



## **Surveillance de la mortalité des oiseaux et des mammifères sauvages** Synthèse des cas enregistrés par le réseau SAGIR de 1995 à 2010 avec une exposition avérée à l'imidaclopride

**Olivier Mastain<sup>1</sup>, Florian Millot<sup>1</sup>, Anouk Decors<sup>1</sup>, Philippe Berny<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup> Office national de la chasse et de la faune sauvage, Direction des études et de la recherche

<sup>2</sup> VetAgro Sup Campus vétérinaire de Lyon, Laboratoire de toxicologie

Les données et résultats du présent rapport sont la propriété du réseau SAGIR, réseau ONCFS/FNC/FDC.  
Pour la diffusion de ce rapport ou l'utilisation de ces données en dehors de l'administration française, merci de demander  
l'autorisation auprès de l'administrateur national du réseau SAGIR : [sagir@oncfs.gouv.fr](mailto:sagir@oncfs.gouv.fr)

Les données et résultats du présent rapport sont la propriété du réseau SAGIR, réseau ONCFS/FNC/FDC.  
Pour la diffusion de ce rapport ou l'utilisation de ces données en dehors de l'administration française, merci de demander  
l'autorisation auprès de l'administrateur national du réseau SAGIR : [sagir@oncfs.gouv.fr](mailto:sagir@oncfs.gouv.fr)

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient chaleureusement Marie-Solange Landry (ONCFS), Philippe Landry (ONCFS), François Reitz (ONCFS) et Clément Calenge (ONCFS) pour leur lecture attentive et leur contribution à ce rapport ainsi que tous les ITD qui se sont mobilisés pour mener les investigations sur le terrain et faire remonter leurs observations à l'automne 2010, en vue de l'élaboration de ce rapport.

Le réseau SAGIR remercie infiniment tous les observateurs, en particulier les chasseurs, les techniciens des FDC et les agents de l'ONCFS qui, sans relâche, au bénéfice de la connaissance, de la gestion cynégétique et de la protection de l'environnement, font remonter leurs observations, et en particulier :

### **Les chasseurs ;**

#### **Les fédérations nationale, régionales et départementales des chasseurs,**

FNC, FRC Alsace, FRC Auvergne, FRC Bourgogne, FRC Centre, FRC Corse, FRC Haute-Normandie, FRC Languedoc-Roussillon, FRC Lorraine, FRC Nord Pas-de-Calais, FRC Picardie, FRC Provence Alpes Côte d'Azur, FRC Rhône-Alpes, FRC Poitou-Charentes, FRC Pays-de-la-Loire, FRC Midi-Pyrénées, FRC Limousin, FRC Ile-de-France, FRC Franche-Comté, FRC Champagne-Ardenne, FRC Bretagne, FRC Basse-Normandie, FRC Aquitaine, FDC 01, FDC 02, FDC 03, FDC 04, FDC 05, FDC 06, FDC 07, FDC 08, FDC 09, FDC 10, FDC 11, FDC 12, FDC 13, FDC 14, FDC 15, FDC 16, FDC 17, FDC 18, FDC 19, FDC 2A, FDC 2B, FDC 21, FDC 22, FDC 23, FDC 24, FDC 25, FDC 26, FDC 27, FDC 28, FDC 29, FDC 30, FDC 31, FDC 32, FDC 33, FDC 34, FDC 35, FDC 36, FDC 37, FDC 38, FDC 39, FDC 40, FDC 41, FDC 42, FDC 43, FDC 44, FDC 45, FDC 46, FDC 47, FDC 48, FDC 49, FDC 50, FDC 51, FDC 52, FDC 53, FDC 54, FDC 55, FDC 56, FDC 57, FDC 58, FDC 59, FDC 60, FDC 61, FDC 62, FDC 63, FDC 64, FDC 65, FDC 66, FDC 67, FDC 68, FDC 69, FDC 70, FDC 71, FDC 72, FDC 73, FDC 74, FDC 75, FDC 76, FDC 77, FDC 78, FDC 79, FDC 80, FDC 81, FDC 82, FDC 83, FDC 84, FDC 85, FDC 86, FDC 87, FDC 88, FDC 89, FDC 90, FDC 972 et en particulier les interlocuteurs techniques départementaux ;

**Les délégations interrégionales et les services départementaux de l'Office national de la Chasse et de la Faune Sauvage,**  
DR Alpes Méditerranée – Corse, DR Bretagne Pays de la Loire, DR Nord-Ouest, DR Nord-Est, DR Poitou-Charente Limousin, DR Bourgogne Franche-Comte, DR Sud-Ouest, DR Auvergne Languedoc-Roussillon, DR Centre Ile-de-France, SD 01, SD 02, SD 03, SD 04, SD 05, SD 06, SD 07, SD 08, SD 09, SD 10, SD 11, SD 12, SD 13, SD 14, SD 15, SD 16, SD 17, SD 18, SD 19, SD 2A, SD 2B, SD 21, SD 22, SD 23, SD 24, SD 25, SD 26, SD 27, SD 28, SD 29, SD 30, SD 31, SD 32, SD 33, SD 34, SD 35, SD 36, SD 37, SD 38, SD 39, SD 40, SD 41, SD 42, SD 43, SD 44, SD 45, SD 46, SD 47, SD 48, SD 49, SD 50, SD 51, SD 52, SD 53, SD 54, SD 55, SD 56, SD 57, SD 58, SD 59, SD 60, SD 61, SD 62, SD 63, SD 64, SD 65, SD 66, SD 67, SD 68, SD 69, SD 70, SD 71, SD 72, SD 73, SD 74, SD 75, SD 76, SD 77, SD 78, SD 79, SD 80, SD 81, SD 82, SD 83, SD 84, SD 85, SD 86, SD 87, SD 88, SD 89, SD 90, SD972 et en particulier les interlocuteurs techniques départementaux ;

#### **Les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires et les Conseils généraux,**

LDA 01, LVD 02, LVD 03, LVD 04, LVD 05, LVD 06, LDA 08, LVD 09, LDA 10, LVD 11, Aveyron Labo, LDA 13, Laboratoire départemental Franck Duncombe, LASAT, LDA 18, LDA 19, Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires, agricoles et des eaux d'Ajaccio, LDA 2B, LDA 21, Laboratoire de développement et d'analyse de Ploufragan, LDA 23, LDA 24, LVD 25, LDA 26, LDA 27, IDHESA Bretagne – Océane, LDA 30, LVD 31, LVD 32, LABSA 33, LVD 34, Institut en santé Agro - environnement 35, LDA 36, LDA 37, LVD 38, LDA 39, LDA 40, LVD 42, LDA 43, Institut départemental d'analyses et conseil de Nantes, LVD 46, LVD 47, LDA 48, LVD 49, LDA 50, LDA 52, LVD 53, LVD 54, LVD 55, LDA 56, Laboratoire central d'analyses de Metz, LDA 58, LDA 59, LDA 60, LDA 61, LDA 62, LDA 63, Laboratoire des Pyrénées, Centre d'analyses Méditerranée – Pyrénées, LVD 67, LVD 68, LVD 69, LVD 70, LVD 71, LVD 72, LDA 73, LVD 74, LVD 76, LVD 77, LDA 78, LVD 79, LVD 80, Laboratoire départemental d'hygiène d'Albi, LVD 82, LDA 83, LDA 84, LDA 85, Laboratoire d'analyse et de sécurité alimentaire de Poitiers, LVD 87, LVD 88, Institut départemental de l'environnement et d'analyses d'Auxerre, LDAV972 ;

#### **Le laboratoire de toxicologie de VetAgro Sup Campus vétérinaire de Lyon ;**

#### **Le laboratoire de la rage et de la faune sauvage de l'ANSES à Nancy.**

Les données et résultats du présent rapport sont la propriété du réseau SAGIR, réseau ONCFS/FNC/FDC.  
Pour la diffusion de ce rapport ou l'utilisation de ces données en dehors de l'administration française, merci de demander l'autorisation auprès de l'administrateur national du réseau SAGIR : [sagir@oncfs.gouv.fr](mailto:sagir@oncfs.gouv.fr)



## SOMMAIRE

Remerciements	3
Liste des tableaux et des figures	6
Liste des abréviations	6
<b>Introduction</b>	<b>7</b>
<b>1 Matériel et méthodes</b>	<b>9</b>
<b>2 Résultats</b>	<b>12</b>
2.1 <i>Distribution spatiale et temporelle des foyers et commémoratifs</i>	12
2.2 <i>Concentrations en imidaclopride</i>	14
2.3 <i>Bilan des signes cliniques et résultats des autopsies</i>	16
<b>3 Discussion</b>	<b>20</b>
3.1 <i>Correspondance entre les foyers et les pratiques agricoles en France</i>	20
3.2 <i>Diagnostic épidémiologique et clinique de l'intoxication à l'imidaclopride chez les oiseaux sauvages</i>	20
3.3 <i>Réalité de l'exposition à l'imidaclopride en nature dans le cadre de son utilisation agricole</i>	22
3.4 <i>Impact sur les populations d'oiseaux sauvages</i>	23
<b>4 Conclusions</b>	<b>26</b>
Références bibliographiques	27
<b>Résumé non technique</b>	<b>36</b>

## LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Figure 1 : Distribution annuelle des foyers IMI enregistrés par SAGIR de 1995 à 2010.	11
Figure 2 : Nombre cumulé de foyers IMI par mois enregistrés par SAGIR de 1995 à 2010.	11
Figure 3 : Part relative des foyers IMI vs. total des foyers pour les perdrix en octobre et novembre de 1995 à 2010.	12
Figure 4 : Distribution spatiale des foyers IMI par taille enregistrés par SAGIR de 1995 à 2010.	13
Figure 5 : Grains d'orge en surface dans une parcelle semée récemment.	14
Figure 6 : Boîtes à moustaches des concentrations en imidaclopride dans le jabot et dans le foie des perdrix selon la présence de grains colorés ou non.	15
Figure 7 : Boîtes à moustaches des concentrations en imidaclopride dans le jabot des pigeons selon la présence de grains colorés ou non.	15
Figure 8 : Boîtes à moustaches des concentrations en imidaclopride dans le jabot contenant des grains des pigeons et des perdrix.	15
Figure 9 : Relation entre les concentrations en imidaclopride dans le jabot et le foie des perdrix pour chaque cas IMI.	16
Figure 10 : Graphe en mosaïque de <i>traces de prédation</i> en fonction de <i>espèce</i> pour les cas IMI.	18
Figure 11 : Courbe de la masse de la perdrix grise adulte en fonction de son sexe et du mois.	23
Figure 12 : Régime alimentaire de la perdrix grise en fonction de la saison.	23
Figure 14 : Taux annuel apparent de mortalité naturelle des perdrix grises adultes en moyenne des moyennes départementales.	25
Figure 15 : illustration d'un biais de sélection - <i>cadavre de perdrix grise en bon état de fraîcheur mais dépouillé de nombreux organes par l'action d'un prédateur.</i>	26
Tableau I : Caractéristiques principales des concentrations en imidaclopride des cas IMI chez les perdrix et les pigeons dans le jabot, le gésier et le foie.	14
Tableau II : Nombre de foyers, nombre d'animaux observés, nombre d'animaux autopsiés et nombre de cas IMI par espèce enregistrés par SAGIR de 1995 à 2010.	16
Tableau III : Proportion de cas IMI présentant 0 à 2 lésions en fonction de la concentration en imidaclopride dans le jabot chez les perdrix.	19

## LISTE DES ABREVIATIONS

DL50 : DL50 est la dose d'une substance toxique qui tue la moitié de la population testée d'une espèce donnée.

FDC : Fédération départementale des chasseurs

FNC : Fédération nationale des chasseurs

HPLC : chromatographie liquide haute performance (high performance liquid chromatography)

HPTLC : chromatographie haute performance sur couche mince (high performance thin layer chromatography)

ITD : Interlocuteur technique départemental

IMI : qualifie, dans les tableaux et figures, les cas ou les foyers pour lesquels l'analyse de l'imidaclopride est positive

LD : limite de détection

LDAV : Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires

nAChRs : récepteurs nicotiques à l'acétylcholine

ONCFS : Office national de la chasse et de la faune sauvage

SAGIR : Le terme SAGIR a été créé par Claude Mallet, premier responsable national du réseau. SAGIR n'est ni un acronyme ni un sigle mais sonne plutôt comme une devise, SAGIR, surveiller pour agir !

UV : ultraviolet

## INTRODUCTION

SAGIR (réseau ONCFS<sup>3</sup>/FNC<sup>4</sup>/FDC<sup>5</sup>) est un réseau de surveillance épidémiologique des oiseaux et des mammifères sauvages terrestres en France. Pour assurer cette surveillance, le dispositif se fonde sur la détection de la mortalité et la détermination de son étiologie.

En octobre 2010, le réseau SAGIR a détecté un événement particulier dans la Marne faisant état de troubles du comportement de perdrix grises. Une perdrix a été capturée et analysée. A l'issue de l'ensemble des investigations, seul l'imidaclopride a été mis en évidence chez l'oiseau. D'autres événements du même type, parfois avec de la mortalité, ont suivi en 2010 avec également mise en évidence d'imidaclopride dans les matrices biologiques analysées.

Ces observations n'étaient pas nouvelles dans le réseau mais, au regard de l'amplitude des phénomènes observés en 2010, le responsable scientifique du réseau a décidé de faire une analyse rétrospective de tous les événements de mortalité potentiellement liée à une exposition des oiseaux et des mammifères sauvages à l'imidaclopride dans le contexte de son utilisation agricole.

La structure de ce rapport suit les règles qui permettent, à partir de la méthodologie, de présenter les résultats. Une attention particulière a été consacrée à la discussion pour expliciter les liens épidémiologiques entre les événements enregistrés par SAGIR et l'utilisation agricole de l'imidaclopride en traitement de semence.

Outre l'autosaisine du réseau SAGIR, ce rapport répond également à la demande du ministère chargé de l'agriculture en date du 3 mars 2011 (réf. FH280211\_ONCFS).

---

<sup>3</sup> Office national de la chasse et de la faune sauvage.

<sup>4</sup> Fédération nationale des chasseurs.

<sup>5</sup> Fédérations départementales des chasseurs.





