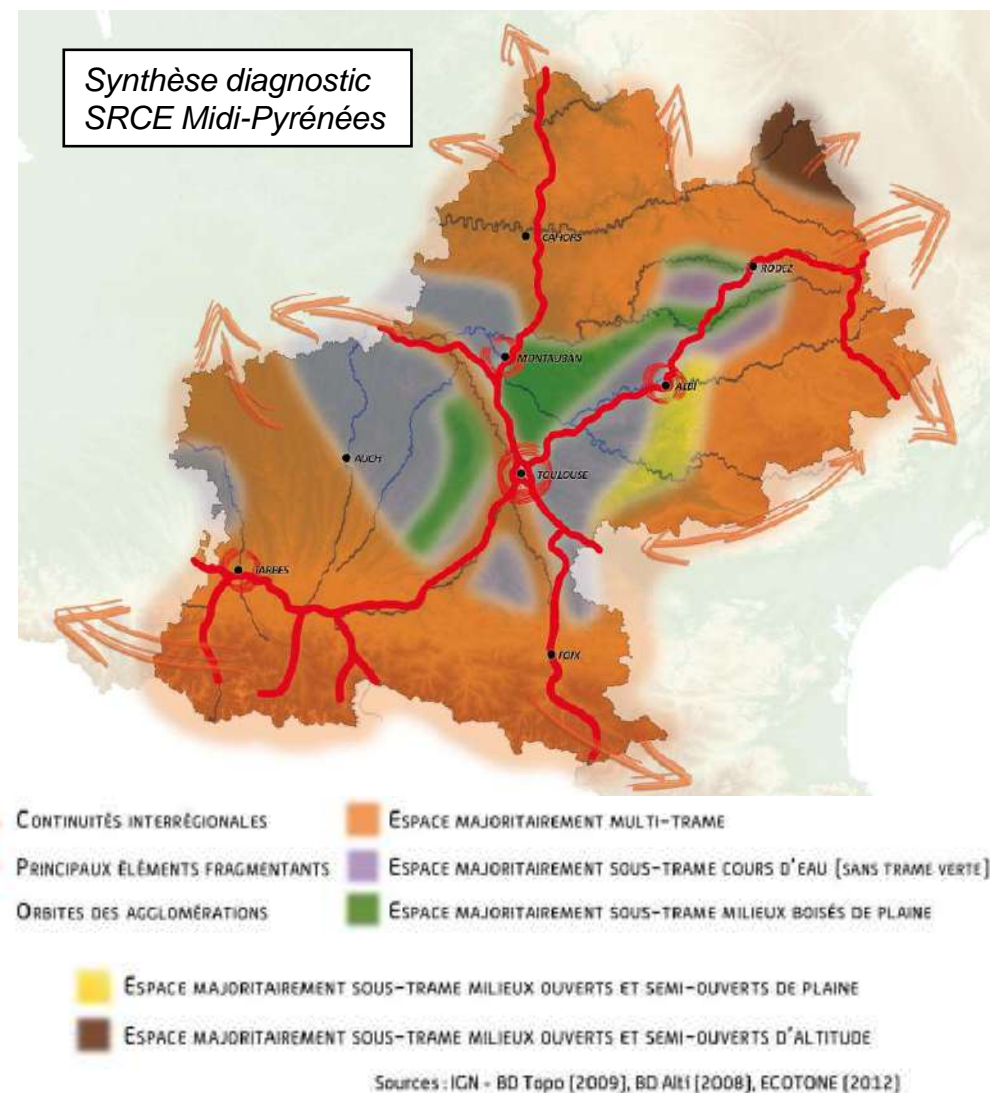


# II. Évaluation de la fragmentation

## 1. A l'échelle d'un territoire

Les ILT interceptent le réseau écologique d'un territoire au droit des « point de conflits » (TVB des SRCE, SCoT, PLUi et PLU).

Plusieurs méthodes permettent de hiérarchiser les impacts des ILT sur les réseaux écologiques



# II. Évaluation de la fragmentation

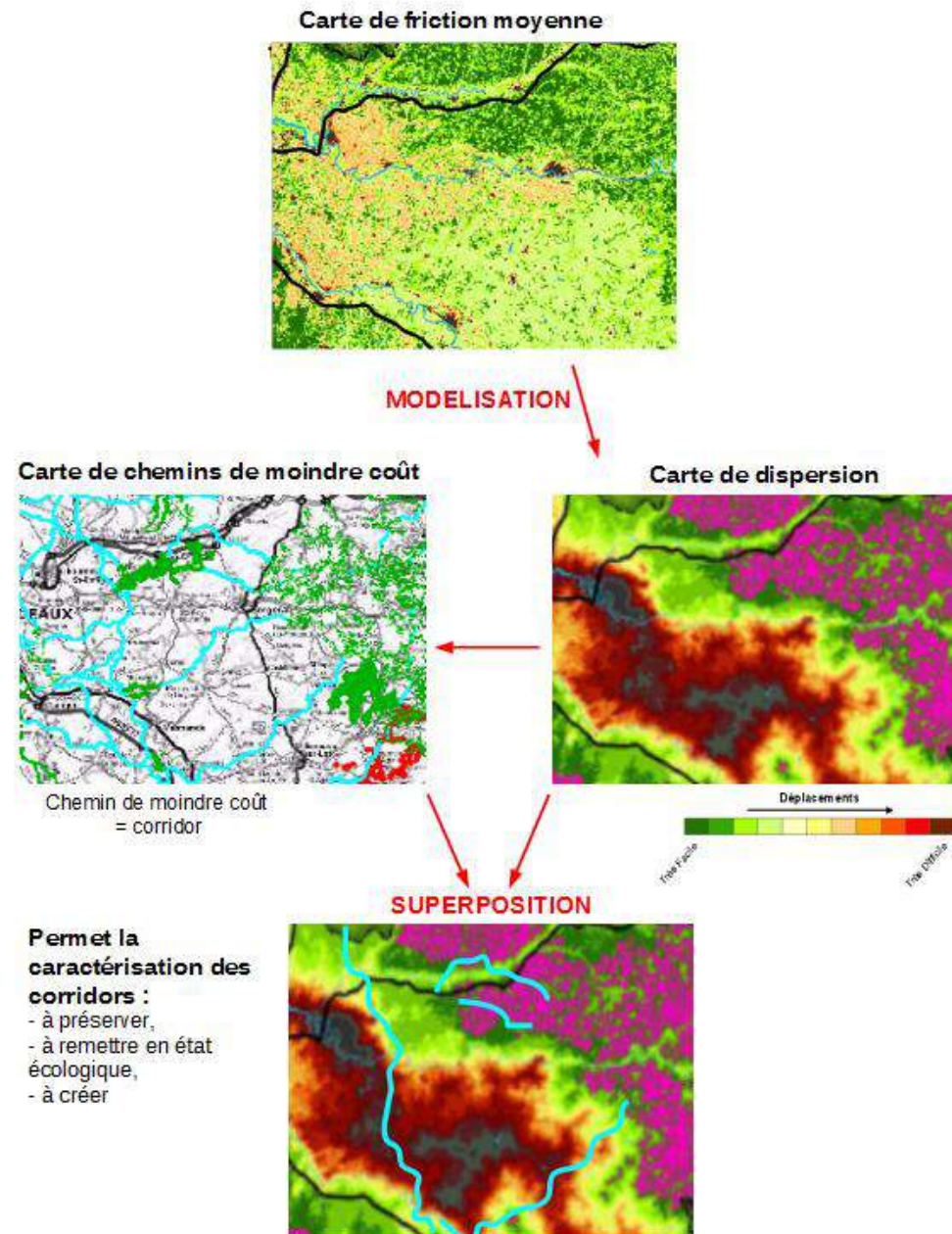
## 1. A l'échelle d'un territoire

Modélisation de déplacement  
d'espèce et de hiérarchisation  
des corridors

Le principe friction-dispersion à  
partir d'une carte d'occupation du  
sol :

→ Attribution d'une note de friction a  
chaque type de tache d'occup. du sol,  
calcul de dispersion sur la carte de  
friction puis des chemins de moindre  
coût (les chemins les plus faciles et les  
plus courts). La superposition des  
chemins sur la dispersion pour évaluer  
la difficulté des chemins empruntés  
**=> permet hiérarchisation des  
corridors**

→ très dépendant de la finesse des  
données d'occupation du sol



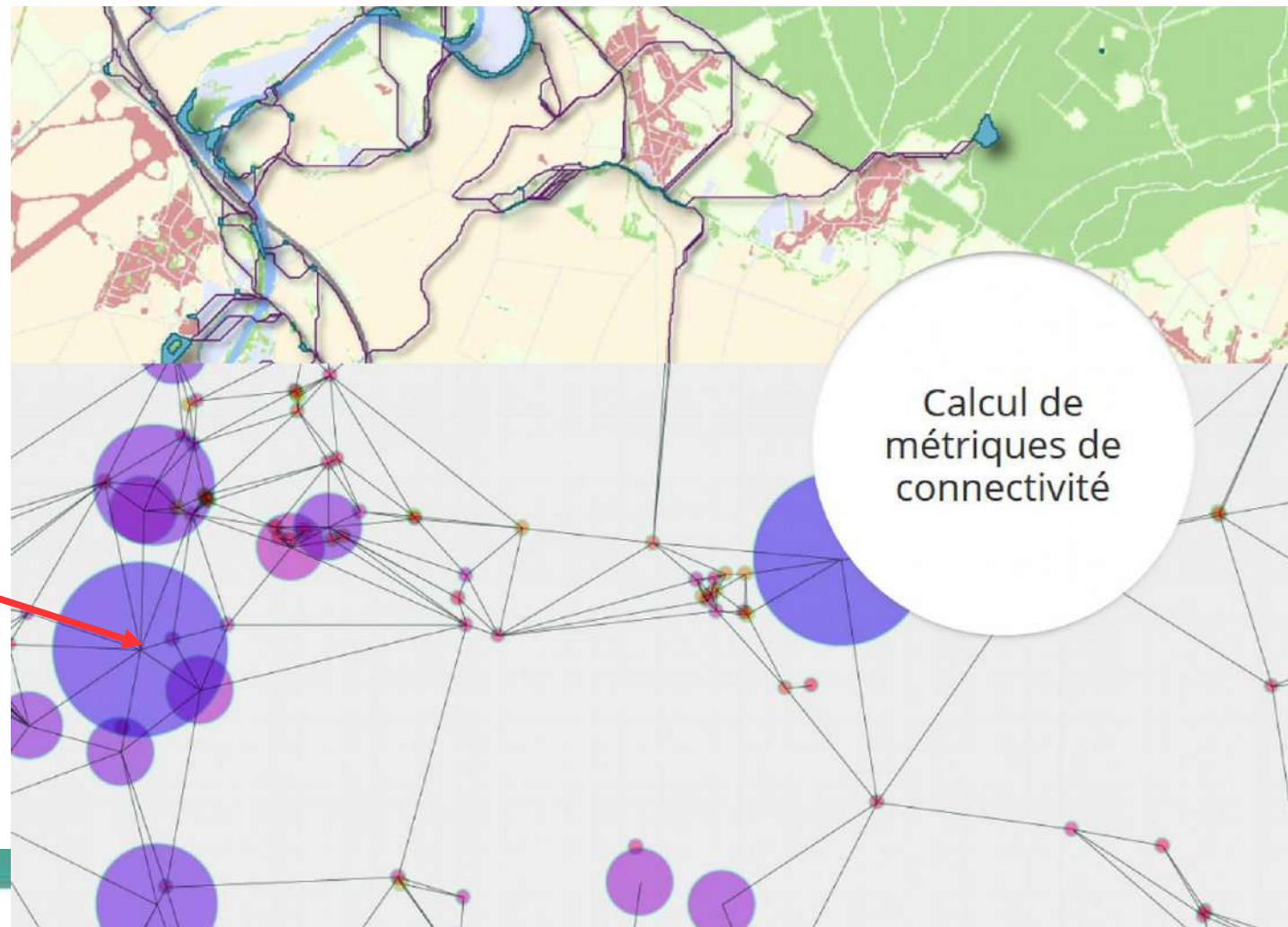


# II. Évaluation de la fragmentation

## 1. A l'échelle d'un territoire

Modélisation de déplacement d'espèce et de hiérarchisation des corridors par la théorie des graphes (GRAPHAB)

Évaluation du potentiel d'usage par calculs itératifs dans le réseau de corridors : cela permet de détecter les goulots d'étranglement (qui sont à préserver en priorité 1)



# II. Évaluation de la fragmentation

## 1. A l'échelle d'un territoire

Exemple Rhône-Alpes  
(Cerema Centre-Est)

*Hierarchisation des impacts par type d'ILT sur les réseaux écologiques*

	Type d'impacts routes
<b>Trafic</b>	<p>Effet de barrière chez les mammifères (cf COST 341 handbook p.23)  si <math>t &lt; 1000</math> v/j : perméable pour la plupart des espèces animales  si <math>1000 &lt; t &lt; 4000</math> v/j : perméable pour certaines, mais évité par espèces les plus sensibles  si <math>4000 &lt; t &lt; 10000</math> v/j : barrière importante: bruit et mouvement repoussent la plupart des individus ; la route tue de nombreux individus quand ils tentent de la traverser. Les échanges restent partiellement possibles (guide petite faune p.66).  si <math>t &gt; 10000</math> v/j : imperméable pour la plupart des espèces + zone perturbée = 2x la largeur de la chaussée</p> <p>Mortalité (cf COST 341 handbook p.24)  si <math>t &lt; 2500</math> v/j : peu d'animaux tués ou repoussés  si <math>2500 &lt; t &lt; 10\ 000</math> v/j : mortalité importante, nombre d'animaux repoussés en hausse et proportion d'individus parvenant à traverser en baisse  si <math>t &gt; 10000</math> v/j : grande proportion d'animaux repoussés, proportion de morts moins importante, faible proportion d'animaux parviennent à traverser. Effet de coupure total du point de vue biologique très différent pour amphibiens (un trafic de 90 v/h (2160 v/j) décime 90% d'une population de crapaud commun et 50 % d'une population de grenouille rousse.)</p>
<b>Présence clôture</b>	Si clôture = barrière infranchissable pour la plupart des grands mammifères (COST 341 handbook p.23) si posées correctement et en bon état
<b>Présence GBA</b>	Guide petite faune p.69 : problème sur voiries à chaussées séparées lorsque la GBA est placée sur un seul côté ou en séparation de voie

	Types d'impacts ferroviaires
<b>Vitesse des trains</b>	Collisions : 96% des collisions sur les lignes à grandes vitesse sont des collisions avec la faune sauvage (34 animaux concernés en 1998 sur le réseau grandes lignes - COST341 rapport de la France p.72 - très marginal) alors qu'elles ne représentent que 25% sur les lignes classiques. Collisions train / animaux = impact mineur
<b>Topographie de la voie</b>	voies en déblais moins dangereuses (Les oiseaux ont guère tendance à voler au sein de tranchées où la visibilité est mauvaise.)
<b>Type de milieu traversé</b>	selon la hauteur de la végétation qui borde la voie : mieux si égale ou plus haute que celle des câbles. Voies dégagées plus dangereuses
<b>Présence clôture</b>	Idem routes
<b>Électrifiée</b>	Présence de câbles aériens entre 6 à 12m => impact pour oiseaux passant à faible hauteur (une étude sur TGV nord : 3,4 oiseaux morts/km/mois, Pons 1994) Impact augmenté avec un réseau dense et continu de câbles (abords des gares, nœuds ferroviaires) Électrocution : faible pourcentage des victimes (30 oiseaux morts/an, Pons 1994)