## 1 MATERIEL ET METHODES

Les données proviennent des résultats enregistrés par le réseau SAGIR. Le réseau SAGIR, dont l'aire de couverture géographique est nationale, est un réseau généraliste<sup>6</sup> de surveillance épidémiologique<sup>7</sup> des oiseaux et des mammifères sauvages terrestres, en particulier dont la chasse est autorisée en France. Depuis 1955 (Quidet, 1978 ; Lamarque *et al.*, 1999), ce dispositif a notamment pour objectif de surveiller les effets non intentionnels de l'utilisation agricole des produits phytopharmaceutiques (PPP).

Le mode de production des données est événementiel, *i.e.* on ne sait pas par qui, où, quand, combien de données seront collectées. L'échantillonnage est qualifié d'opportuniste ou « de commodité » *convenience sampling* (Dohoo *et al.*, 2003), *i.e.* on collecte les cadavres ou animaux moribonds les plus accessibles. L'échantillonnage est donc fondé sur la découverte fortuite d'un ou de plusieurs spécimens d'oiseaux ou de mammifères sauvages trouvés morts ou observés moribonds et capturés. Les spécimens ne sont donc pas recherchés de façon active. En ce sens, il répond aux caractéristiques d'un réseau de toxicovigilance passive.

Le réseau SAGIR est un réseau participatif, ce qui signifie que son bon fonctionnement repose majoritairement sur l'investissement des acteurs de terrain dans le réseau, de leur motivation et de leur niveau d'information. Les chasseurs, techniciens des Fédérations départementales des chasseurs et agents de l'ONCFS sont les principaux observateurs du réseau SAGIR.

Un cas SAGIR correspond à un animal observé mort ou moribond, collecté puis analysé, dont tous les résultats ont été centralisés dans la base de données SAGIR. La base de données adopte le système TME (topographie/morphologie/étiologie) pour la description des résultats de chaque cas.

Toute observation d'un cadavre ou d'un animal moribond fait l'objet d'un processus de décision sur l'opportunité de l'analyse. Ce processus intègre plusieurs critères dont notamment l'espèce concernée, le contexte épidémiologique du moment dans le territoire, le nombre de spécimens observés, l'état de conservation du cadavre. Dans le cas d'une observation d'au moins 2 animaux, événement dit de mortalité groupée<sup>8</sup>, il peut arriver que l'observateur ne prélève qu'une partie des spécimens pour les analyses, en particulier lorsque leur nombre atteint la dizaine.

Chaque spécimen collecté est identifié par un numéro unique et accompagné d'une fiche renseignée des commémoratifs<sup>9</sup> (annexe 1). Les échantillons associés au spécimen sont tous identifiés par le même numéro. Le transport des spécimens est réalisé par des personnes autorisées.

La masse d'un spécimen n'est pas mesurée compte tenu de son évolution rapide après la mort.

Chaque spécimen collecté par SAGIR fait l'objet d'une autopsie, réalisée dans un laboratoire départemental d'analyses vétérinaires (LDAV). En fonction des commémoratifs et du tableau lésionnel observé lors des autopsies, le LDAV caractérise une ou plusieurs hypothèses étiologiques. Des examens complémentaires peuvent être réalisés pour confirmer, infirmer ou préciser une hypothèse étiologique. Ces examens relèvent de l'histologie, de la bactériologie, de la virologie, de la parasitologie et/ou de la toxicologie. Ces analyses complémentaires sont réalisées par le LDAV lui-même ou par un autre laboratoire qui dispose de la compétence et des moyens techniques.

En ce qui concerne les analyses de résidus chimiques, elles sont toutes réalisées par le laboratoire de toxicologie du Campus vétérinaire de Lyon selon les méthodes développées en interne ou publiées (Berny et Gaillet, 2008). Les échantillons biologiques sont transmis par le LDAV au laboratoire de toxicologie de Lyon selon les règles de transport en vigueur. La sélection des échantillons est effectuée par le LDAV, éventuellement en lien avec le laboratoire de toxicologie de Lyon, en fonction des tissus disponibles – certains tissus peuvent être absents sur un cadavre ayant été partiellement dévoré par des nécrophages ou des prédateurs - et des molécules ciblées selon les commémoratifs et le tableau clinique et lésionnel. L'analyse peut être effectuée sur un tissu ou, plus rarement, sur un mélange de tissus provenant d'animaux du même foyer (*cf. infra*). De manière générale,

<sup>6</sup> Non spécialisé. Le réseau s'intéresse à plusieurs maladies et à plusieurs espèces animales.

<sup>7</sup> Ce terme est utilisé pour désigner l'ensemble des réseaux d'épidémiosurveillance et d'épidémiologie (Dufour et Hendriks, 2007).

<sup>8</sup> On désigne par mortalité groupée la découverte de deux animaux ou plus, morts ou moribonds, distants de quelques mètres, au même moment ou dans un délai de quelques jours.

<sup>9</sup> Les commémoratifs sont l'ensemble des données générales concernant le cadavre ou l'animal malade, son environnement et le contexte de sa découverte. Ils sont renseignés par l'observateur.

l'identification d'une étiologie chimique est le résultat d'un travail pluridisciplinaire impliquant la pathologie, l'épidémiologie, la microbiologie et la toxicologie. Ces spécialités coexistent dans le réseau SAGIR.

Pour la recherche de l'imidaclopride et ses métabolites, l'analyse concerne les trois molécules de la famille des nicotinoïdes autorisées actuellement, l'imidaclopride, le thiaclopride et le thiamethoxam. Les métabolites de l'imidaclopride dont principalement l'acide chloronicotinique ne sont pas analysés dans la mesure où nous nous plaçons dans le contexte d'une intoxication aiguë (Berny *et al.*, 1999). La technique d'identification spécifique en HPTLC (chromatographie sur couche mince haute performance) avec détection UV (ultraviolet) permet d'identifier et de quantifier les composés (limite de détection  $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  pour l'imidaclopride). La confirmation s'effectue par HPLC-UV (chromatographie liquide haute performance – ultraviolet) (Berny *et al.*, 1999). Pour l'analyse des résultats, toute valeur inférieure à la limite de détection est considérée comme nulle et toute concentration supérieure à la limite de détection et inférieure à la limite de quantification est prise en compte avec une valeur égale à la limite de détection. Les échantillons biologiques sont conservés au congélateur à  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  pendant un mois pour d'éventuelles analyses supplémentaires ou contradictoires puis détruits.

L'analyse descriptive des données couvre la période de janvier 1995 à décembre 2010.

Dans la suite du rapport, un **cas** est un cas SAGIR pour lequel il existe au moins une mesure tissulaire de la concentration en imidaclopride positive, *ie* supérieure à la limite de détection, et pour lequel l'exposition de l'animal peut être reliée aux pratiques agricoles. Un **foyer** désigne une unité épidémiologique d'un ou plusieurs cas survenant dans un même lieu au cours d'une période limitée dans le temps. Pour bien les distinguer des cas et foyers SAGIR, toutes étiologies confondues, les cas et foyers relevant des définitions susmentionnées seront désignés par cas IMI et foyers IMI dans les figures.

Pour le traitement des résultats, nous avons procédé à une analyse exploratoire des données (Tukey, 1977) afin d'identifier les principaux patrons d'organisation de ces données. Ces analyses exploratoires ont été associées à des tests de randomisation (Manly, 2007) afin d'identifier si les patrons mis en évidence auraient pu avoir été générés aléatoirement ou non. Ces tests sont basés sur le critère « *différence de moyennes* » entre les deux groupes.

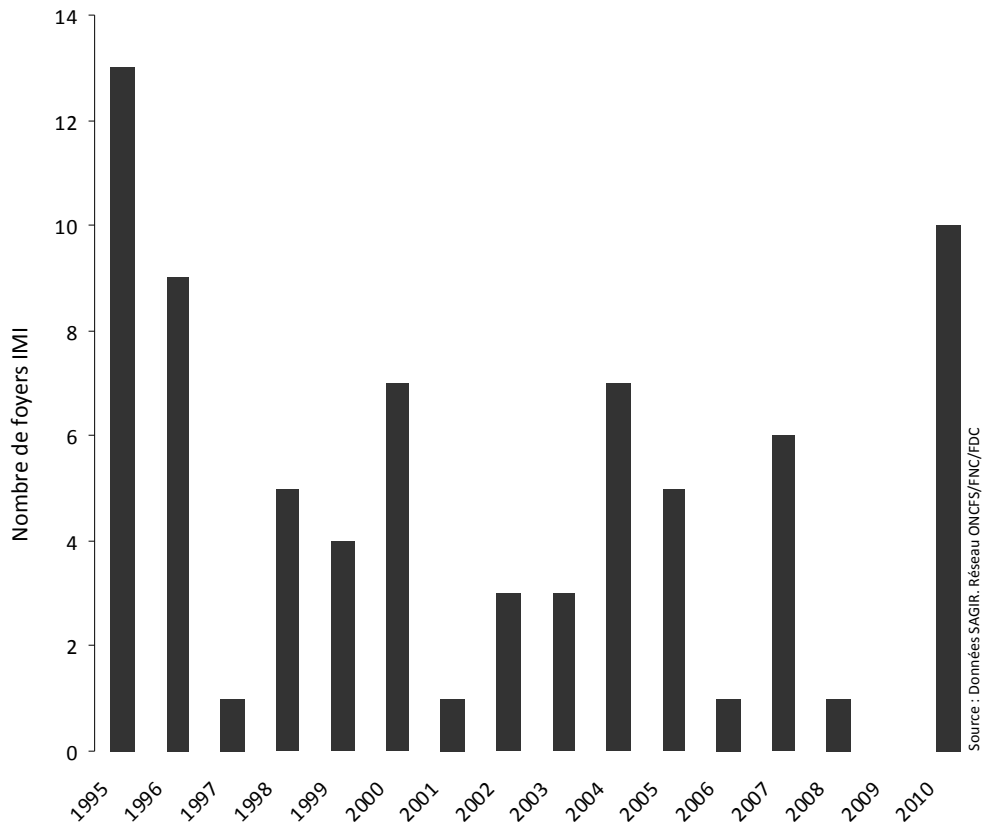


Figure 1 : Distribution annuelle des foyers IMI enregistrés par SAGIR de 1995 à 2010.

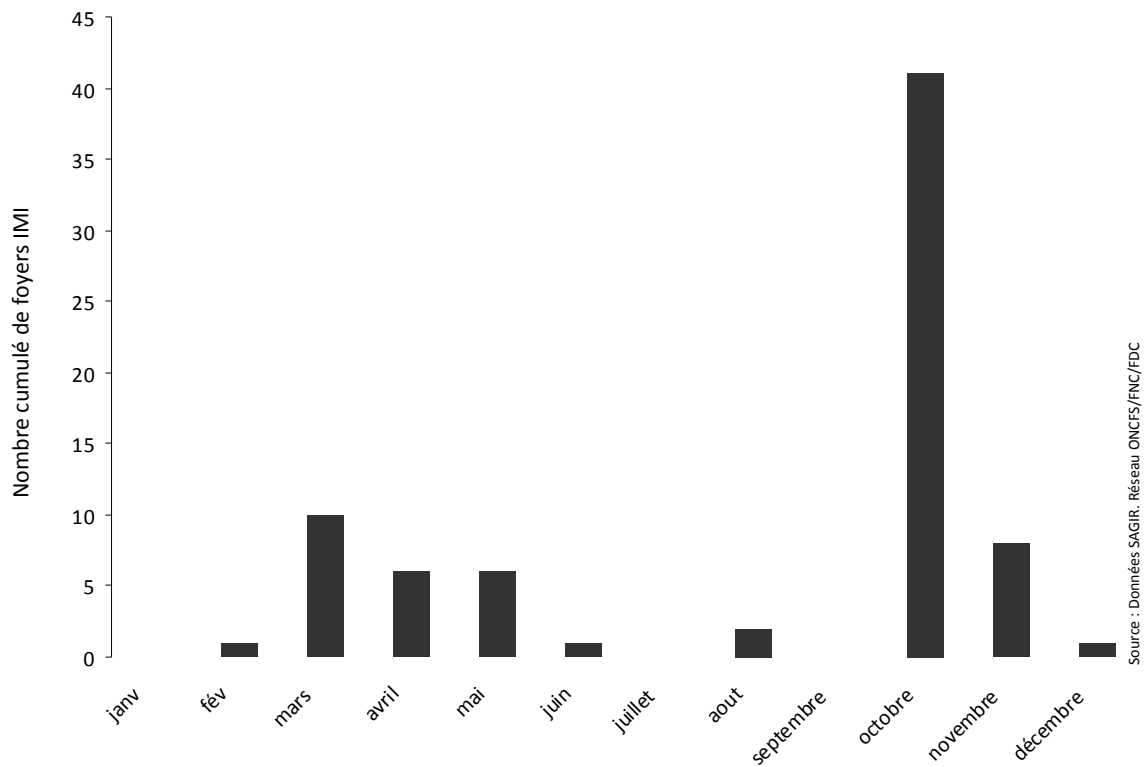


Figure 2 : Nombre cumulé de foyers IMI par mois enregistrés par SAGIR de 1995 à 2010.

## 2 RESULTATS

### 2.1 Distribution spatiale et temporelle des foyers et commémoratifs

Entre le 1<sup>er</sup> janvier 1995 et le 31 décembre 2010, le réseau SAGIR a enregistré 71 foyers. Il n'y a aucun foyer enregistré avant 1995. Il n'y avait pas d'analyse avant cette date du fait de l'absence de produits autorisés à base d'imidaclopride.

Dans la majorité des situations, un foyer comprend au moins 2 cas, avec un maximum d'une centaine de cas pour les foyers les plus conséquents en terme de mortalité. Au total, d'après les relevés réalisés par les observateurs, les 71 foyers ont concerné 475 individus<sup>10</sup>. Pour 31 % des foyers, les animaux ont été observés moribonds. Certains d'entre eux ont été capturés pour la réalisation des analyses.

Les observateurs ont suspecté une intoxication pour 89 % des foyers au regard du contexte de la découverte (signes cliniques sur animaux moribonds, types de milieu, saison, témoignages, traitements agricoles dont phytosanitaires, ...).