# II. Évaluation de la fragmentation

## 1. A l'échelle d'un territoire

Exemple Rhône-Alpes  
(Cerema Centre-Est)  
*Hiérarchisation de la perméabilité des types d'ILT sur les réseaux écologiques*

Type d'infrastructure	catégorie	Coefficient de perméabilité	Nombre de tronçons
Route autoroutes	Trafic $\geq 10\,000$ v/j ou Route à 4 voies ou Vocation = type autoroutier , bretelle	20	11988
	Trafic compris entre 5 000 et 10 000 v/j Route à 3 voies	8	
	Route à 2 voies larges	3	
	Route à 1 ou 2 voies étroites <sup>2</sup>	1	
Voies ferrées	Nature = TVG	20	1078
	Energie = électrifiée	8	
	Energie = non électrifiée	3	
Voies d'eau	Canal ou chenal navigable ou non	20	4554
	Voie navigable en cours d'eau naturel de largeur > 50m	8	
	Voie navigable en cours d'eau naturel de largeur comprise entre 15 et 50 m	3	
Lignes électriques	400 000 volts	8	5330
	225 000 + 150 000 volts	3	
	63 000 + 90 000 volts	1	

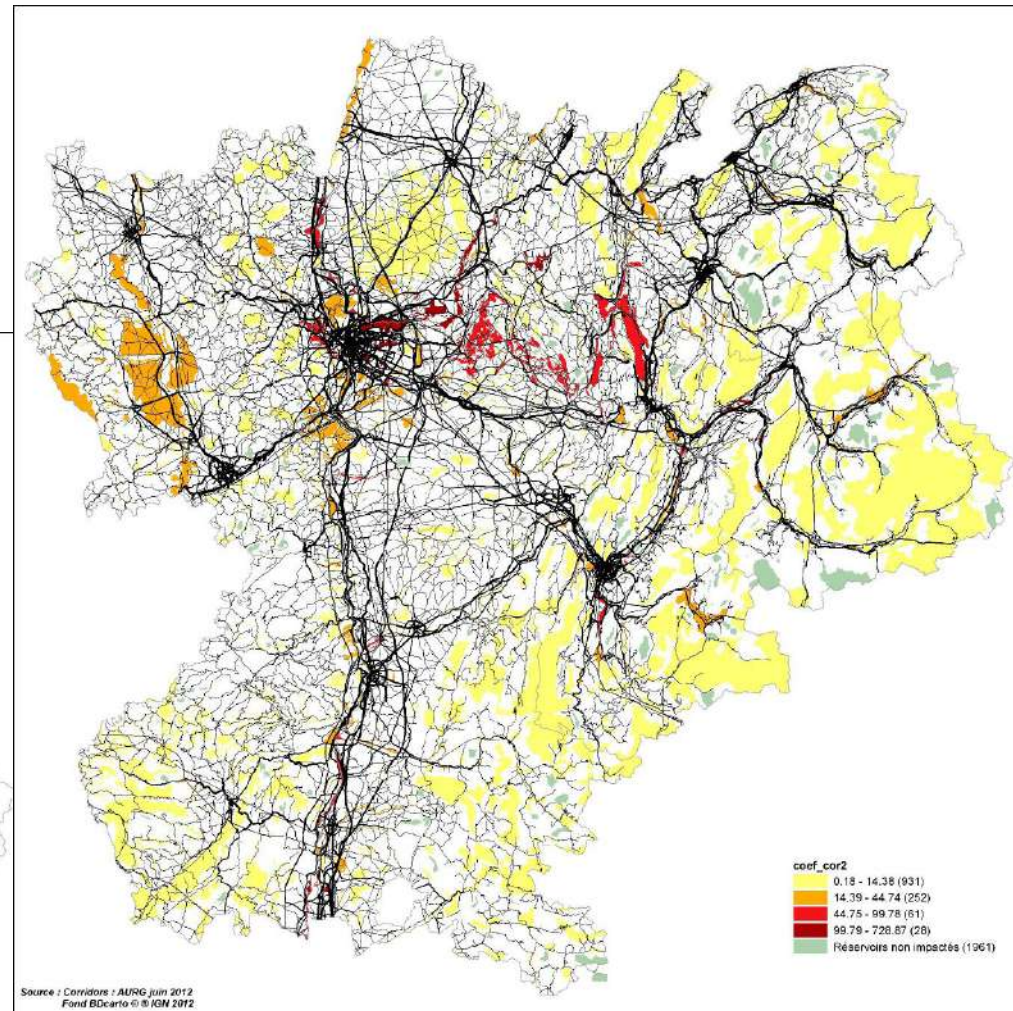
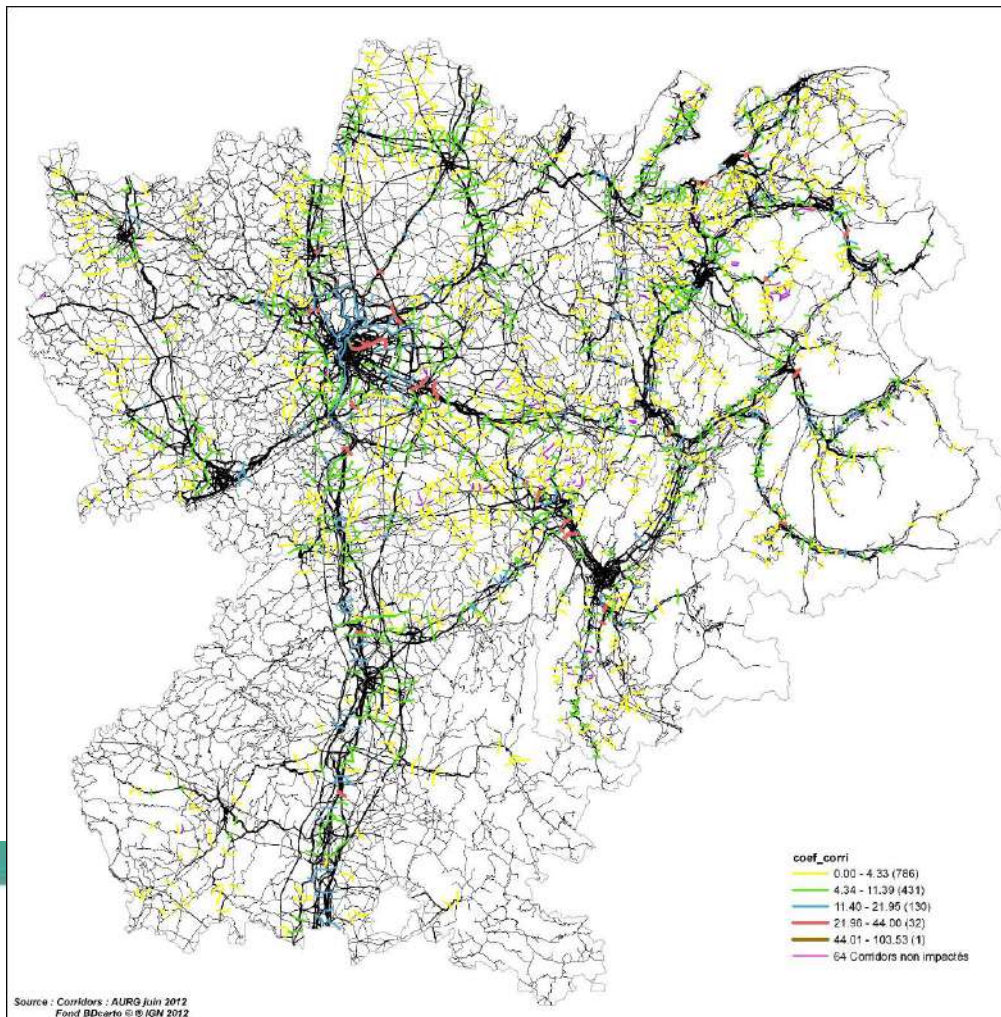


# II. Évaluation de la fragmentation

## 1. A l'échelle d'un territoire

Exemple Rhône-Alpes (Cerema CE)

*Croisement de la transparence des  
ILT et la TVB du SRCE*



Croisement de l'ensemble du réseau des ILT avec  
les réservoirs de biodiversité (seuil de Jenks ; à  
droite) et les corridors (classement seuil de Jenks  
/ Lg corridors ; à gauche)



# II. Évaluation de la fragmentation

## 1. A l'échelle d'un territoire

Exemple DIR Ouest (Cerema Ouest) – Analyse des points de conflit  
*Croisement des corridors avec les RN du réseau DIRO*

L'analyse s'appuie sur les enjeux de :

- Les corridors linéaires associés à une forte connexion des milieux naturels ;
- Les corridors linéaires associés à une faible connexion des milieux naturels.

Et consiste au croisement des corridors par interprétation sans visite de terrain (visite a posteriori) avec les éléments de connaissance du patrimoine de la DIRO (ouvrages d'arts, buses...).

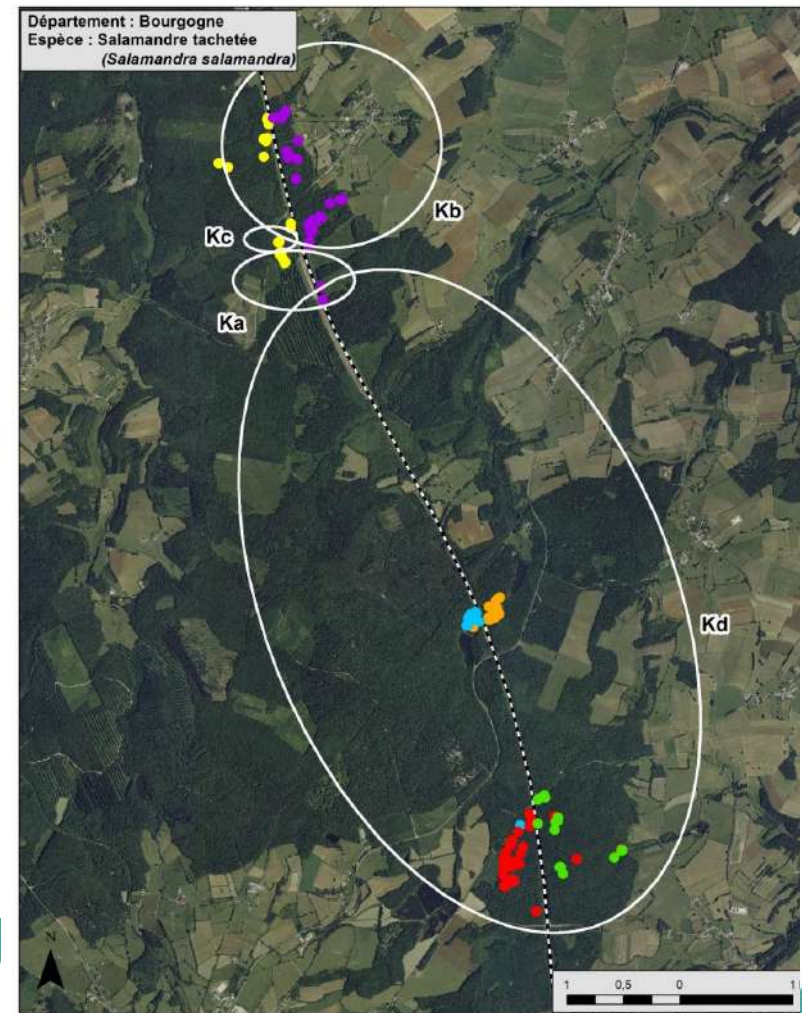
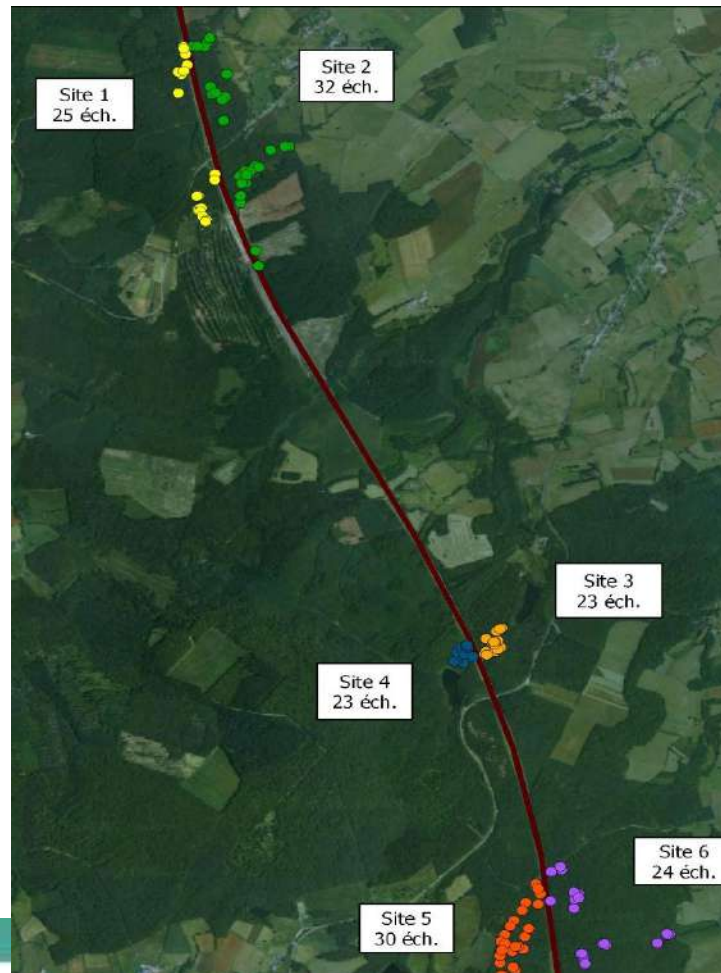
N° corridor	PR Approximatif	Voie	District	CEI	Commentaire
1	49 - 51	RN 12	Brest	Saint Thégonnec	Ce corridor est situé non loin de la vallée qui semble très marquée d'un affluent de l'Elorn (PR 51 + 500). L'exploitation de la banque d'images « Isimage » du Sétra ou de Google map ne permet pas de distinguer la présence d'un ouvrage. <b>Une visite sur place est nécessaire pour affiner ce constat.</b>
2	31	RN 12	Brest	Saint Thégonnec	Ce corridor est situé entre les vallées de la Penzé du Coat Toulzac'h, qui paraissent assez encaissée. Aucun outil (cf. supra) ne permet de distinguer le passage en viaduc. <b>Ces deux points 31,500 et 27,220 doivent faire l'objet d'un visite dans le cadre des zones de priorité 2 (Classement en Liste 2 du L 214,17).</b>
3	6	RN 12	Brest	Saint Thégonnec	Le corridor n°3 suit la vallée du Douron, rétabli de belle manière au PR 4+290 à l'aide d'un viaduc. <b>Pour ce corridor, la continuité écologique est assurée.</b>
4	114 - 115	RN 12	Saint-Brieuc	Guingamp	Ce corridor est parallèle à la vallée du Léguer qui passe par viaduc de grande dimension au PR 109. Par ailleurs, 6 ouvrages de priorité 2 (liste 1 du L 214-17 sont à visiter entre les PR 116 et 109 de la RN 12). <b>En l'état actuel des connaissances, on peut estimer à l'échelle régionale que ce corridor est rétabli par la vallée du Léguer.</b>