Les espèces concernées sont le faisan commun *Phasianus colchicus* (n=2), le lièvre d'Europe *Lepus europaeus* (n=1), la perdrix grise *Perdix perdix* (n=30), la perdrix rouge *Alectoris rufa* (n=2), le pigeon biset *Columba livia* (n=17), le pigeon colombin *Columba oenas* (n=1), le pigeon ramier *Columba palumbus* (n=8) et la tourterelle turque *Streptopelia decaocto* (n=1). Dans un nombre limité de cas, seul le genre a été déterminé. Cela concerne des perdrix (n=3) et des pigeons (n=6). Pour presque la totalité des foyers (n=70), une seule espèce est concernée. Dans la suite du rapport, les cas concernant les perdrix grise, perdrix rouge et perdrix *sp.* sont regroupés sous le terme perdrix et ceux relatifs aux pigeon ramier, pigeon biset, pigeon colombin, tourterelle turque et pigeon *sp.* sont regroupés sous le terme pigeons.

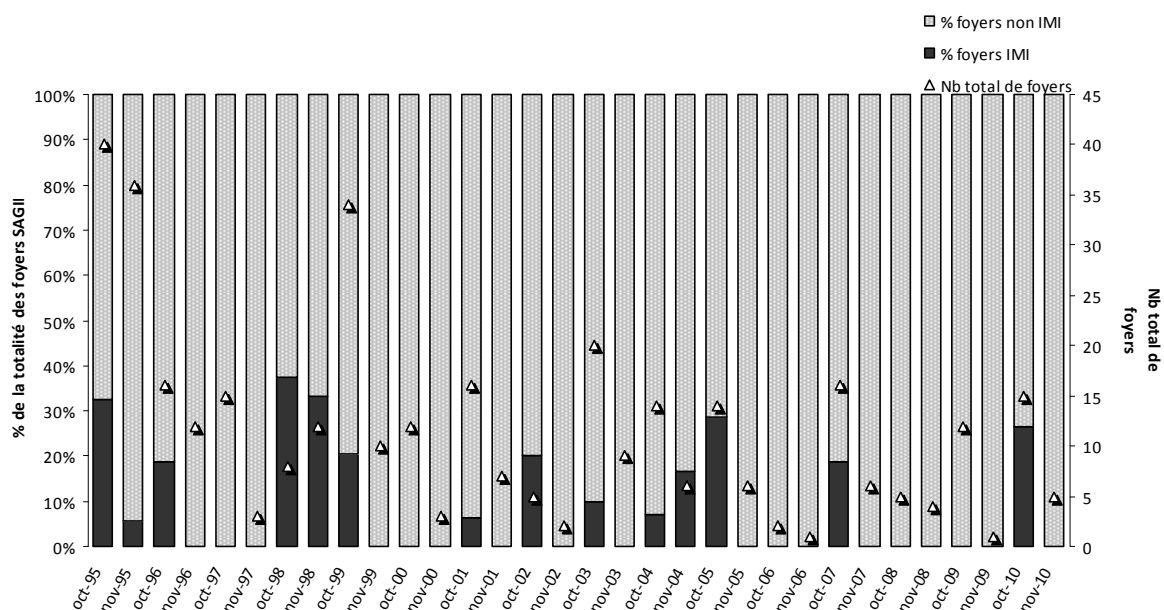
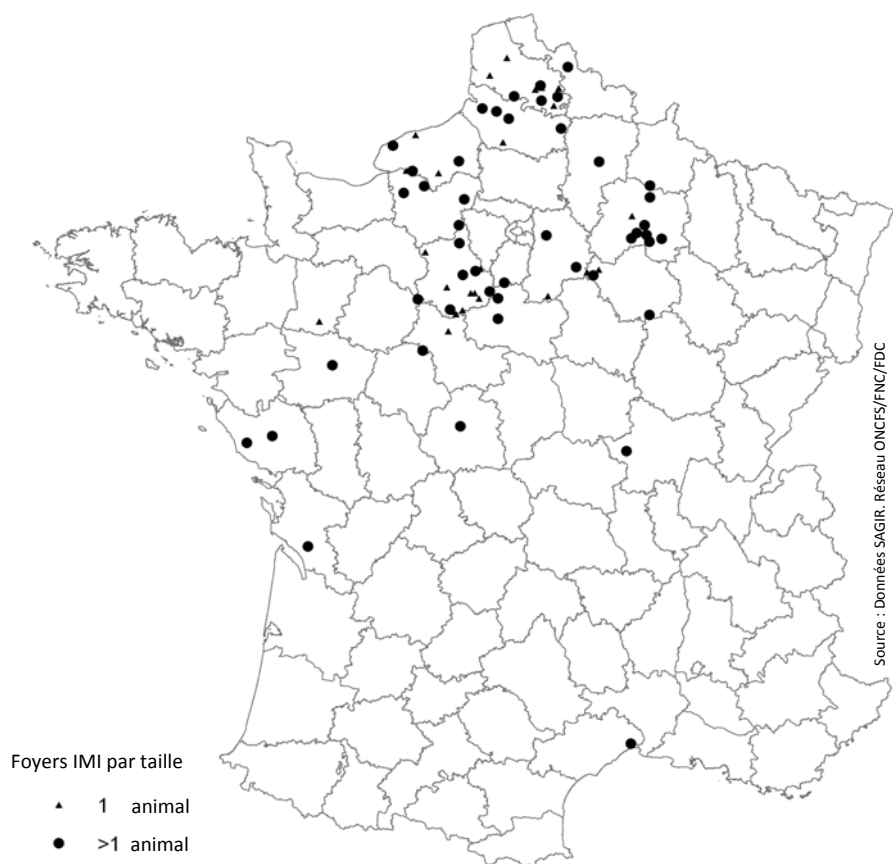


Figure 3 : Part relative des foyers IMI vs. total des foyers pour les perdrix en octobre et novembre de 1995 à 2010.

<sup>10</sup> Un individu est un spécimen d'oiseau ou de mammifère sauvage.



**Figure 4** : Distribution spatiale des 71 foyers IMI par taille enregistrés par SAGIR de 1995 à 2010.

La répartition dans le temps de ces foyers montre une variabilité interannuelle de leur nombre (figure 1). En 1997, 2001, 2006, 2008 et 2009, 1 foyer au plus a été enregistré par SAGIR. En revanche, les années 1995, 1996, 1998, 2000, 2004, 2005, 2007 et 2010 ont connu au moins 5 foyers (Lamarque, 1995a,b,c ; Artois *et al.*, 1996 ; Lamarque, 1996 ; Artois *et al.*, 1997 ; Hatier *et al.*, 1998 ; Hatier *et al.*, 1999 ; Lamarque, 1999a,b,c ; Hatier *et al.*, 2000 ; Lamarque, 2000 ; Lamarque, 2001 ; Terrier *et al.*, 2001 ; Terrier *et al.*, 2002 ; Terrier *et al.*, 2003 ; Bro *et al.*, 2004 ; Terrier *et al.*, 2004 ; Terrier *et al.*, 2005 ; Terrier *et al.*, 2006 ; Bro *et al.*, 2010 ; Decors & Mastain, 2010). Le nombre moyen de foyer par an est de 4,75 pour une variance de 14. Sous l'hypothèse d'une distribution aléatoire des foyers dans les années, on devrait avoir une moyenne égale à la variance (caractéristique d'une loi de Poisson, *cf.* Dale 2004). Nous avons ici un rapport variance/moyenne égal à 2.96, donc une tendance, pour certaines années, à observer plus de cas qu'attendu sous l'hypothèse aléatoire (testé par randomisation :  $P < 0.001$ ).

Les foyers sont principalement enregistrés au début de l'automne et, dans une moindre mesure, au printemps (figure 2). Les foyers cumulés des mois d'octobre, de novembre, de mars, d'avril et de mai de 1995 à 2010 ont comptabilisé près de 99 % des cas.

Nous avons décrit, pour les perdrix, la part relative des foyers IMI par rapport à la totalité des foyers enregistrés par SAGIR aux mois d'octobre et de novembre de 1995 à 2010 (figure 3). Ces foyers atteignent certaines années plus de 10 % de la totalité des foyers pour les perdrix, en particulier en 1995, 1996, 1998, 1999, 2002, 2004, 2005, 2007 et 2010. Il a par ailleurs été observé que le nombre de perdrix analysées par le réseau SAGIR a augmenté de 5 % entre 1995 et 1994 (Artois *et al.*, 1996). La répartition spatiale de ces événements montre que le réseau SAGIR a plusieurs fois enregistré des événements dans les régions Centre, Champagne-Ardenne, Haute-Normandie, Île-de-France, Nord Pas-de-Calais et Picardie (figure 4).

Les foyers correspondent à des agrégats de cas dans la très grande majorité des situations. Le foyer le plus important comptait 100 pigeons trouvés morts. Le foyer le plus conséquent numériquement pour les perdrix a concerné une compagnie de 12 individus. Nous constatons ainsi que la mortalité prend souvent une allure épizootique, touchant de quelques individus à plusieurs dizaines et dans un pas de temps de quelques jours au maximum.

Le milieu d'observation des événements est décrit pour 70 d'entre eux. Il s'agit de cultures agricoles dans 75 % des événements. Pour les perdrix, le milieu est toujours connu et concerne exclusivement les cultures agricoles. Dans certains cas, des informations précises sur les assolements, leur stade végétatif respectif et les éventuels traitements agricoles récents dont l'utilisation de produits phytopharmaceutiques sont disponibles. Des commentaires sur la présence ou non de graines accessibles sont parfois présents, y compris avec des photographies prises au niveau des fourrières<sup>11</sup> par exemple (figure 5).



Figure 5 : Grains d'orge en surface dans une parcelle semée récemment (foyer IMI d'Auberive, Marne, octobre 2010) (photo FDC Marne).

## 2.2 Concentrations en imidaclopride

Au total, 107 spécimens ont fait l'objet d'au moins une analyse pour la recherche de l'imidaclopride. Parfois, l'analyse a été réalisée dans deux tissus (jabot/gésier ou jabot/foie ou gésier/foie) du même spécimen, ce qui permet de disposer de plusieurs résultats pour un même individu. Au total, nous disposons de 151 résultats d'analyse des néonicotinoïdes.

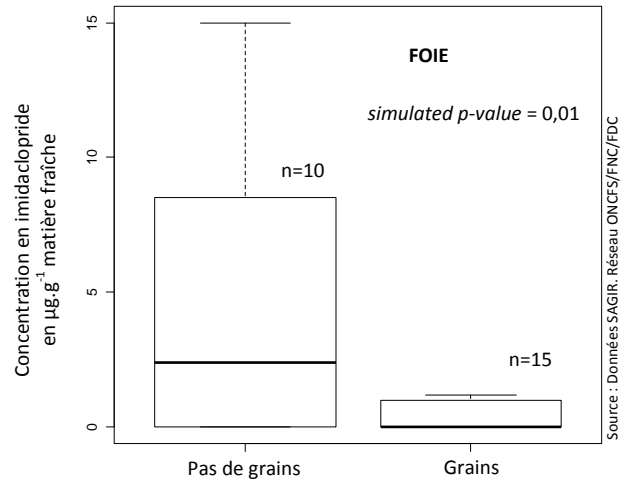
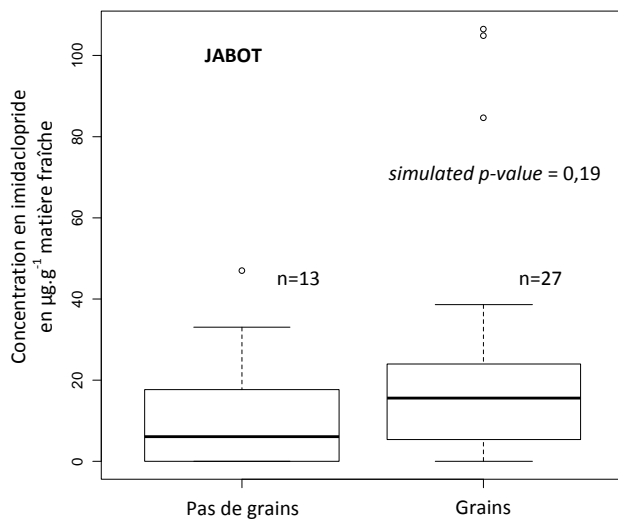
Chez les perdrix (n=57) et les pigeons (n=46), les caractéristiques principales - médianes, moyennes, minimums, maximums et quartiles - des concentrations d'imidaclopride mesurées dans le jabot, dans le gésier et dans le foie sont regroupées dans le tableau I.

Tableau I : Caractéristiques principales des concentrations (en  $\mu\text{g.g}^{-1}$  matière fraîche) en imidaclopride des cas IMI chez les perdrix et les pigeons dans le jabot, le gésier et le foie.

		n	n < LD	min.	1 <sup>er</sup> quart.	médiane	moyenne	3 <sup>ème</sup> quart.	max.
perdrix	jabot	40	5	1,2	6,4	15,0	22,5	24,6	106,7
	gésier	19	0	0,2	1,9	3,0	5,3	8,3	15,0
	foie	25	15	0,2	1,9	3,1	15,5	6,1	120,0
pigeons	jabot	34	1	0,6	8,3	15,3	27,8	34,7	214,0
	gésier	11	0	0,4	2,2	9,7	19,8	27,9	77,0
	foie	16	7	0,3	0,6	1,0	5,7	1,4	43,5

La présence de grains colorés et donc traités avec un PPP d'enrobage de semence ayant été notée pour plusieurs cas lors de l'autopsie (voir paragraphe 2.3), nous avons cherché à déterminer si cette présence avait un effet sur la concentration en imidaclopride, tant dans le jabot que dans le foie. Nous n'avons pas pu mettre en évidence de différences des concentrations d'imidaclopride dans le jabot selon que des grains colorés étaient présents ou non dans le jabot chez les perdrix. En revanche, pour les perdrix, la concentration dans le foie est plus élevée quand il n'y a pas de grains colorés dans le jabot (figure 6).

<sup>11</sup> Les fourrières ou tournières désignent l'espace en bout de champs où sont réalisés les manœuvres de retournement avec le matériel lors des travaux agricoles.

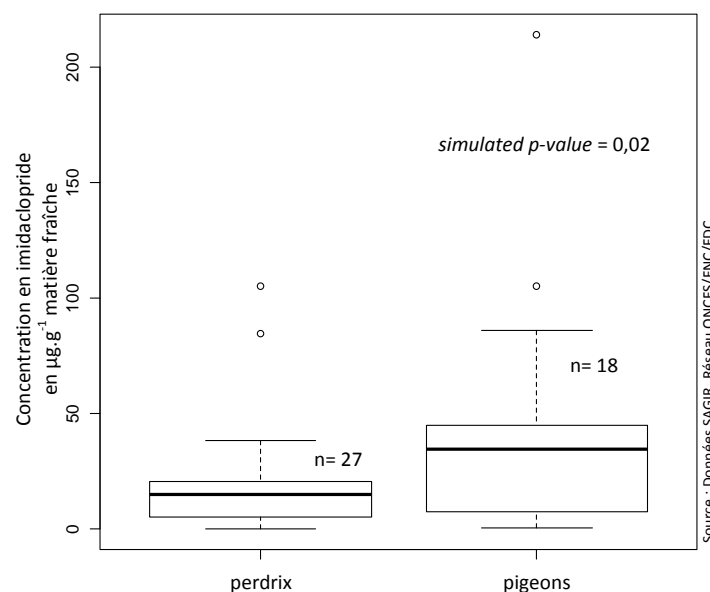
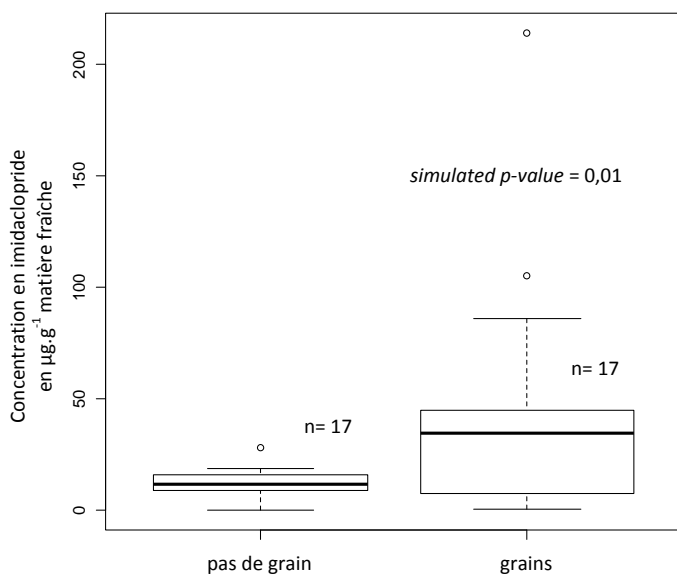


Source : Données SAGIR. Réseau ONCFS/FNC/FDC

**Figure 6** : Boîtes à moustaches des concentrations en imidaclopride dans le jabot (à gauche) et dans le foie (à droite) des perdrix selon la présence de grains colorés ou non.

Chez les pigeons, la concentration en imidaclopride dans le jabot est plus élevée en présence de grains colorés (figure 7).

Enfin, nous avons testé l'hypothèse d'une différence entre les concentrations en imidaclopride dans les jabots contenant des grains colorés des pigeons et des perdrix compte tenu des spécificités de leur comportement alimentaire. Nous avons mis en évidence une différence : les concentrations d'imidaclopride dans le jabot avec des grains colorés sont supérieures chez les pigeons (figure 8).



Source : Données SAGIR. Réseau ONCFS/FNC/FDC

**Figure 7** : Boîtes à moustaches des concentrations en imidaclopride dans le jabot des pigeons selon la présence de grains colorés ou non.

**Figure 8** : Boîtes à moustaches des concentrations en imidaclopride dans le jabot contenant des grains des pigeons et des perdrix.

Enfin, nous avons testé l'existence ou non d'un lien entre les concentrations en imidaclopride mesurées dans le jabot et dans le foie pour tous les cas perdrix pour lesquels les mesures ont été effectuées dans chaque tissu. Les données sont représentées dans la figure 9. Au regard de la répartition graphique des cas, nous avons regroupé tous les cas « concentration dans le jabot < 12  $\mu\text{g.g}^{-1}$  » dans un groupe et tous les autres cas dans un second groupe. Le test de randomisation basé sur le critère « différences de moyennes » entre les groupes n'a pas permis de mettre en évidence

une différence (*simulated p-value* = 0,17). A noter que la différence devient significative sans le point extrême pour la concentration dans le jabot et la concentration dans le foie.

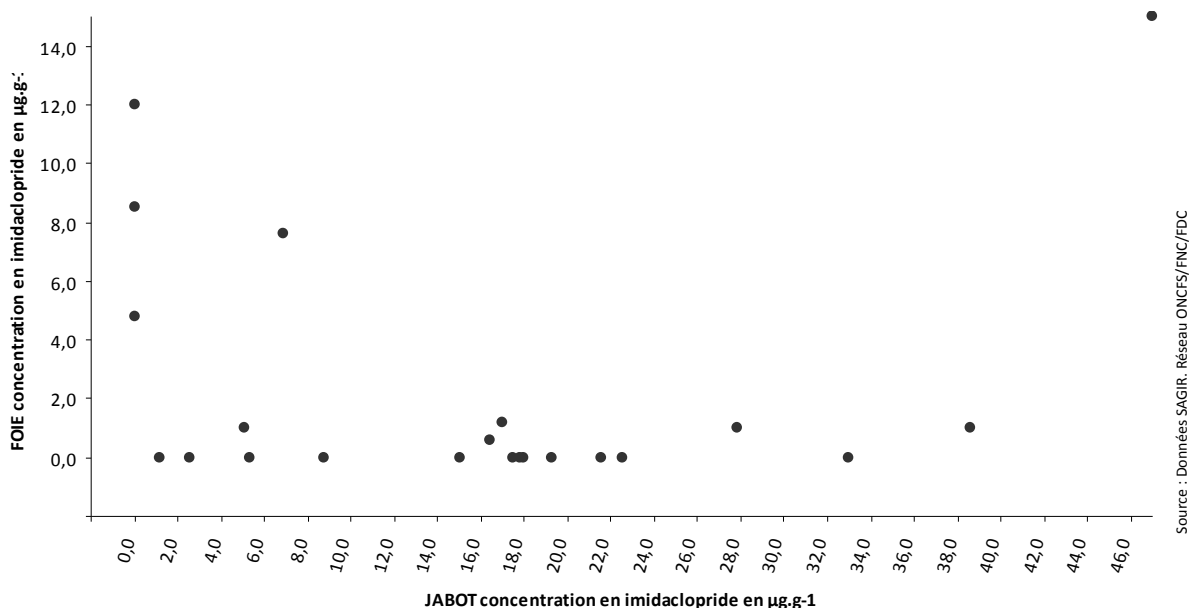


Figure 9 : Relation entre les concentrations en imidaclopride dans le jabot et le foie des perdrix pour chaque cas IMI.

### 2.3 Bilan des signes cliniques et résultats des autopsies

Au total, les 169 spécimens autopsiés, dont 107 cas analysés pour l'imidaclopride décrits au paragraphe précédent, représentent plus de 35 % de la totalité des animaux des foyers enregistrés (tableau II). Seuls les 107 cas font l'objet d'une analyse des informations cliniques et des résultats anatomo-pathologiques dans ce paragraphe.

Tableau II : Nombre de foyers, nombre d'animaux observés, nombre d'animaux autopsiés et nombre de cas IMI par espèce enregistrés par SAGIR de 1995 à 2010.

	Nombre de foyers	Nombre d'animaux observés, morts ou malades	Nombre d'animaux autopsiés	Nombre de cas IMI
perdrix grise	30	74	66	47
perdrix rouge	2	2	2	2
perdrix sp.	3	13	13	8
faisan commun	2	2	2	2
pigeon biset	17	292	47	10
pigeon colombin	1	4	4	1
pigeon ramier	8	32	17	27
pigeon sp.	6	34	13	7
tourterelle turque	1	20	3	1
lièvre d'Europe	1	2	2	2



La famille de 59 de ces cas est celle des Phasianidés. Dans 84 % de ces cas, les oiseaux étaient dans un bon état corporel. Dans 22 % des cas, ils ont été capturés. Les Colombidés rassemblent 46 cas dont 48 % étaient dans un bon état corporel et 28 % ont été capturés.

Chez les spécimens capturés de pigeons comme de perdrix, les signes cliniques décrits par les observateurs de terrain (exemples dans les encadrés 1, 2 et 3) dans la fiche SAGIR concernaient l'état de vigilance, l'attitude et la locomotion des animaux. Les signes cliniques ont été décrits pour 73 % des foyers IMI impliquant des perdrix et des pigeons capturés. Des troubles de la motricité ont été décrits presque systématiquement pour les cas renseignés et relevaient des parésies<sup>12</sup> et des paralysies<sup>13</sup>. Des troubles de l'équilibre et de la coordination des mouvements ou ataxies ont également été décrits et, plus rarement, un état dépressif<sup>14</sup>. Les témoignages font également état de la chute d'oiseaux en vol pour 6 foyers (4perdrix/1faisan/2pigeons). Pour ces 6 foyers comme pour tous les autres sauf un impliquant des pigeons, la seule molécule détectée à l'issue des analyses était l'imidaclopride. Enfin, 2 spécimens de perdrix capturés, relevant de 2 foyers différents avec de la mortalité touchant leurs congénères, ont été relâchés après quelques heures de captivité, une fois dissipés tous les signes anormaux d'attitude et de locomotion.

**Encadré 1** : des oiseaux « comme des zombies »

*Au mois d'octobre 2010, une dizaine de perdrix grises est observée complètement désorientée. La moitié des oiseaux avait des difficultés à marcher et à s'envoler. Ils divaguaient « comme des zombies » pour reprendre l'expression de l'agriculteur. L'une d'elle fut capturée et placée à l'abri. Sur le point d'en attraper une deuxième, celle-ci s'envole et tombe lourdement comme une pierre, comme foudroyée par une décharge de plomb de chasse. L'oiseau placé à l'abri a retrouvé un état normal après quelques heures de captivité. Il a été sacrifié et analysé. Plusieurs résidus chimiques ont été recherchés. Seul l'imidaclopride a été quantifié dans le contenu du jabot à la concentration de 2,5 µg.g<sup>-1</sup> de matière fraîche. En novembre, 2 pigeons, 1 mort et 1 vivant ataxique, sont collectés dans une parcelle récemment semée. Des grains de blé rouge étaient présents dans le jabot, les fientes étaient de couleur rouge, aucune lésion n'a été observée, toutes les analyses bactériologiques et parasitaire se sont révélées négatives et finalement, l'imidaclopride a été quantifié dans les gésiers (34,7 et 45 µg.g<sup>-1</sup>).*

**Encadré 2** : des oiseaux chutent en plein vol

*Ces observations ont été rapportées dès octobre 1995 avec le constat, au moment des semis d'automne, de la chute, en plein vol, de faisans, de perdrix et de pigeons ainsi que de la mortalité. A l'époque, les organophosphorés, les carbamates, le lindane et l'imidaclopride ont été recherchés. Les concentrations en imidaclopride, seul résidu quantifié dans les échantillons, dans le contenu du gésier d'un faisan commun et de 7 perdrix étaient respectivement de 10,3 ; 1,6 ; 2,2 ; 2,5 ; 2,8 ; 4,4 ; 4,5 et 6,1 µg.g<sup>-1</sup> de matière fraîche. En 2007, selon l'observateur, des dizaines de pigeons tombent en vol au moment des semis. En absence de lésions, l'alphachloralose et l'imidaclopride sont recherchés. Seul l'imidaclopride est quantifié dans le gésier (86,0 µg.g<sup>-1</sup>). Sur un autre cas similaire, l'imidaclopride est quantifié dans le gésier (39,5 µg.g<sup>-1</sup>) mais pas dans le jabot.*

**Encadré 3** : des oiseaux meurent, d'autres survivent

*En octobre 2007, 1 cadavre de perdrix et 2 autres perdrix moribondes sont observés. L'une des 2 perdrix capturées a survécu et a été relâchée, les 2 autres ont été analysées. Des grains de blé colorés étaient présents dans le jabot et le gésier. Les oiseaux, en excellent état corporel, présentaient des lésions hémorragiques au niveau des poumons ainsi qu'une légère entérite. L'analyse de l'imidaclopride dans le contenu du gésier a révélé la présence d'une concentration de 115 µg.g<sup>-1</sup> de matière fraîche. En mars 2010, une perdrix grise est capturée dans une parcelle de betterave semée la veille dans de bonnes conditions climatiques et techniques. La perdrix était comme assommée au bord de la parcelle, sans obstacle à proximité (route, ligne téléphonique, ligne électrique, ...). L'oiseau, en excellent état corporel, est mort au bout de 4-5 heures. L'agriculteur a fourni un échantillon de semences ainsi que l'étiquette d'un sac. L'oiseau a été analysé. Au niveau externe, l'oiseau présentait de la diarrhée et des souillures de régurgitation. Une dizaine de graines de betterave étaient présentes dans le jabot. Les lésions décrites étaient une congestion généralisée sévère des poumons et une congestion au niveau des reins. L'analyse de l'imidaclopride dans le contenu du gésier a révélé la présence d'une concentration de 120 µg.g<sup>-1</sup> de matière fraîche.*

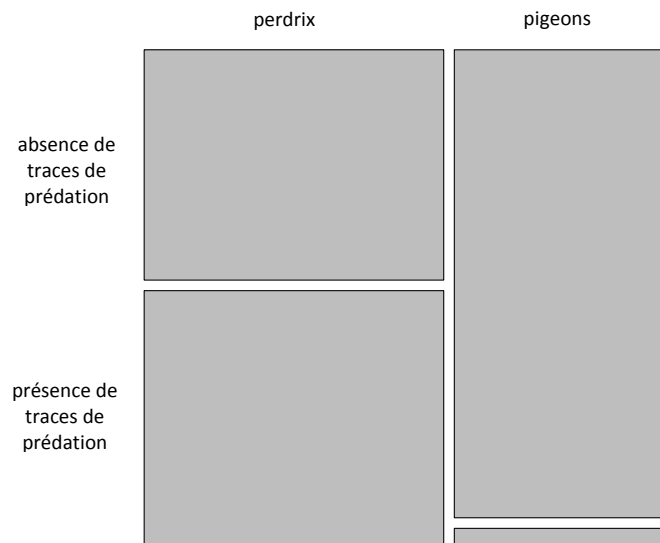
Compte tenu des signes cliniques, à dominante nerveuse, observés plusieurs heures dans certains témoignages, nous avons étudié les lésions de prédation pour tous les cas où l'animal a été collecté

<sup>12</sup> Déficits de la motricité volontaire.

<sup>13</sup> Pertes totales de la motricité volontaire.