# II. Évaluation de la fragmentation

## 2. A l'échelle d'une ILT - La génétique du paysage Projet TRANSFER (SNCF Réseau)

Mesure de transparence d'une ILT à l'échelle populationnelle d'1 ou pls sp

**Salamandre tachetée**  
*Salamandra salamandra*



**Sites de prélèvement de Salamandre tachetée**



12 décembre 2017 – FRC Midi-Pyrénées  
Via Fauna TOULOUSE



# II. Évaluation de la fragmentation

## 2. A l'échelle d'une ILT - La génétique du paysage Projet TRANSFER (SNCF Réseau)

### - *Retour d'expérience*

Démarche « conséquente » à prévoir : recherche des espèces, nombreux échantillons à collecter, techniques méticuleuses nécessaires, analyses longues, ...MAIS de - en - chères

#### *Points importants :*

- Le choix des espèces est fondamental
- Ancienneté de l'ILT est déterminante





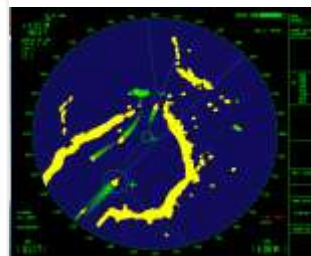
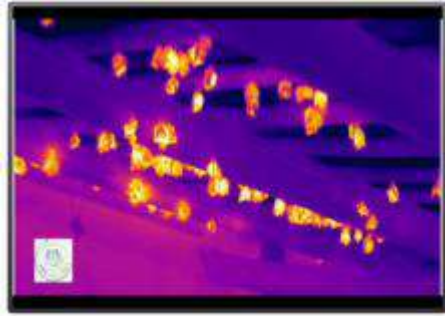
# II. Évaluation de la fragmentation

## 2. A l'échelle d'une ILT - Les pièges photo/caméra... (Cerema Nord-Picardie)

Mesure du niveau d'usage d'un passage faune, pas son efficacité

- Techniques visuelles :

Camera, camera IR, thermique, techniques radar, amplification lumière



... en utilisant des drones...

- Techniques acoustiques (chiroptères, orthoptères...)

- Identifications automatiques visuelle, acoustique



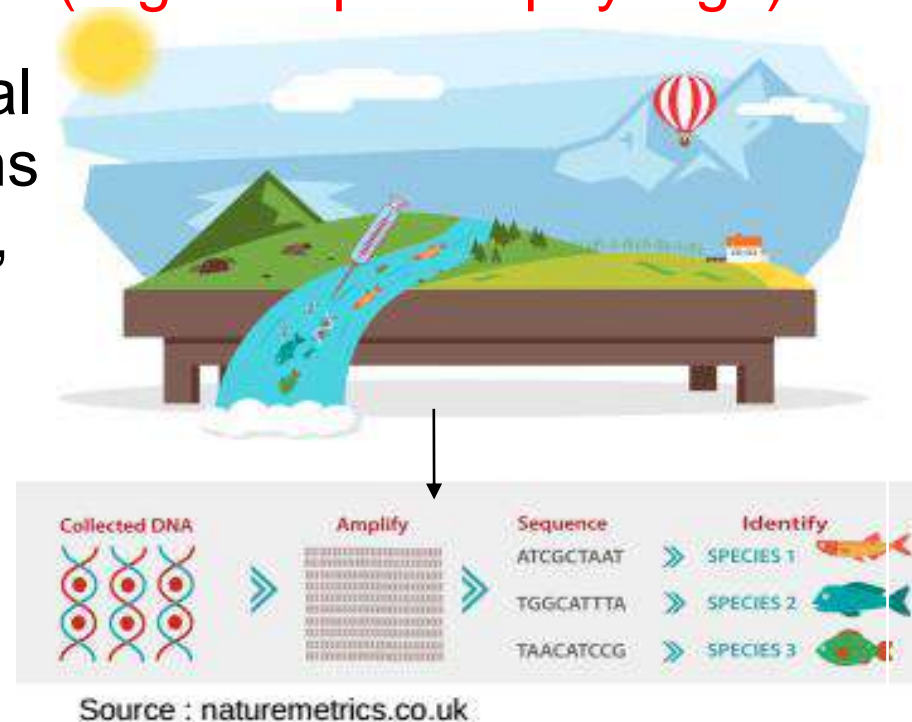
# II. Évaluation de la fragmentation

## 2. A l'échelle d'une ILT - Les pièges photo/caméra... (Cerema Nord-Picardie)

Mesure le niveau d'usage d'un passage faune, **pas son efficacité qui se mesure au niveau populationnel (-> génétique du paysage)**

- Technique de l'ADN environnemental  
Détection d'sp par leur ADN émis dans le milieu naturel par le biais de l'urine, des fécès, des mues...

- Marquage par émetteur ou récepteur :  
colliers, transpondeurs, mais aussi par bague numérotée, empreintes, passif (taches...)



# III. Relevés de collisions faune

## Une validation de la présence de corridors

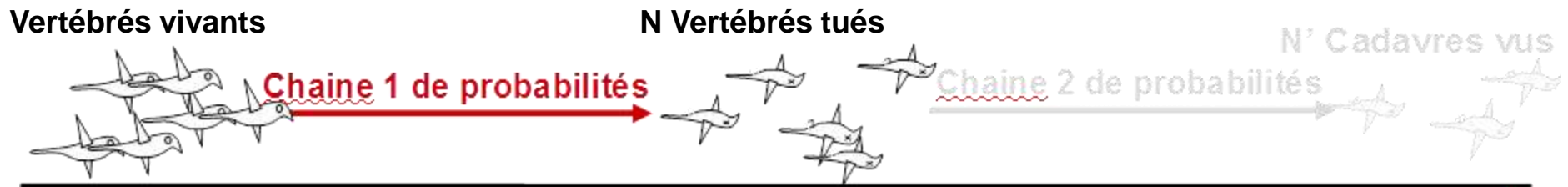
Un outil de mesure de l'impact de la mortalité de la faune sur les routes :  
biais à évaluer, avantages et inconvénients



Cerema Sud-Ouest

# III. Relevés de collisions faune

## 1. Fondement théorique des collisions



Les objectifs des relevés de collisions faune / trafic routier sont l'obtention :

**DES ESPECES PERCUTEES PAR LE TRAFIC,  
LEUR NOMBRE ET LEUR POSITION,**

**afin de détecter in situ des points de conflit  
ILT / TVB et/ou le nombre d'animaux tués /  
mois ou an**

**=> Les résultats obtenus lors de  
recensement de cadavre, sont influencés par  
différents paramètres :**



# III. Relevés de collisions faune

## 1. Fondement théorique des collisions



- **Probabilité de présence des espèces sur aire d'étude**
  - Distribution des espèces, habitats et occupation du sol...
- **Probabilité de présence des espèces sur les bermes et sur l'autoroute**
  - Comportement et exigences écologiques, sensibilité spécifique aux impacts...
- **Probabilité des espèces d'être percutées par le trafic**
  - Facteurs Environnementaux
  - Facteurs Biologiques
- **Probabilité de persistance du cadavre**
  - position sur la chaussée ou la berme, saison (activité charognage), trafic...
- **Probabilité de détection du cadavre**
  - Taille du cadavre, l'observateur, météorologie, méthodologie...



# III. Relevés de collisions faune

## 1. Fondement théorique des collisions



Probabilité de présence des espèces sur aire d'étude

Distribution des espèces, habitats et occupation du sol...

Probabilité de présence des espèces sur les bernes  
et sur l'autoroute

Comportement et exigences écologiques, sensibilité spécifique aux impacts...