<sup>14</sup> L'état dépressif correspond à un animal conscient mais inactif, indifféremment à l'environnement et qui a tendance à s'endormir quand on ne le sollicite pas.

mort, dans l'hypothèse où la cause ultime de la mort serait la prédation d'animaux rendus plus vulnérables par des facteurs environnementaux. Nous retrouvons dans la figure 10 que les traces externes de prédation sont proportionnellement plus importantes chez les perdrix que chez les pigeons. Il est impossible de préciser si ces traces de prédation étaient *ante* ou *post-mortem*.



**Figure 10** : Graphe en mosaïque (Hardigan et Kleiner, 1984) de *traces de prédation* en fonction de *espèce* pour les cas IMI.

A l'ouverture des carcasses, la présence de grains colorés dans le contenu gastrique a été notée chez 60 % des spécimens. Elle est portée à 70 % des spécimens chez les perdrix. Des grains de blé ou d'orge ont été majoritairement observés, de l'ordre de 4 cas sur 5. Des grains de maïs ont été notés dans 10 % des cas en général et dans une moindre mesure chez les perdrix (3 %). Des mélanges de grains (pois, betterave, blé, maïs) ont été notés dans 10 % des cas et dans une proportion presque inexistante chez les perdrix. Enfin, la présence de grains, même non identifiés et dont certains étaient germés, a été notée dans quelques cas, en particulier chez les perdrix dans près d'un quart des cas.

Les lésions les plus fréquemment décrites, pour près d'un spécimen sur 4, concernent les poumons avec des tableaux hémorragiques et/ou congestifs. Dans une moindre mesure, des images de congestion ont également été décrites au niveau du foie, des reins et du tractus intestinal ainsi qu'une décoloration du parenchyme hépatique. Une analyse discriminante de l'ensemble des tableaux lésionnels enregistrés pour les perdrix et les pigeons suivie de tests de randomisation pour chaque type de lésion montre que les images de décoloration et de congestion hépatiques ont tendance à être plus fréquentes chez les perdrix. Inversement, les tableaux hémorragiques au niveau digestif ont tendance à être plus fréquents chez les pigeons (annexe 2).

Ces tendances observées laissant supposer des processus pathologiques différents ont conduit, après plusieurs manipulations des données, à caractériser le nombre de lésions chez les perdrix en fonction de la concentration en imidaclopride dans le jabot. Tous les cas de perdrix pour lesquels la concentration en imidaclopride dans le jabot était supérieure à  $12 \mu\text{g.g}^{-1}$  ont été rassemblés dans un groupe (groupe 1), un deuxième groupe (groupe 2) comprenant les cas avec une concentration inférieure ou égale à  $12 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Nous avons choisi cette dichotomie suivant l'hypothèse que les processus pathologiques différents étaient liés à la dose ingérée en lien avec les tendances précédemment décrites et l'image de la figure 9.

Nous observons que les cas présentant 1 à 2 lésions sont plus nombreux dans le groupe 2 que dans le groupe 1. Inversement, une majorité des cas du groupe 1 ne présentent pas de lésion (tableau III). Nous avons noté que des traces de prédation étaient présentes dans les 2 groupes.

**Tableau III** : Proportion de cas IMI présentant 0 à 2 lésions en fonction de la concentration en imidaclopride dans le jabot chez les perdrix.

	Concentration imidaclopride dans le jabot > 12 µg.g <sup>-1</sup>	Concentration imidaclopride dans le jabot ≤ 12 µg.g <sup>-1</sup>
0 lésion	59 %	24 %
1 lésion	29 %	38 %
2 lésions	17 %	42 %

Pour 69 spécimens le justifiant sur le plan lésionnel, des analyses bactériologiques et/ou parasitaires ont été réalisées en plus des analyses de résidus chimiques en fonction du diagnostic différentiel<sup>15</sup>. Les résultats, non détaillés dans le présent rapport, n'ont pas montré la présence d'un agent biologique pathogène chez ces individus. Chez 57 spécimens, compte tenu des signes cliniques observés chez les animaux malades – par exemple, des résidus d'alphachloralose ont pu être recherchés chez un animal présentant un défaut de vigilance - ou du tableau lésionnel chez les animaux morts – par exemple, des résidus d'anticoagulants ont pu être recherchés dans un cadavre présentant un syndrome hémorragique - des analyses de résidus chimiques n'appartenant pas à la famille des néonicotinoïdes ont été réalisées. Dans 90 % des cas, les résultats n'ont pas montré la présence de résidus chimiques autre que d'imidaclopride. Tous les résultats sont dans l'annexe 3.

---

<sup>15</sup> Le **diagnostic différentiel** est la méthode et le processus dynamique par lequel un vétérinaire utilise la méthode scientifique, ses compétences et les données de la littérature pour déterminer l'étiologie de la maladie ou de la mort en considérant les commémoratifs, les hypothèses issues de l'autopsie et les résultats des examens appropriés pour discriminer les hypothèses entre elles.

### 3 DISCUSSION

#### 3.1 Correspondance entre les foyers et les pratiques agricoles en France

La distribution des cas dans l'année correspond bien à la période des semis en France – en pratique en automne, en fin d'hiver et au début du printemps - des céréales à paille, du maïs, des betteraves et du tournesol pour lesquels l'imidaclopride est autorisé ou l'a été en traitement de semence. Cette correspondance est particulièrement marquée au début de l'automne, en octobre notamment, avec le maximum des cas enregistrés au moment où les travaux de semis de blé et d'orge d'hiver sont les plus intenses en France. En outre, les emblavements de l'automne pour les céréales à paille sont les plus importants de l'année en terme de surface, ce qui est de nature à maximiser l'exposition aux semences et aux traitements de semence associés. La distribution des cas pourrait également correspondre à l'une des périodes de l'année où les besoins alimentaires des oiseaux sauvages sont plus élevés, après la période de reproduction et en préparation du passage de l'hiver. Ce point fera l'objet d'une plus large de discussion dans le *chapitre 3.3*.

La distribution spatiale des cas se superpose bien à la carte des grandes cultures en France avec principalement le bassin parisien concerné. Elle recouvre également l'aire de répartition des populations sauvages de perdrix grise en France (Bro et Reitz, 2008), une des principales espèces dans les cas enregistrés.

#### 3.2 Diagnostic épidémiologique et clinique de l'intoxication à l'imidaclopride chez les oiseaux sauvages

Le diagnostic toxicologique repose généralement sur la conjonction de plusieurs éléments : la nature du toxique, la certitude de l'exposition, la quantité ingérée et la pertinence du tableau clinique. En l'absence de certains éléments (dose ingérée ou tableau clinique précis), on reste généralement sur une hypothèse probable (avec un doute raisonnable). L'expérience humaine de la toxicovigilance permet également de montrer que la remontée systématique de cas similaires venant du terrain avec les mêmes produits et/ou une modification récente des conditions d'emploi – ici, la mise sur le marché en 1995 du Gaucho® à base d'imidaclopride en traitement de semences - est un argument supplémentaire en faveur du rôle du produit sur les événements observés. Notons que, dans les cas humains, le dosage est rarement pratiqué (Descotes et Testud, 2005). La démarche diagnostique repose donc à la fois sur la mise en évidence d'un phénomène pathologique anormal et la recherche des facteurs de risque associés, relevant des investigations épidémiologiques.

Les événements de mortalité ou de maladie enregistrés par SAGIR à partir de 1995 mettent d'abord en évidence un phénomène pathologique anormal. Un premier signal vient de la surmortalité enregistrée par SAGIR entre 1994 et 1995 chez la perdrix grise (Artois *et al.*, 1996) sans le moindre changement de protocole. Plus généralement, les résultats du réseau SAGIR entre 1995 et 2010 montrent un nombre anormal d'agrégats de cas caractérisés par une clinique précise avec un syndrome nerveux dominant et des observations très particulières faisant état de chute d'oiseau en vol, pouvant concerner plusieurs animaux en même temps comme le pigeon notamment. Ces tableaux cliniques ne sont pas décrits dans une étiologie connue à notre connaissance. La combinaison des résultats du tableau pathologique et des examens parasitologiques et microbiologiques ne permet pas de classer la maladie observée dans une catégorie de maladie connue. La mortalité est ponctuelle, il n'y a pas de cas secondaires qui évoqueraient une transmission intraspécifique avec une période d'incubation. Les pigeons sont plus représentés dans les agrégats en lien très probable avec leur comportement grégaire à l'automne, saison à laquelle la grande majorité des événements a été enregistré. L'observation d'une maladie chez des animaux touchés en même temps et sur un pas de temps très court, quelques jours au maximum pour un même agrégat de cas, suggère une source de maladie commune comme pour toute anazootie d'allure épizootique.

Dans certains agrégats, différents stades de la maladie ont été observés, depuis des signes cliniques réversibles au bout de quelques heures comprenant des altérations de la vigilance jusqu'à la dépression, l'ataxie, des atteintes sévères de fonctions vitales provoquant la chute en plein vol et la mort. La réversibilité rapide des signes est en faveur d'une hypothèse d'intoxication. La mort

simultanée de plusieurs spécimens de différentes espèces, trouvés à quelques mètres les uns des autres, suggère une source commune de contamination et en particulier alimentaire.

La majorité des foyers est concomitant aux semis, en particulier de blé et d'orge d'hiver. La présence de grains colorés, avec un traitement de semence, dans le système digestif des oiseaux a été notée dans de nombreux cas. L'imidaclopride a été quantifié dans chaque agrégat sur au moins un cas.

Finalement, les premiers foyers de ce type ont été enregistrés en 1995, année de première utilisation agricole de l'imidaclopride en France à notre connaissance, ce qui consolide la relation que nous établissons entre les agrégats et l'exposition des oiseaux sauvages à l'imidaclopride. Enfin, nous signalons que l'intoxication à l'imidaclopride est dans le diagnostic différentiel des chutes d'oiseaux en vol au regard des résultats des expérimentations menées pour déterminer les doses toxiques de référence (Efsa, 2006).

Les observations cliniques et les résultats pathologiques suggèrent l'existence de deux patrons d'intoxication à l'imidaclopride chez les oiseaux sauvages.

L'imidaclopride est un antagoniste de l'acétylcholine, neuromédiateur essentiel dans le règne animal. Il agit sur les récepteurs nicotiques à l'acétylcholine (nAChRs) en les bloquant. Ces récepteurs, en plus de leur rôle primordial dans la transmission neuromusculaire et motrice autonome, sont impliqués dans diverses fonctions au niveau du système nerveux central, en particulier dans le contrôle des mouvements volontaires, la mémoire et l'attention, le sommeil et la veille, la douleur et l'anxiété. Les conséquences de l'action d'un antagoniste de l'acétylcholine peuvent donc s'exprimer de façon variée.

L'observation selon laquelle les lésions des organes internes sont moins nombreuses, voire inexistantes, chez les perdrix du groupe de celles dont la concentration d'imidaclopride dans le jabot est supérieure à  $12 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  matière fraîche suggère un profil d'intoxication létale suraiguë pour les oiseaux les plus exposés avec une mort très rapide. L'observation bien documentée d'animaux moribonds, dont certains ont recouvré la santé, avec des signes cliniques particuliers et dans le contexte épidémiologique de notre étude, caractérise une intoxication aiguë, sublétale ou létale. Le profil différent de concentration d'imidaclopride dans le foie chez les perdrix selon que des grains colorés sont présents ou non dans le jabot suggère que la pathogénie de l'intoxication dépend de la dose ingérée associée à la quantité de grains traités consommés. Les différences spécifiques de la physiologie digestive des espèces aviaires sont de nature à expliquer, au moins en partie, les différences de concentration d'imidaclopride entre les pigeons et les perdrix. Le jabot est essentiellement un organe de stockage des aliments où ils sont imbibés d'eau avant la vidange progressive et rapide vers le ventricule succenturié et le gésier. Les pigeons ont une plus grande capacité de stockage au niveau du jabot dont la muqueuse est par ailleurs sécrétoire au moment de la reproduction et du nourrissage des jeunes. Plus généralement, cela pose d'ailleurs la question de l'exposition des poussins au nid de Colombidés nourris par le lait de jabot sécrété par leurs parents. Il a en effet été constaté en 2011 que le lait de jabot chez un poussin de pigeon colombin était coloré en rouge.

Les valeurs de référence en toxicologie montrent bien ces différences interspécifiques avec une dose d'imidaclopride létale pour 50 % des individus exposés (DL50) égale à  $13,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  pour la perdrix grise (Efsa, 2006), de  $25\text{-}50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  pour le pigeon (Pflüger et Schmuck, 1991), de  $31 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  pour la caille japonaise *Coturnix coturnix japonica* (Pflüger et Schmuck, 1991), de  $152 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Pflüger et Schmuck, 1991) pour le colin de Virginie *Colinus virginianus* (Pflüger et Schmuck, 1991) et de  $283 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  pour le canard colvert (Efsa, 2006). Les expérimentations font état de l'observation de premiers signes cliniques à de faibles concentrations et très rapidement après l'ingestion (Pflüger et Schmuck, 1991 ; Efsa, 2006). Cox (2001) décrit que des effets sur l'attitude des oiseaux exposés sont enregistrés à des doses d'un cinquième de la DL50. Les effets observés sur les oiseaux exposés expérimentalement relatifs à la diminution de la prise alimentaire sont plus à imputer aux premiers effets sur la santé des individus que sur un effet répulsif du produit commercial à base d'imidaclopride (voir *infra*).

Dans la caractérisation des profils d'intoxication, la moitié des perdrix intoxiquées à l'imidaclopride présentaient des traces de prédation. Chez les pigeons, nous observons l'inverse. Cela est en faveur

d'un patron d'intoxication sublétales avec une cause ultime de la mort liée à la prédation. Il est évident que, dans la nature, un oiseau avec un comportement de fuite altéré, des capacités de locomotion dégradées et/ou une prise alimentaire déficiente est plus vulnérable, notamment à la prédation (Fryday *et al.*, 1995).

Cela pose la question de la sous-évaluation des incidents compte tenu notamment des biais de mesure. En effet, le protocole SAGIR prévoit l'analyse de l'imidaclopride sans ses métabolites dans une configuration d'intoxication aiguë (Berny *et al.*, 1999). Au regard de nos résultats, il apparaît que pour tous les cas d'intoxication aiguë sublétales, il aurait pu être intéressant de disposer des résultats de l'analyse des principaux métabolites de l'imidaclopride afin de comparer leurs concentrations avec celles de l'imidaclopride et déterminer si, du fait des limites analytiques de détection, nous avons des faux-négatifs qui seraient détectables par l'analyse des métabolites.

Enfin, nous ne disposons d'aucune donnée sur les phénomènes de dégradation chimique de l'imidaclopride dans un cadavre qui peuvent constituer une autre limite dans l'identification des cas positifs.

### 3.3 Réalité de l'exposition à l'imidaclopride en nature dans le cadre de son utilisation agricole

Les cas d'intoxication à l'imidaclopride enregistrés par SAGIR depuis 1995 ébranlent deux postulats. Le premier était fondé sur le caractère répulsif de l'imidaclopride, lequel par définition constitue une barrière de sécurité vis-à-vis de la consommation de semences traitées avec cette substance. Les résultats relatifs à la présence de semences traitées dans le jabot, dans certains cas jusqu'à la réplétion, et aux concentrations d'imidaclopride mesurées dans différentes matrices biologiques nuancent de manière substantielle le postulat défendu par Pflüger et Schmuck (1991). Nous rappelons que, dans la nature, le caractère appétent ou non d'un aliment intervient uniquement quand l'animal a un choix alimentaire. En outre, dans la nature, le caractère répulsif est diminué par l'étalement des graines par rapport à celui qui est plus marqué pour les semences en tas. Enfin, il a été montré par l'Office national de la chasse et de la faune sauvage que la semence traitée à l'imidaclopride perdait de sa répulsivité dans des conditions météorologiques humides, en particulier après une précipitation (Soyez, com. personnelle).

Le deuxième est fondé sur l'obligation en France, dans le cas d'utilisation de produits phytopharmaceutiques (PPP) en enrobage de semence, d'enfouir les graines pour protéger les organismes non cibles. Cela implique une exposition nulle pour les oiseaux sauf pour ceux capables de déterrer la graine ou consommateurs des plantules. En pratique, la présence de semences traitées dans le jabot des pigeons et des perdrix de notre échantillon montre que l'exposition ne relève pas de quelques cas anecdotiques mais bien d'une situation où l'exposition des oiseaux sauvages aux PPP utilisés en enrobage de semence correspond bien à une réalité de leur utilisation agricole (de Snoo *et al.*, 1999). Cette utilisation agricole s'entend dans le respect, non seulement du droit mais aussi des bonnes pratiques agricoles définies notamment par les instituts techniques, les organisations professionnelles agricoles et les industries de PPP.

Quelques expérimentations ont été menées pour déterminer les quantités de semences laissées en surface lors d'un semis dans différentes configurations (de Snoo et Luttk, 2004). Ces auteurs ont montré notamment que les quantités de semences laissées en surface sont plus importantes lors des semis d'automne et sur les fourrières. Cela s'ajoute aux autres facteurs favorisant l'exposition des oiseaux sauvages à l'automne (voir *supra*). En reprenant la DL50 calculée pour la perdrix grise par l'INRA en 1991 (Efsa, 2006), il faut 155 grains d'orge traités à l'imidaclopride (700 mg de substance active par kg de semences) pour atteindre la DL50. En reprenant les données publiées par de Snoo et Luttk (2004), dans une approche déterministe et conservatoire, il faut une surface semée de 3,4 m<sup>2</sup> pour retrouver en surface le nombre de grains précédemment calculé. Cette surface est particulièrement faible. Ce calcul permet d'affirmer, sur le fondement des connaissances scientifiques du moment, que l'exposition des oiseaux sauvages aux semences de céréales traitées est hautement probable en automne et qu'elle doit donc être considérée avec attention dans l'évaluation des risques. Dans la mesure où les conditions de semis varient beaucoup d'une espèce végétale à une autre, l'évaluation du risque doit être réalisée pour chaque usage. Par exemple, un semis d'orge n'a rien à voir avec un

semis de précision comme celui de la betterave, seul usage pour lequel nous avons pu examiner les hypothèses de l'évaluation du risque prenant en compte les graines laissées en surface lors du semis (Efsa, 2006).

Même s'il est difficile de l'exploiter dans une évaluation de risque, les conditions pédologiques locales et les travaux de préparation du sol pour le semis apparaissent importants, au regard des témoignages du terrain, pour la détermination de la quantité de graines traitées qui restera en surface. Dans cette logique, nous ignorons si les techniques culturales simplifiées pour les semis d'automne sont de nature à augmenter l'exposition.

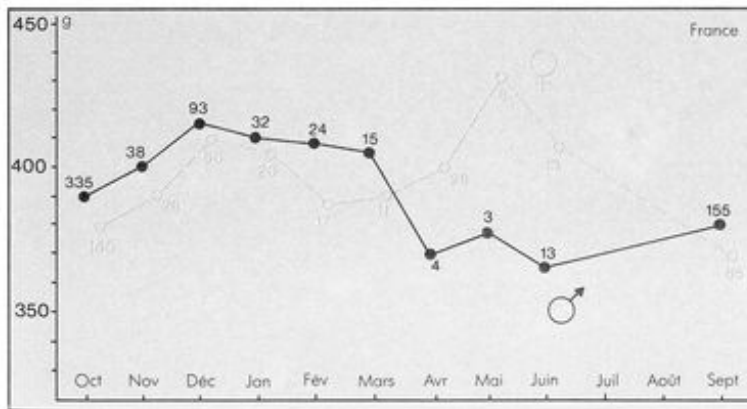


Figure 11 : Courbe de la masse de la perdrix grise adulte en fonction de son sexe et du mois (d'ap. Birkan et Jacob, 1988).

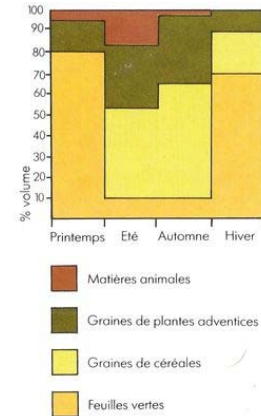


Figure 12 : Régime alimentaire de la perdrix grise en fonction de la saison (d'ap. Birkan, 1970).

Enfin, le comportement alimentaire de la perdrix grise à l'automne est de nature à augmenter le risque d'intoxication. Les adultes ont des besoins accrus après la reproduction (Birkan et Jacob, 1988). La figure 11 montre que le gain de masse chez la perdrix grise en septembre et novembre atteint environ + 5 %, ce qui correspond à des besoins alimentaires accrus et donc une consommation alimentaire augmentée. Par ailleurs, c'est à cette période de l'année que la part relative de grains de céréales dans l'alimentation de la perdrix grise est la plus importante (figure 12). Enfin, la perdrix grise dispose dans les bords de champs de plus de refuges et d'un plus grand choix alimentaire qu'au centre d'une parcelle. Cela est également de nature à augmenter l'exposition et donc le risque d'intoxication.

### 3.4 Impact sur les populations d'oiseaux sauvages

L'évaluation de l'impact de la mortalité des perdrix grises, par exemple, liée à l'utilisation agricole de l'imidaclopride pourrait simplement reposer sur le calcul du taux de mortalité et sa comparaison avec les taux de mortalité pour les autres facteurs (prédation, machinisme agricole, ...). Malheureusement, nous n'avons ni le numérateur, le nombre d'animaux morts intoxiqués dans la nature, ni le dénominateur, la taille de la population dans la nature.

Si différents indices (voir *infra*) peuvent éclairer sur la santé des populations d'une espèce sauvage, il est en revanche impossible d'estimer quantitativement la mortalité dans la nature au regard : i) de la probabilité de découvrir un animal moribond ou un cadavre ; ii) des filtres appliqués aux différentes étapes du protocole SAGIR.

La découverte d'un cadavre est un phénomène très variable dans le temps et dans l'espace parce qu'elle met en jeu de très nombreux facteurs. Elle dépend notamment de la probabilité de découvrir les cadavres. Cette probabilité dépend du protocole (méthode et fréquence d'application) organisant la recherche de cadavres (Ward *et al.*, 2006), de l'observateur (Mörner *et al.*, 2002), de la densité de cadavres (Mineau et Collins, 1988), des caractéristiques phénotypiques des individus (couleur, taille, etc.), du type (Mörner *et al.*, 2002) et de l'ouverture du milieu (Pain, 1991). Elle est également fonction du temps de persistance des cadavres dans le milieu (Mineau et Collins, 1988 ; Tobin et Dolbeer, 1990 ; Wobeser et Wobeser, 1992 ; Ward *et al.*, 2006), soumis à l'action des

nécrophages, qu'il s'agisse d'invertébrés ou d'oiseaux et de mammifères prédateurs ou opportunistes. Les conditions météorologiques interviennent à plusieurs niveaux sur ces facteurs (observateur, temps de persistance des cadavres).

La découverte fortuite des animaux est également source d'introduction de biais. Le processus d'échantillonnage SAGIR n'est pas homogène d'un département à l'autre. En effet, la sélection des individus dont les résultats d'analyses seront introduits dans la base de données est soumise à une série de filtres non standardisés, qui sont autant de sources de forces sélectives (et donc de biais) entrant en jeu dans la constitution de l'échantillon.

#### 1er filtre : à la déclaration du cadavre

Lorsque le découvreur trouve un cadavre, il prend la décision de le déclarer ou non au réseau. Cette décision repose sur : i) le degré d'information sur le réseau et les maladies qui circulent dans son département ; ii) la motivation du découvreur ; iii) l'espèce à laquelle appartient le cadavre, en lien avec la qualité du découvreur (chasseur, naturaliste, ...) ; iv) l'appréciation de l'état de conservation du cadavre par le découvreur (figure 15) ; v) la faisabilité d'un " diagnostic " visuel : un certain nombre de cadavres n'est pas déclaré car la cause immédiate de la mort semble facile à reconnaître (myxomatose, traumatisme, botulisme, ...) mais les critères de reconnaissance d'une maladie varient d'une personne à l'autre, selon son expérience, son degré d'information dans le domaine sanitaire. A ce stade, si la mortalité n'est pas déclarée, l'information est perdue.

#### 2e filtre : à la collecte

En fonction des éléments d'appréciation délivrés par le découvreur, le coordonnateur local du réseau ou ITD (interlocuteur technique départemental) décide de faire prélever ou non le cadavre. Cette décision dépend : i) du budget de la FDC alloué à SAGIR ; ii) de l'espèce découverte ; iii) de la description de l'état de fraîcheur du cadavre ; iv) de la situation épidémiologique du département ; v) du contexte (" sensibilité agricole ") ; vi) de la stratégie de collecte établie par les acteurs locaux si elle existe ; vii) du degré d'information de l'ITD ; viii) de la qualité du " diagnostic " visuel. A ce stade, l'information est perdue si le cadavre n'est pas pris en charge par le réseau.

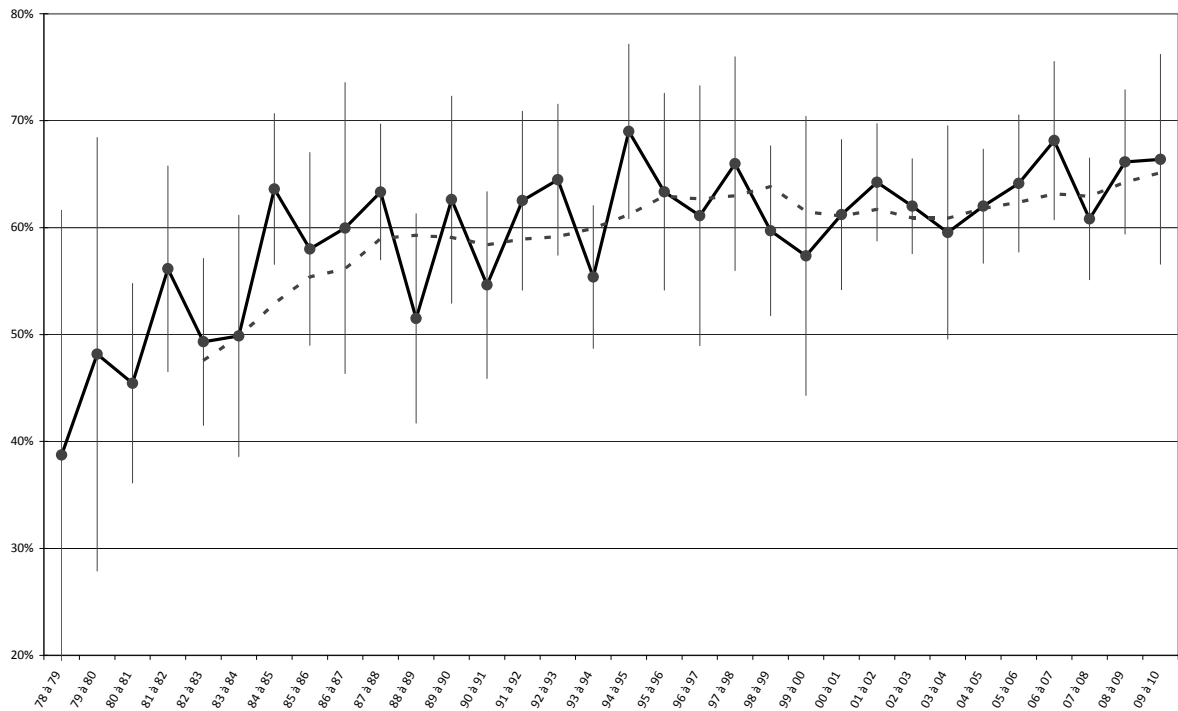
#### 3e filtre : au moment du transport

Le collecteur prend la décision d'acheminer ou non le cadavre jusqu'au LDAH. Cette décision repose sur : i) la réévaluation de la fraîcheur du cadavre si le collecteur est différent du découvreur ; ii) l'encombrement de l'animal (taille, poids, ...) et taille du véhicule ; iii) la capacité d'accueil du laboratoire pour les animaux de grande taille ; iv) la disponibilité des personnes habilitées au transport.

#### 4e filtre : avant l'analyse

Le laboratoire prend la décision de procéder à l'examen nécropsique ou non d'après l'état de fraîcheur et l'intégrité physique du cadavre.





**Figure 14** : Taux annuel apparent de mortalité naturelle (prédation, pratiques agricoles, maladies, accidents) des perdrix grises adultes en moyenne des moyennes départementales (d'ap. Reitz, 2011).