- **Probabilité des espèces d'être percutées par le trafic**

- Facteurs Environnementaux (trafic, profil transversal, végétation bernes, paysages extérieurs...)
- Facteurs Biologiques (abondance des sp, sp sensibles à la collision...)

- Probabilité de persistance du cadavre

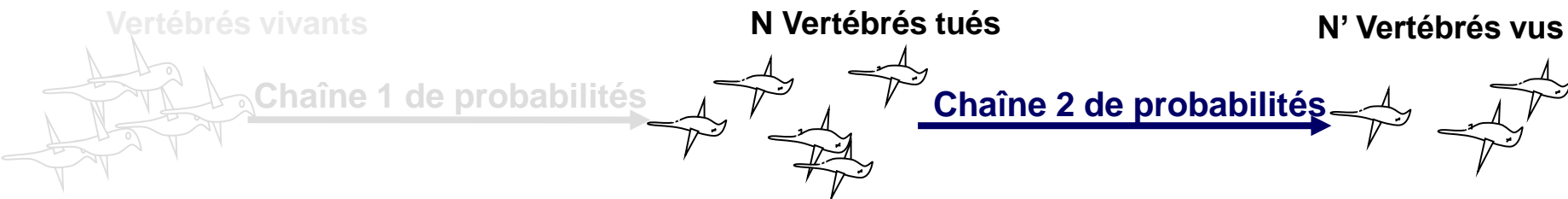
– position sur la chaussée ou la berme, saison (activité charognage), trafic...

- Probabilité de détection du cadavre

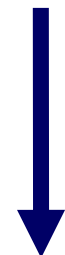
– Taille du cadavre, l'observateur, météorologie, méthodologie...

# III. Relevés de collisions faune

## 1. Fondement théorique des collisions

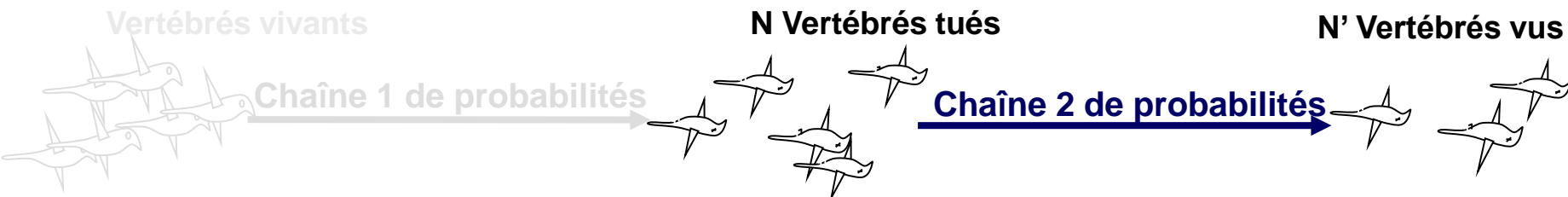


- Probabilité de présence des espèces sur aire d'étude
  - Distribution des espèces, habitats et occupation du sol...
- **Les résultats des comptages de cadavres d'animaux sont influencés par :**
  - Comportement et exigences écologiques, sensibilité spécifique aux impacts...
- Probabilité des espèces d'être percutées par le trafic
  - Facteurs Biologiques :
  - Facteurs Environnementaux :
- Probabilité de persistance du cadavre
  - position sur la chaussée ou la berme, saison (activité charognage), trafic...
- Probabilité de détection du cadavre
  - taille du cadavre, l'observateur, météo, méthodologie...



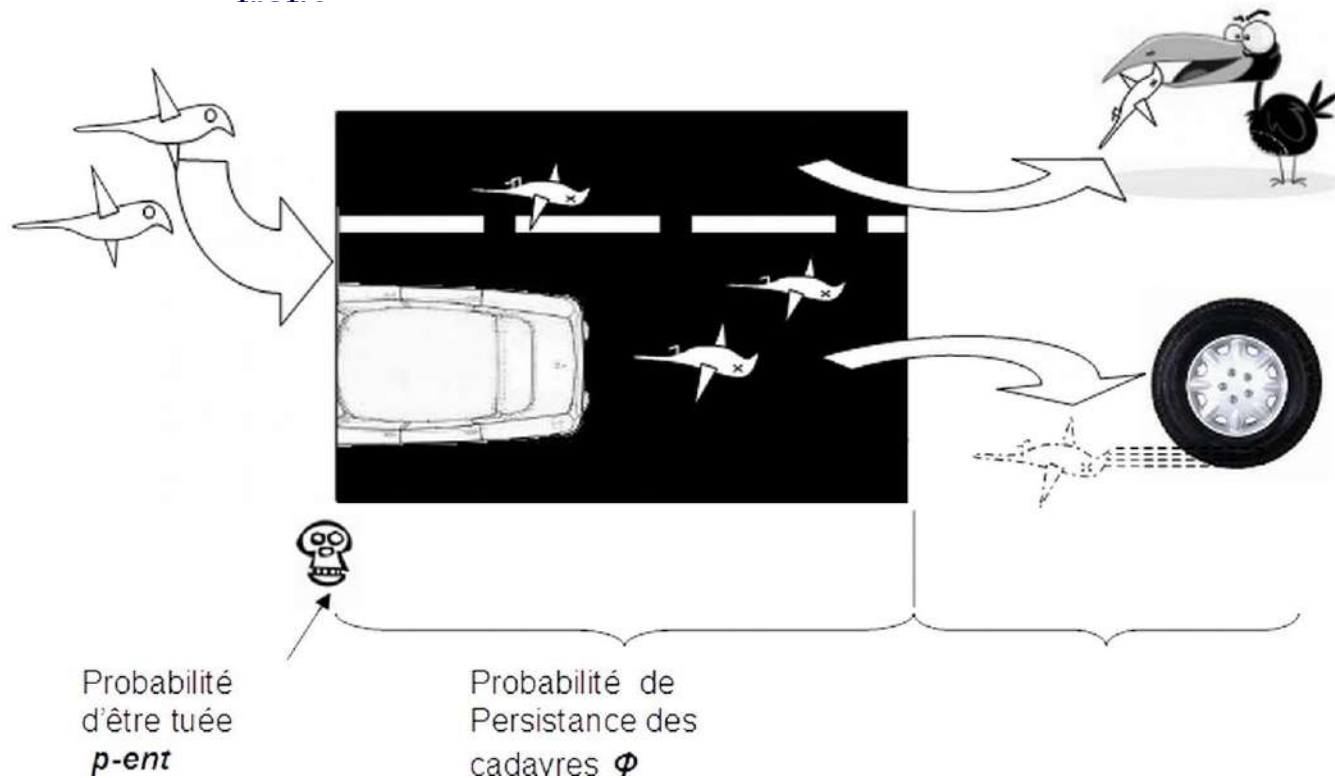
# III. Relevés de collisions faune

## 1. Fondement théorique des collisions



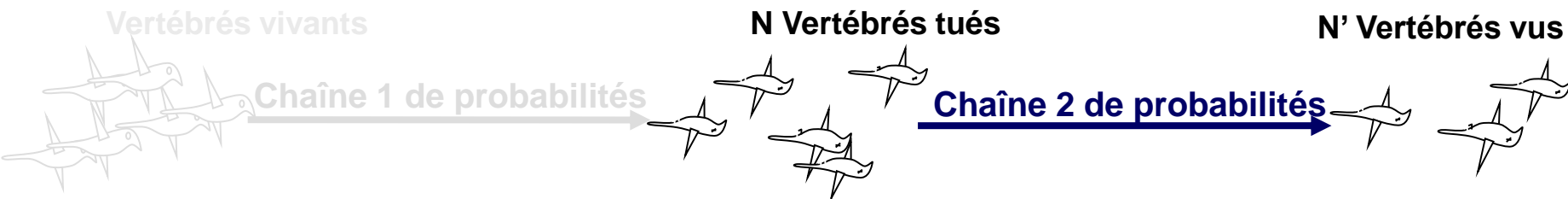
- Probabilité de persistance du cadavre

- position sur la chaussée ou la berme, saison (activité charognage), intensité du trafic