*Les barres verticales représentent les écarts-types pour indication de la variabilité inter-départementale.*

*La courbe en pointillés représente la moyenne sur 5 ans.*

En définitive, les faits observés par un réseau de toxicovigilance passive du type de SAGIR sont des indices et non une image exacte de la réalité. Compte tenu de l'échantillonnage et des contraintes des investigations en toxicologie clinique, cette photographie de SAGIR sur les cas d'intoxication des oiseaux sauvages par l'imidaclopride est sous-dimensionnée (Voltz *et al.*, 2005) même si les incidents enregistrés sont déjà nombreux. La part de la mortalité des perdrix due à l'intoxication par l'imidaclopride par rapport aux autres causes de mortalité en automne certaines années atteint plus de 20 % certains mois, ce qui est considérable.

Si l'évaluation du risque autorise une part de mortalité dans l'approche de l'acceptabilité du risque, les incidents enregistrés par SAGIR doivent nécessairement conduire à un questionnement, tant pour l'évaluateur de risque sur le plan des hypothèses de travail que pour le gestionnaire du risque. Cela est d'autant plus vrai que, si des perdrix grises sauvages sont toujours observées dans la nature, il n'en demeure pas moins que les effectifs de la perdrix grise en France, espèce emblématique des plaines de grande culture, sont en baisse (Bro et Reitz, 2008). Parallèlement, la mortalité des perdrix grises augmente sans qu'il soit possible de tout expliquer (figure 14).



© F. Weber ; FDC80

**Figure 15** : illustration d'un biais de sélection - cadavre de perdrix grise en bon état de fraîcheur mais dépouillé de nombreux organes par l'action d'un prédateur.

#### 4 CONCLUSIONS

Le réseau SAGIR (réseau ONCFS/FNC/FDC) a enregistré 71 événements bien documentés chez des Phasianidés et des Colombidés de 1995 à 2010 pour lesquels la recherche d'imidaclopride dans les tissus biologiques a été positive. Il a déterminé, sur le fondement d'une démarche de diagnostic clinique et épidémiologique, que ce problème de santé mis en évidence était en relation avec l'utilisation agricole d'un PPP utilisé en traitement de semence, l'imidaclopride.

Sans avoir la capacité de quantifier la taille de l'effet observé, la mortalité des oiseaux sauvages exposés à l'imidaclopride, le réseau SAGIR a identifié un phénomène qui doit justifier d'une démarche approfondie pour estimer l'effet de cette intoxication aiguë sur les populations d'oiseaux sauvages, soit par une étude de cohorte(s), soit par une étude cas/témoins. Les informations acquises par le réseau SAGIR sont également de nature à affiner les hypothèses et les scénarios des évaluations de risque.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Artois M., Lamarque F., Barrat J., Berny P., 1996, Réseau SAGIR, Bilan annuel 1995, Office national de la chasse (ed.), Paris, 17p.
- Artois M., Hatier C., Lamarque F., Berny P., 1997, Réseau SAGIR, Bilan annuel 1996, Office national de la chasse (ed.), Paris, 14p.
- Berny P., Buronfosse F., Videmann B., Buronfosse T., 1999, Evaluation of the toxicity of imidacloprid in wild birds : a new high performance thin layer chromatography (HPTLC) method for the analysis of liver and crop samples in suspected poisoning cases, *Journal of Liquid Chromatography*, 22, 1547-1559.
- Berny P., Gaillet J.R., 2008, Acute poisoning of red kites (*Milvus milvus*) in France : data from the SAGIR network, *J. Wild. Dis.*, 44 (2), 417-426.
- Birkan M., 1970, Le régime alimentaire de la perdrix grise d'après les contenus des jabots et des estomacs, *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 2(1), 121-153.
- Birkan M., Jacob M., 1988, La perdrix grise, Hatier, Paris, 288p.
- Bro E., Terrier M.E., Soyez D., Berny P., Reitz F., Gaillet J.R., 2004, Faut-il s'inquiéter de l'état sanitaire des perdrix grises sauvages ?, *Faune sauvage*, 261, 6-17.
- Bro E., Reitz F., 2008, La perdrix grise de plaine Perdrix perdrix, in Atlas de la biodiversité de la faune sauvage -Tout le gibier de France, Hachette (éd.), Paris, 116-123.
- Bro E., Decors A., Millot F., Soyez D., Moinet M., Berny P., Mastain O., 2010, Intoxications des perdrix grises en nature, Nouveau bilan de la surveillance SAGIR, *Faune Sauvage*, 289, 26-32.
- Cox C., 2001, Imidacloprid, *Journal of Pesticide Reform*, 21, 15-21. <http://www.pesticide.org/get-the-facts/pesticide-factsheets/factsheets>
- Dale M., 2005, Spatial pattern analysis in plant ecology, Cambridge studies in Ecology (series), Cambridge University Press, 340p.
- Decors A., Mastain O., 2010, Epidémiologie de la faune sauvage, Bilan des analyses effectuées de 2006 à 2008 dans le cadre du réseau SAGIR, réseau ONCFS/FNC/FDC, Office national de la chasse et de la faune sauvage (ed.), Paris, 48p. <http://www.oncfs.gouv.fr/Reseau-SAGIR-ru105>
- Descotes J., Testud F., 2005, Toxicovigilance : a new approach for the hazard identification and risk assessment of toxicants in human beings, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 207, S599-S603.
- Dohoo I., Martin W., Stryhn H., 2003, Sampling, in Veterinary Epidemiologic Research, chap 2, 27-52, AVC Inc., Charlottetown, Prince Edward Island, Canada, 710p.
- Dray S., Dufour A.B., 2007, The ade4 package : implementing the duality diagram for ecologists, *Journal of Statistical Software*, 22(4), 1-20.
- Dufour B., Hendriks P., 2007, Surveillance épidémiologique en santé animale (2<sup>ème</sup> éd.), Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales, Maisons-Alfort, 290p.
- Duzguner V., Erdogan S., 2010, Acute oxidant and inflammatory effects of imidacloprid on the mammalian central nervous system and liver in rats, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 97, 13-18.
- EFSA, 2006, Draft Assessment Report (DAR) – public version – Initial risk assessment provided by the rapporteur Member State Germany for the existing active substance IMIDACLOPRID of the third stage (part A) of the review program referred to in Article 8(2) of Council Directive 91/414/EEC, Volume 3, Annexe B, B.9, february 2006, 331p. <http://dar.efsa.europa.eu/dar-web/provision>
- Fryday S.L., Hart A.D., Marczylo T.H., 1995, Effects of sublethal exposure to an organophosphate on the flying performance of captive starlings, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 55, 366-373.
- Hartigan J.A., Kleiner B., 1984, A mosaic of television ratings, *The American Statistician*, 38, 32-35.
- Hatier C., Artois M., Lamarque F., Berny P., 1998, Réseau SAGIR, Bilan annuel 1997, Office national de la chasse (ed.), Paris, 17p.
- Hatier C., Artois M., Lamarque F., Berny P., 1999, Réseau SAGIR, Bilan annuel 1998, Office national de la chasse (ed.), Paris, 22p.
- Hatier C., Artois M., Lamarque F., Berny P., 2000, Réseau SAGIR, Bilan annuel 1999, Office national de la chasse (ed.), Paris, 22p.
- Lamarque F., 1995a, Au service de SAGIR, Note d'information n°78, Office national de la chasse (ed.), Paris, 6p.
- Lamarque F., 1995b, Au service de SAGIR, Note d'information n°79, Office national de la chasse (ed.), Paris, 7p.

- Lamarque F., 1995c, Au service de SAGIR, Note d'information n°80, Office national de la chasse (ed.), Paris, 7p.
- Lamarque F., 1996, Au service de SAGIR, Note d'information n°84, Office national de la chasse (ed.), Paris, 6p.
- Lamarque F., 1999a, Au service de SAGIR, Note d'information n°114, Office national de la chasse (ed.), Paris, 11p.
- Lamarque F., 1999b, Au service de SAGIR, Note d'information n°123, Office national de la chasse (ed.), Paris, 10p.
- Lamarque F., 1999c, Au service de SAGIR, Note d'information n°124, Office national de la chasse (ed.), Paris, 10p.
- Lamarque F., 2000, Au service de SAGIR, Note d'information n°128, Office national de la chasse (ed.), Paris, 10p.
- Lamarque F., 2001, Au service de SAGIR, Note d'information n°140, Office national de la chasse (ed.), Paris, 12p.
- Lamarque F., Artois M., Berny P., Hatier C., 1999, Réseau SAGIR : douze ans de toxico-vigilance, Bulletin mensuel de l'O.N.C., 246, 18-25.
- de Lavour E., 1975, Problème du diagnostic de l'intoxication par les pesticides du gibier mort, in L'écologie du petit gibier et aménagement des chasses, Grignon, 14-17 janvier 1975, 22p.
- Manly B.F.J., 2007, Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology, third edition, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL, 455 p.
- Mineau P., Collins B.T., 1988, Avian mortality in agro-ecosystems - 2. Methods of detection, in Greaves M. P. , Smith B.D., , 13-27.
- Mörner T., Obendorf D.L., Artois M., Woodford M.H., 2002, Surveillance and monitoring of wildlife diseases, Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz., 21(1), 67-76.
- Pain D.P., 1991, Why are lead-poisoned waterfowl rarely seen : the disappearance of waterfowl carcasses in the Camargue, France, Wildfowl, 42, 118-122.
- Pflüger W., Schmuck R., 1991, Ecotoxicological profile of imidacloprid, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 44(2), 145-158.
- Quidet P., 1978, Emploi des pesticides et mortalité du gibier, Résultats d'enquêtes et évaluation des risques, in Pesticides et gibier, maladies du gibier, Pesson P., Bordas, Paris, 275p.
- de Snoo G.R., Scheidegger N.M.I., de Jong F.M.W., 1999, Vertebrate wildlife incidents with pesticides : a European survey, Pestic. Sci., 55, 47-54.
- de Snoo G.R., Luttik R., 2004, Availability of pesticide-treated seed on arable fields, Pest. Manag. Sci., 60, 501-506.
- Terrier M.E., Barrat J., Lamarque F., Berny P., 2001, Réseau SAGIR, Bilan annuel 2000, Office national de la chasse et de la faune sauvage (ed.), Paris, 21p.
- Terrier M.E., Barrat J., Berny P., Lamarque F., Gaillet J.R., 2002, Réseau SAGIR, Bilan annuel 2001, Office national de la chasse et de la faune sauvage (ed.), Paris, 63p.
- Terrier M.E., Barrat J., Gaillet J.R., Berny P., 2003, Réseau SAGIR, Bilan annuel 2002, Office national de la chasse et de la faune sauvage (ed.), Paris, 36p.
- Terrier M.E., Berny P., Barrat J., Hars J., Gaillet J.R., 2004, Réseau SAGIR, Bilan annuel 2003, Office national de la chasse et de la faune sauvage (ed.), Paris, 47p.
- Terrier M.E., Hars J., Barrat J., Berny P., Rossi S., Gaillet J.R., 2005, Réseau SAGIR, Bilan annuel 2004, Office national de la chasse et de la faune sauvage (ed.), Paris, 41p.
- Terrier M.E., Barrat J., Guibé A., Rossi S., Hars J., Gaillet J.R., 2006, Réseau SAGIR, Bilan annuel 2005, Office national de la chasse et de la faune sauvage (ed.), Paris, 48p.
- Tobin M.E., Dolbeer R.A., 1990, Disappearance and recoverability of songbird carcasses in fruit orchards, J. Field Ornithol., 61(2), 237-242.
- Tukey J.W., 1977, Exploratory data analysis, Addison-Wesley Publishing Company, 449p.
- Voltz M., Alix A., Barriuso E., Bedos C., Bonicelli B., Caquet T., Dubus I., Gascuel C., Gril J.J., Devenir et transfert des pesticides dans l'environnement et impacts biologiques, 2005, in Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux, Rapport d'Expertise scientifique collective, Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I, Voltz M. (éd.), INRA et Cemagref (France), chapitre 3, 219p.
- Ward M.R., Stallknecht D.E., Willis J., Conroy M.J., Davidson W.R., 2006, Wild bird mortality and West Nile virus surveillance : biases associated with detection, reporting, and carcass persistence, J. Wild. Dis., 42(1), 92-106.
- Wobeser G., Wobeser A.G., 1992, Carcass disappearance and estimation of mortality in a simulated die-off of small birds, J. Wild. Dis., 28(4), 548-554.



Annexe 1 : Fiche SAGIR (exemple de fiche renseignée)

OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE

# SURVEILLANCE SANITAIRE NATIONALE DE LA FAUNE SAUVAGE SAGIR

<b>N° de fiche SAGIR</b>	<b>0114152</b>
Nom du laboratoire : <b>LPAV 80</b>	
Numéro du laboratoire : .....	
Date de dépôt : <b>11 OCTOBRE 2010</b>	
Prélèvement(s) à conserver <input type="checkbox"/> Photo(s) <input type="checkbox"/>	

**DÉCOUVREUR**

Nom et prénom : **Elis BRID**

Organisme : **chasseur**

Téléphone : **00 51 16 64 00**

Email : **elis.brid@ngn.fr**

**COLLECTEUR**

Nom et prénom : **Jacques ADI**

Organisme : **FDC**

Téléphone : **03 51 16 64 00**

Email : **jacques.adi@chasse.com**

**1 - DÉCOUVERTE**

Précisez à quelle date : **11 OCTOBRE 2010**

Commune : **ESTRIVAL (80)**

Lieu-dit : **les Ternes Allengon**

Coordonnées GPS (X et Y) : **56.7240/25.92.00.3**

Système de projection : **Lambert II étendu**

Précisez si lieu remarquable (grande zone) : **AS**

La facture est à adresser à :  FDC  ONCFS

Autre (précisez) : .....

Il s'agit d'une opération spéciale :  oui  non

Précisez : **VIGILANCE COLZA**

**2 - DESCRIPTION DU PRÉLÈVEMENT**

Espèce (nom complet, ex : Pigeon ramier) : **PERDRIX GRISE**

Animal trouvé vivant, si achevé, précisez comment : .....

Animal trouvé mort, vous avez collecté :

Le cadavre entier

Des organes (précisez lesquels) : .....

Autres (précisez) : .....

**Comment avez-vous conservé le cadavre ?**

A température ambiante

Au réfrigérateur ou avec des pains de glace

A quelle date l'avez-vous réfrigéré : **11 OCTOBRE**

Au congélateur

A quelle date l'avez-vous congelé : .....

**Quel est l'état physiologique de l'animal ?**

Bon  Mauvais  Indéterminé

**Quel est le sexe de l'animal ?**

Mâle  Femelle  Indéterminé

**L'âge de l'animal est déterminé à partir**

Des cornes  Des dents  Des plumes

Des os / cartilage (précisez) : .....

**Quel est l'âge de l'animal ?**

Nouveau-né  Immature  Adulte  Indéterminé

**3 - MORTALITÉ GROUPEE**

Oui  Non

Espèce(s) et nombre observé : **PERDRIX GRISE - 2 en tout**

Nombre collecté : **2**

Date(s) de découverte : **11 OCTOBRE**

N° de fiche SAGIR des animaux portés au laboratoire : .....

**0114153**

**4 - COMMÉMORATIFS**

**A - ENVIRONNEMENT DU CADAVRE**

**Y-a-t-il des infrastructures à moins de 150 m ?**

Ligne électrique, câble (précisez) : .....

Route, chemin (précisez, ex. RN10, ...): .....

Autres (précisez, ex. barbelés, éolennes, ...): .....

**Quelles sont les cultures et leurs stades végétatifs dans un rayon de 500 m :** **COLZA 3-4 feuilles ; BIE SEMIS (enrobage orange) ; LUZERNE (50cm)**

**Y-a-t-il eu des traitements pesticides récemment ?**  Ne sais pas

Non  Oui, il y a combien de temps ? **Anti-biarax 10 jours**

**Avez-vous remarqué des tas ou des semences non enfouies ?**

Non  Oui **quelques grains dans les tournées**

**B - EXAMEN EXTERNE DU CADAVRE**

**Avez-vous remarqué une position particulière de l'animal ?**

RAS  Particulière (précisez) : **sur le ventre, ailes déployées**

**La rigidité cadavérique s'est-elle installée ?**

Oui  Non  Indéterminé

**Avez-vous remarqué la présence d'indices biologiques ?**

Non  Oui, précisez :

Du sang (précisez la localisation) : .....

De l'urine, (précisez la couleur) : .....

Des écoulements, (précisez la nature et la localisation) : .....

De la diarrhée

Autres (précisez) : .....

**Y-a-t-il des traces de morsures ?**  Non

Par les chiens à la découverte  Avant la découverte

**Y-a-t-il des traces de désordre autour de l'animal indiquant**

Qu'il y a eu lutte  Qu'il y a eu pédalage

**Avez-vous trouvé des insectes morts autour du cadavre ?**  Oui

**C - SYMPTÔMES SI L'ANIMAL EST TROUVÉ VIVANT**

**Troubles locomoteurs**  Boiterie  Autre (précisez) : .....

**Troubles visuels**  Aveugle  Autre (précisez) : .....

**Troubles digestifs**  Salivation  Autre (précisez) : .....

**Troubles pulmonaires**

Toux  Écoulement nasal  Essoufflement

Autre (précisez) : .....

**Troubles nerveux**

L'animal a conservé sa vigilance  Oui  Non

L'animal tourne sur lui-même

L'animal se démange furieusement

L'animal ne s'enfuit pas

L'animal est paralysé

Autres : .....

**COMMENTAIRES :**

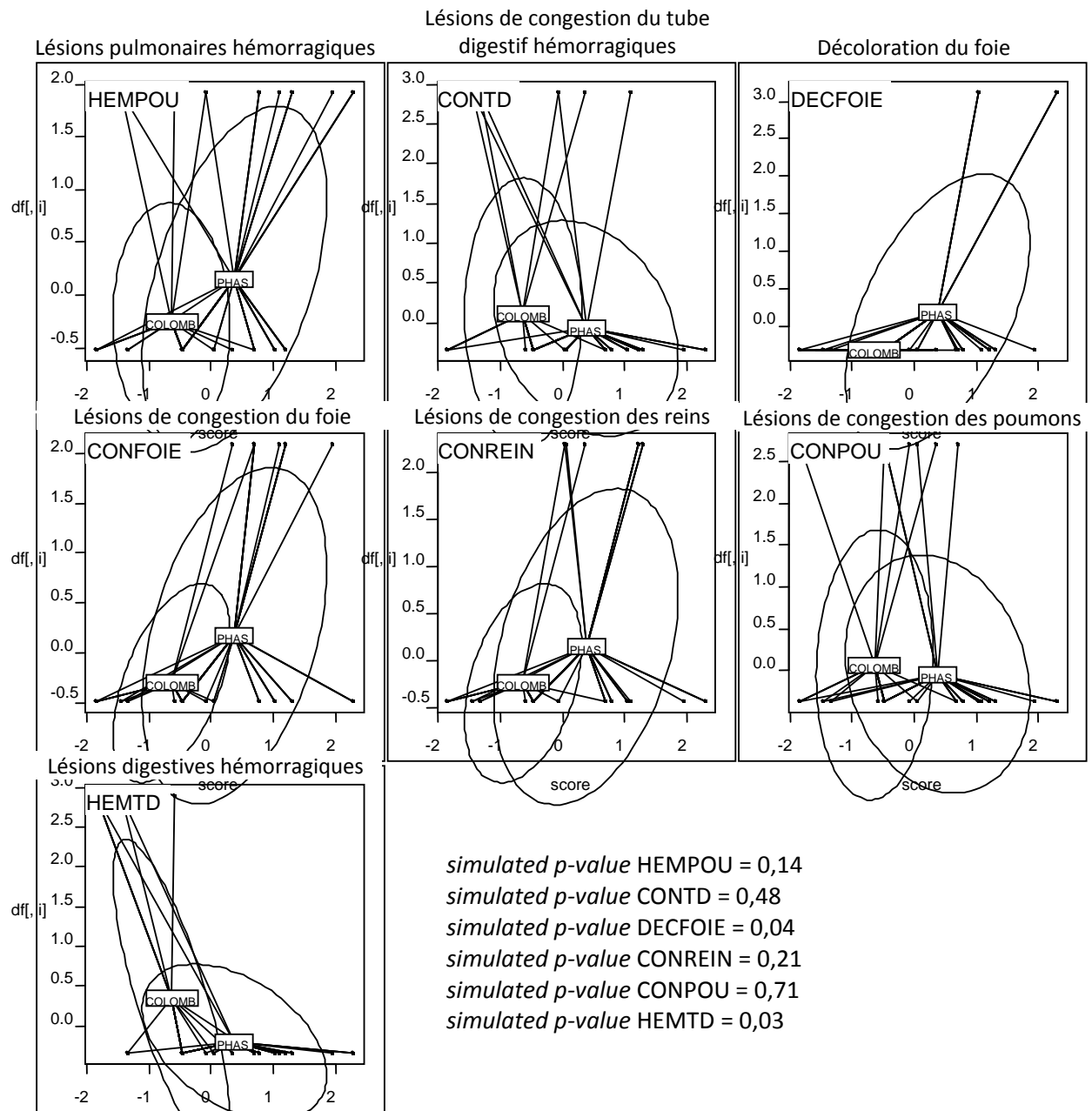
*Autre l'observé le même jour d'une compagnie de perdrix grises (6 individus) semblant désorientés à proximité.*

**Cause de la mort suspectée :** **INTOXICATION**

à cause des symptômes **COMMÉMORATIFS**

ou parce que la maladie circule dans la région

Annexe 2 : Analyse discriminante du tableau lésionnel selon la famille (Phasianidés vs. Colombidés)



### Annexe 3 : Tableau détaillé des résultats par cas IMI

Date découverte	Dép.	Espèce	Capturé	Nb animaux observés	Nb animaux autopsiés	Traces de prédation	HEM/poumons	CONG/poumons	HEM/TD	CONG/TD	HEM/foie	DEC/foie	CONG/foie	NEC/foie	CONG/reins	HEM/reins	Parasit.	Bact.	An. tox autre imidaclopride	Identification autre toxique
oct-95	28	faisan commun	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
oct-95	28	perdrix grise	0	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
oct-95	28	perdrix grise	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
oct-95	28	perdrix grise	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
oct-95	28	perdrix grise	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
oct-95	51	perdrix grise	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-95	51	perdrix grise	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-95	51	perdrix grise	0	3	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-95	51	perdrix grise	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-95	28	perdrix grise	1	2	2	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	1	0	1	0
oct-95	28	perdrix grise	1	2	2	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	1	0	1	0
oct-95	28	perdrix rouge	1	1	1	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	1	0
oct-95	28	perdrix grise	0	1	1	1	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	1	0
oct-95	51	perdrix grise	0	3	3	1	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	1	0	0	0
nov-95	28	perdrix grise	0	1	1	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	1	0	1	0
nov-95	41	perdrix grise	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
mars-96	62	pigeon biset	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
mars-96	62	perdrix grise	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
avr-96	76	perdrix grise	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
mai-96	28	pigeon biset	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
mai-96	28	pigeon biset	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
mai-96	28	pigeon biset	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-96	77	perdrix grise	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
oct-96	77	perdrix grise	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
oct-96	62	perdrix	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0

		grise																	
oct-96	85	lièvre d'Europe	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
oct-96	85	lièvre d'Europe	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
oct-96	28	faisan commun	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
nov-96	72	pigeon sp.	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
mars-97	62	pigeon ramier	0	5	5	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	1
oct-98	02	pigeon biset	0	30	5	i	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0
oct-98	02	pigeon biset	0	30	5	i	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0
oct-98	02	pigeon biset	0	30	5	i	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0
oct-98	02	pigeon biset	0	30	5	i	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0
oct-98	02	pigeon biset	0	30	5	i	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0
oct-98	76	pigeon biset	1	3	3	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0
oct-98	76	pigeon biset	1	3	3	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0
oct-98	76	pigeon biset	1	3	3	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0
oct-98	51	perdrix grise	0	3	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
oct-98	51	perdrix grise	0	3	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
oct-98	51	perdrix grise	0	3	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
nov-98	28	perdrix grise	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
nov-98	28	perdrix grise	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
nov-98	28	perdrix grise	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
nov-98	28	perdrix grise	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
déc-98	80	pigeon biset	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
mai-99	28	perdrix sp.	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
oct-99	10	perdrix grise	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
oct-99	91	perdrix sp.	0	6	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-99	91	perdrix sp.	0	6	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
oct-99	91	perdrix sp.	0	6	6	1	na	na	na	na	na	na	na	na	0	na	0	0	1
oct-99	91	perdrix sp.	0	6	6	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
oct-99	91	perdrix sp.	0	6	6	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
oct-99	91	perdrix sp.	0	6	6	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
févr-00	10	pigeon ramier	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0



févr-00	10	pigeon ramier	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
mars-00	62	perdrix grise	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
mars-00	10	pigeon ramier	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
mars-00	80	pigeon biset	0	1	1	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	1	0
avr-00	28	perdrix grise	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
avr-00	28	perdrix grise	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
mai-00	76	pigeon ramier	0	1	1	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	1	0
oct-01	62	perdrix rouge	0	1	1	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
mars-02	80	pigeon biset	0	5	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
avr-02	77	pigeon biset	1	20	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
oct-02	45	perdrix grise	1	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
oct-03	76	perdrix grise	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
oct-03	62	perdrix grise	0	12	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
nov-03	80	pigeon biset	0	60	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
avr-04	17	pigeon sp.	0	2	2	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
avr-04	17	pigeon sp.	0	2	2	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
avr-04	28	pigeon biset	0	10	3	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
avr-04	28	pigeon biset	0	10	3	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
avr-04	28	pigeon biset	0	10	3	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
mai-04	62	pigeon biset	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
mai-04	62	perdrix grise	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
mai-04	27	pigeon ramier	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
oct-04	51	perdrix grise	1	3	3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov-04	10	perdrix grise	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
oct-05	45	pigeon biset	1	100	1	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	1	0
oct-05	51	perdrix grise	0	4	3	1	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
oct-05	51	perdrix grise	0	4	3	1	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
oct-05	51	perdrix grise	0	4	3	1	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
oct-05	08	perdrix grise	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1

oct-05	27	pigeon biset	0	3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
nov-05	27	pigeon sp.	0	6	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
oct-06	34	pigeon biset	0	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
oct-07	51	perdrix grise	1	2	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
oct-07	62	pigeon colombin	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
oct-07	36	pigeon sp.	1	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-07	27	perdrix sp.	0	6	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct-07	62	pigeon sp.	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
oct-07	37	perdrix grise	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
oct-08	49	pigeon sp.	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
mars-10	77	pigeon biset	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
mars-10	80	pigeon biset	0	5	5	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	0	0
mars-10	76	perdrix grise	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
juin-10	53	pigeon ramier	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
oct-10	51	perdrix grise	1	6	1	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0	0	1	0
oct-10	71	pigeon ramier	0	14	4	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oct-10	59	pigeon biset	0	28	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-10	51	tourterelle turque	0	20	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
oct-10	85	perdrix grise	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-10	85	perdrix grise	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
oct-10	85	perdrix grise	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
nov-10	76	pigeon ramier	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
nov-10	76	pigeon ramier	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0



## RESUME NON TECHNIQUE

Entre le 1er janvier 1995 et le 31 décembre 2010, le réseau SAGIR (réseau ONCFS/FNC/FDC) a enregistré 107 cas d'oiseau ou de mammifère chez lesquels l'imidaclopride a été quantifié dans une matrice tissulaire. Ces 107 cas correspondent à 71 foyers de mortalité, impliquant principalement des Phasianidés et des Colombidés. Pour près d'un tiers des foyers, les animaux ont été observés moribonds. La distribution dans le temps de ces foyers montrent que les plus nombreux ont été enregistrés principalement en automne.

Il a été déterminé, sur le fondement d'une démarche de diagnostic clinique et épidémiologique, que ce problème de santé mis en évidence par SAGIR était en relation avec l'utilisation agricole d'un produit phytopharmaceutique utilisé en traitement de semence, l'imidaclopride.

Sans avoir la capacité de quantifier la mortalité réelle dans la nature et donc d'évaluer, à ce stade, l'impact de l'utilisation de l'imidaclopride sur les populations sauvages, le réseau SAGIR a identifié un phénomène qui doit justifier d'une démarche approfondie pour estimer l'effet de cette intoxication aiguë sur les populations d'oiseaux sauvages, soit par une étude de cohorte(s), soit par une étude cas/témoins. Les informations acquises par le réseau SAGIR sont également de nature à affiner les hypothèses et les scénarios des évaluations de risque.