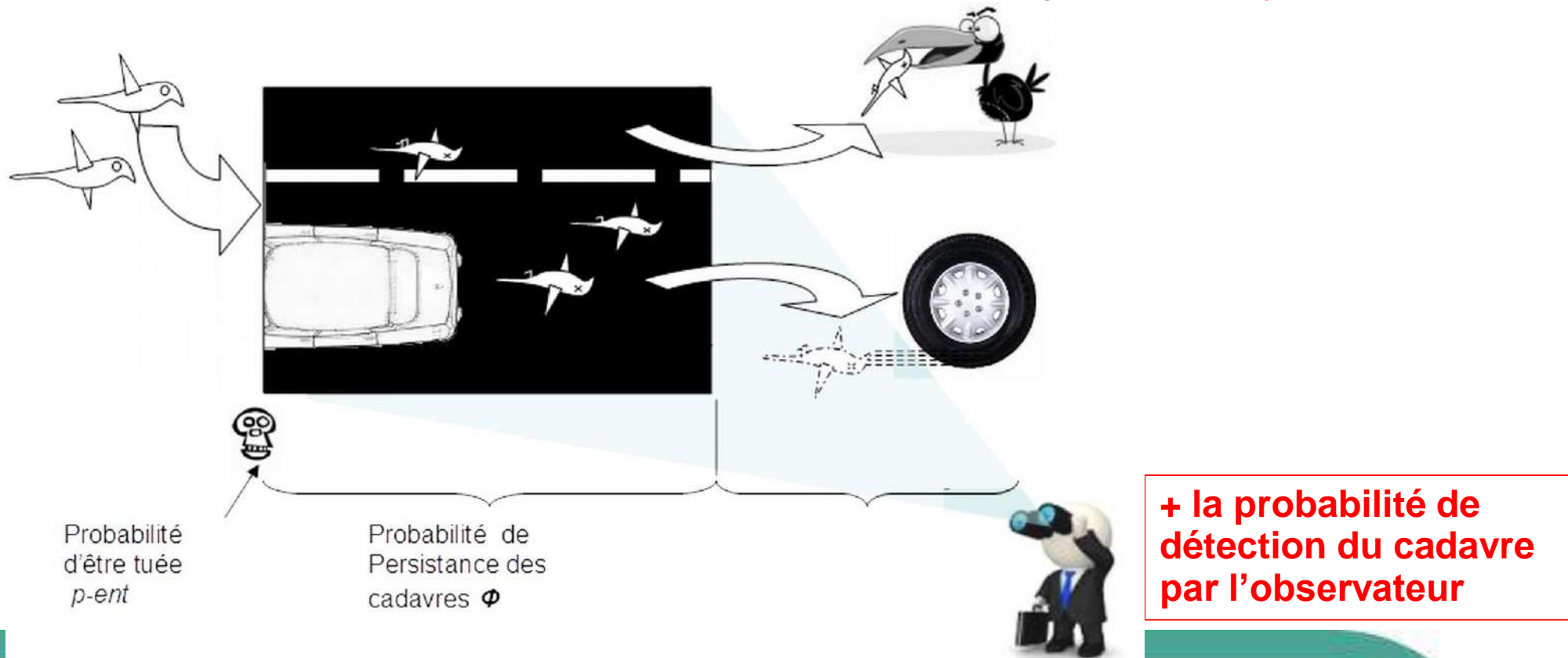
# III. Relevés de collisions faune

## 1. Fondement théorique des collisions



- Probabilité de détection du cadavre

- taille du cadavre, l'expérience de l'observateur, météo, méthodologie...



# III. Relevés de collisions faune

## 2. Les méthodes

---

**Dans tous les cas, dans un monde idéal, la méthode parfaite serait un passage exhaustif quotidien .... impossible hors étude scientifique donc il faut adapter les méthodes à la question posée :**

### **Méthodes adaptées :**

Dans le cas où **le nombre ajusté de cadavres** importe plus, connaître les biais des comptages importe beaucoup (pour une espèce menacée...) :

- Relevés mensuels par un bureau d'études spécialisés (une session de 3 à 4 relevés consécutifs permet de mesurer la détectabilité)

Et/ou

- Relevés si possible quotidiens par les patrouilleurs en complément



# III. Relevés de collisions faune

## 2. Les méthodes

### Méthodes adaptées suite

Dans le cas où relever **la position** importe plus :

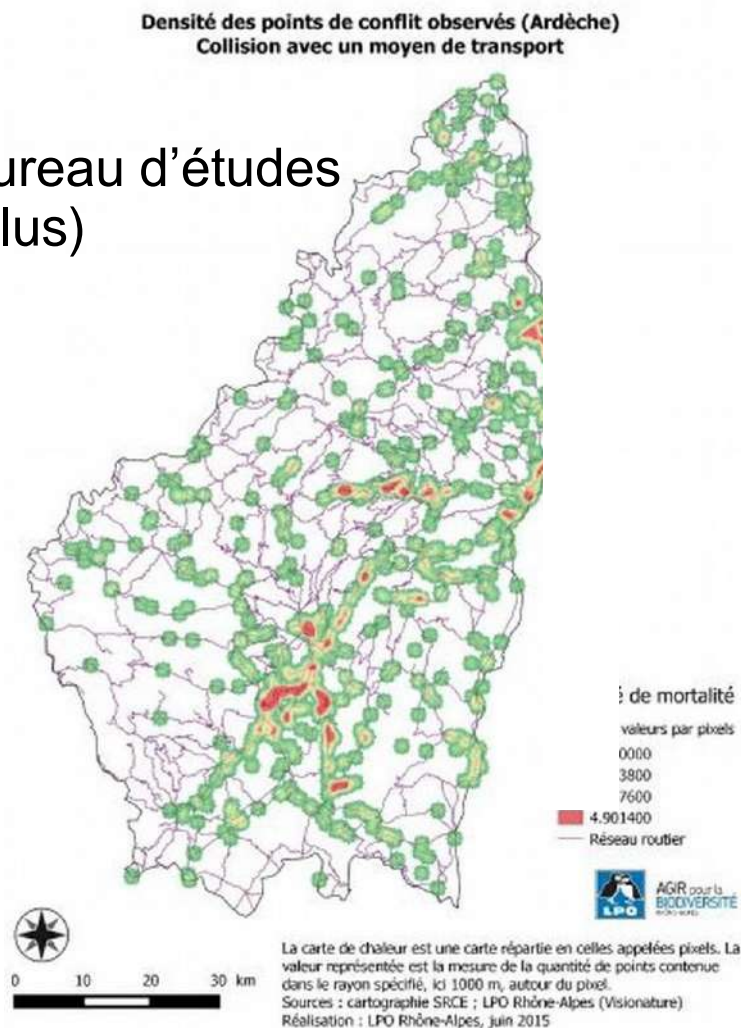
- Relevés hebdomadaires à mensuels par un bureau d'études spécialisé (la fréquence de comptage compte plus)

Relevés à pied ou en véhicule  
(vitesse max 40 km/h)

(choix entre à pied et en véhicule  
en fonction distance < ou >20km)

Et/ou

=> Relevés si possible quotidiens  
par les patrouilleurs



# III. Relevés de collisions faune

## 2. Comparaison des méthodes

### **La collecte à pied (variante en vélo ou accompagné d'un chien) par des spécialistes**

#### **+ Avantages :**

- collecte la plus exhaustive, permet de bien explorer les bords en plus de la chaussée
- Exhaustive sur les plus petits taxons (micromammifères, passereaux...)

#### **- Inconvénients :**

- Faible distance parcourue en 1 j (max 20 km à 2 agents)
- Difficile de mettre en place un système de Capture Marquage Recapture (CMR)
- Comptage ponctuel (max 1 fois par mois pendant 1 an)

#### **Usages possibles :**

- Sur des zones à enjeux ou déjà avérées collisiogènes de faibles longueurs

# III. Relevés de collisions faune

## 2. Comparaison des méthodes

### **La collecte en voiture/fourgon par des spécialistes :**

#### **+ Avantages :**

- Bonne exhaustivité pour des observateurs entraînés
- Grande distance parcourable en un jour (max 50 km de section à 2 agents dans un véhicule)=> permet d'intégrer les facteurs environnementaux (paysage, profil route, végétation de bermes...)
- Permet de mettre en place un système de Capture Marquage Recapture (CMR)

#### **- Inconvénients :**

- collecte moins exhaustive sur les bermes (même efficacité pour la chaussée mais 1/3 de moins de collecte pour les bermes)
- Un peu exhaustive sur les plus petits taxons
- Comptage ponctuel (max 1 fois par mois pendant 1 an)

#### **Usages possibles :**

- Sur des zones de grandes distances en validation

# III. Relevés de collisions faune

## 2. Comparaison des méthodes

### La collecte en fourgon par des patrouilleurs :

#### + *Avantages* :

- comptages potentiellement quotidiens
- Grande distance parcourue en un jour => permet d'intégrer les facteurs environnementaux (paysage, profil de route, végétation de bermes...)
- Exhaustif pour la grand faune

#### - *Inconvénients* :

- collecte beaucoup moins exhaustive surtout pour les plus petits taxons
- Comptage non continu en fonction des besoins de services
  - Dépend de la formation des équipes qui peut être hétérogène

#### *Usages possibles* :

- Facilement applicables pour des exploitants routiers comme comptage



# III. Relevés de collisions faune

## 2. Comparaison des méthodes

### Ces trois méthodes sont complémentaires

- La collecte en fourgon par des patrouilleurs en données quotidienne → ***a priori la meilleure pour la grande faune***
- Calage possible avec la collecte à pied ou embarquée en véhicule → ***surtout sur la petite voire la mésofaune***
- ***Collecte possible participative : elle devra avoir un protocole a minima***



# Conclusion générale

**Pour l'évaluation de la transparence d'un réseau d'ILT sur un territoire a fortiori régional :**

**il faut considérer tous ces outils comme complémentaires**

**il est important d'avoir une approche territoriale (*permettant une hiérarchisation*) qui doit être complétée par une étude localisée (*collision, suivi de passage faune... pour validation*)**

***Leur choix et la façon dont ils seront appliqués se fera en fonction :***

- de la ou des questions posées et des objectifs de l'étude*
- des données déjà à disposition*
- des acteurs en présence (compétences, effectifs) et de leur complémentarité*
- du budget disponible et du temps allouable à cette étude*

# Conclusion générale

**Pour l'évaluation de la transparence d'un réseau d'ILT sur un territoire a fortiori régional :**

**il faut considérer tous ces outils comme complémentaires**

**il est important d'avoir une approche territoriale (*permettant une hiérarchisation*) qui doit être complétée par une étude localisée (collision, suivi de passage faune... *pour validation*)**

***Leur choix et la façon dont ils seront appliqués se fera en fonction :***

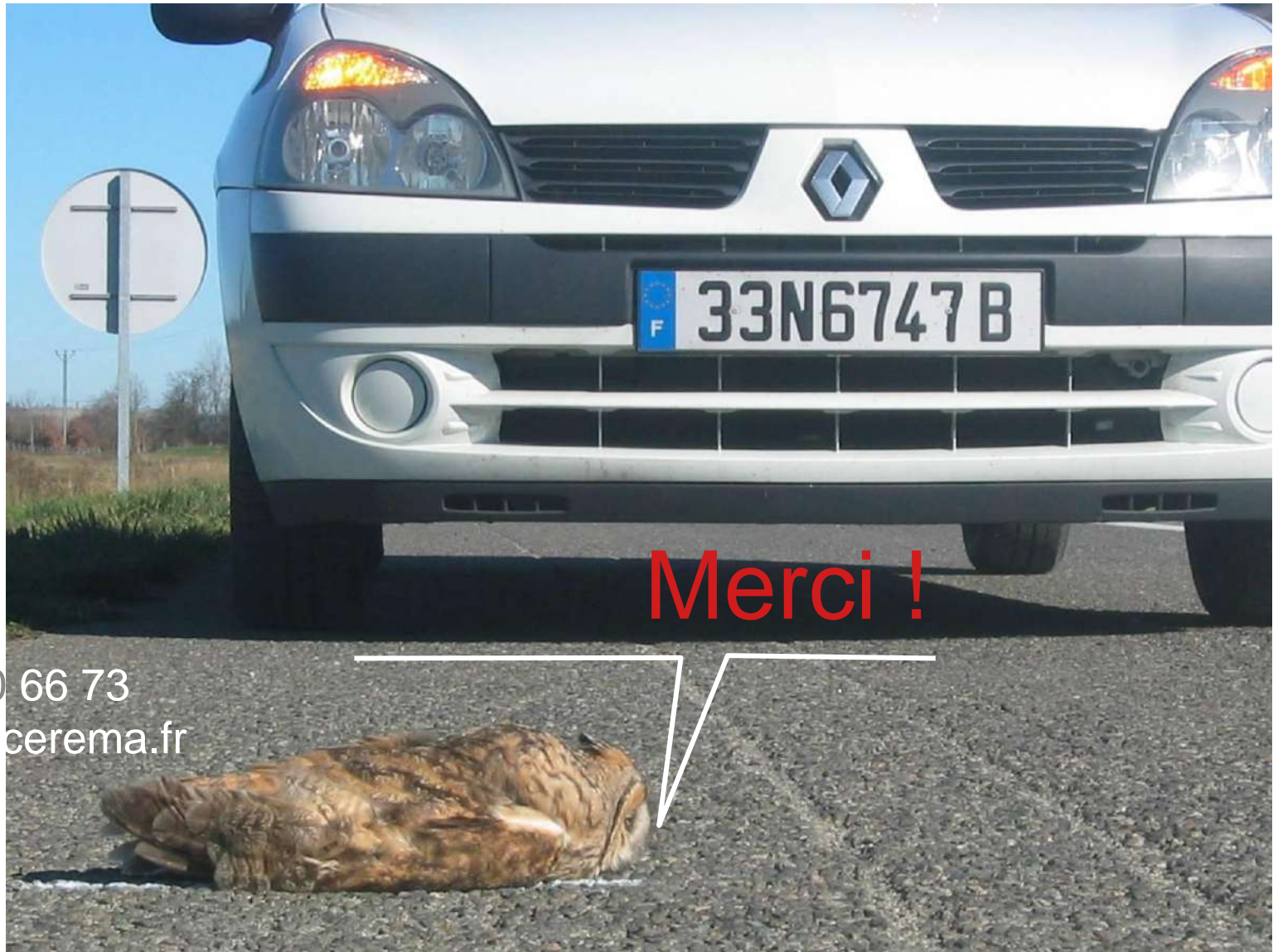
- de la ou des questions posées et des objectifs de l'étude*
- des données déjà à disposition*
- des acteurs en présence (compétences, effectifs) et de leur complémentarité*
- du budget disponible et du temps allouable à cette étude*

***Et obtenir/évaluer la présence voire l'abondance des sp et les paramètres physiques (OCcup. Sol), écologiques sur la zone d'étude !***



# Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,  
l'environnement, la mobilité et l'aménagement



Éric Guinard

+33 (0)5 56 70 66 73  
[eric.guinard@cerema.fr](mailto:eric.guinard@cerema.fr)

**Merci !**