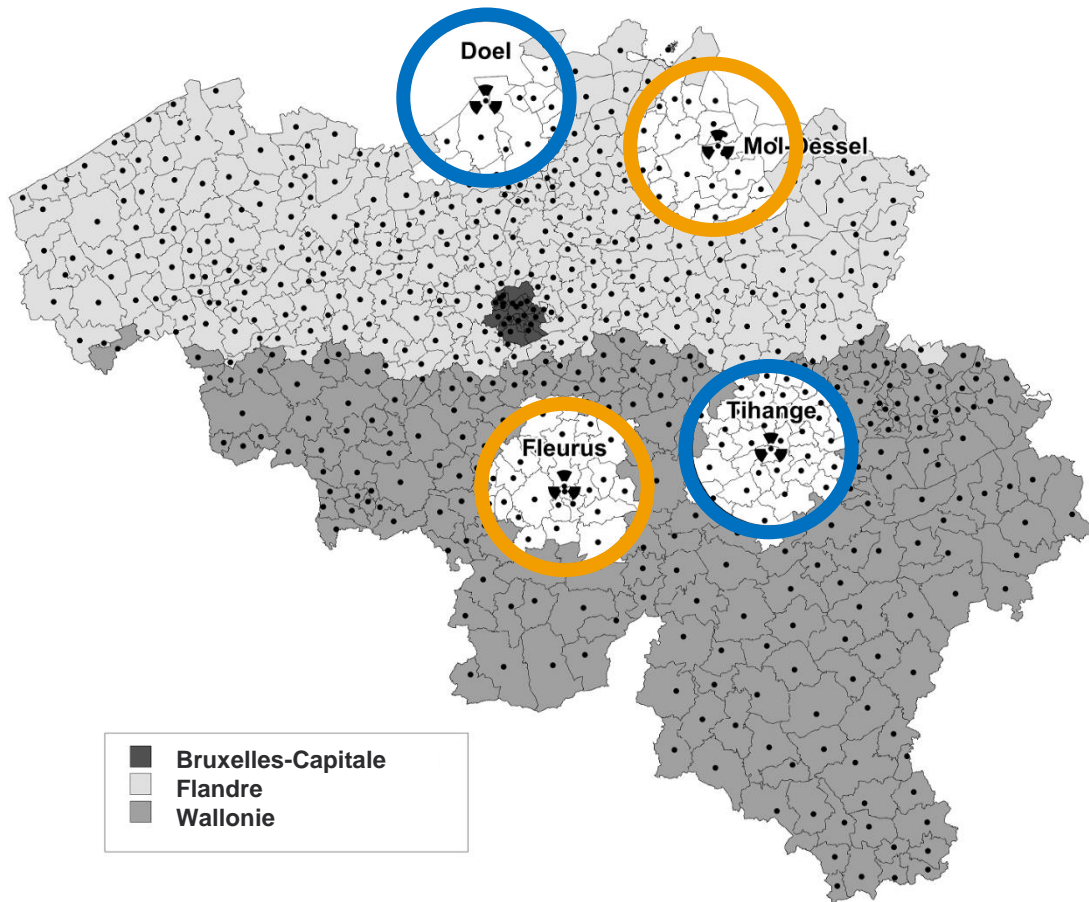


# INCIDENCE DES LEUCÉMIES DE L'ENFANT À PROXIMITÉ DES SITES NUCLÉAIRES BELGES

Claire Demoury, Christel Faes, Sylviane Carbonnelle,  
Nancy Van Damme, Harlinde De Schutter, Lodewijk Van Bladel, Eva M De Clercq

# Les sites nucléaires belges



- 4 sites nucléaires de classe I :
  - 2 centrales nucléaires
  - 2 sites combinant activités industrielles et de recherche
- Etude allemande (*Kaatsch et al. 2008*) sur le risque de leucémie de l'enfant autour des centrales nucléaires
- Incident radiologique à Fleurus en 2008
- En réponse, la ministre des affaires sociales et de la santé publique a demandé **une étude nationale**

Contexte

Méthodes

Résultats

Discussion

# Leucémies aigües de l'enfant (LA)

- Cancer **le plus fréquent** chez les enfants
- ~ 80 cas / an en Belgique
- **Facteurs de risque**
  - Radiations ionisantes à forte dose
  - Conditions génétiques (trisomie 21, syndrome Li-Fraumeni, anémie de Fanconi, etc...)
  - Facteurs intrinsèques: âge, sexe, poids de naissance

# Sites nucléaires et leucémies aiguës de l'enfant (LA) en Belgique

- **Etude écologique: incidence des LA plus élevée** autour (5 km) du site de Mol-Dessel (activités industrielles et de recherche)

*Bollaerts K, Simons K, Van Bladel L, et al. Childhood leukaemia near nuclear sites in Belgium, 2002-2008. Eur J Cancer Prev 2016;*

- **Mais larges unités géographiques... classification potentiellement incorrecte de l'exposition, due à une variation intra unités de l'exposition**

OPEN

Research paper 1

## Childhood leukaemia near nuclear sites in Belgium, 2002–2008

Kaatje Bollaerts<sup>a,\*</sup>, Koen Simons<sup>a,\*</sup>, Lodewijk Van Bladel<sup>b,\*</sup>, Tom De Smedt<sup>a</sup>, Michel Sonck<sup>b,d</sup>, Sébastien Fierens<sup>a</sup>, André Poffijn<sup>b</sup>, David Geraets<sup>a</sup>, Pol Gosselin<sup>a</sup>, Herman Van Oyen<sup>a</sup>, Julie Francart<sup>c</sup> and An Van Nieuwenhuyse<sup>a</sup>

This paper describes an ecological study investigating whether there is an excess incidence of acute leukaemia among children aged 0–14 years living in the vicinity of the nuclear sites in Belgium. Poisson regression modelling was carried out for proximity areas of varying sizes. In addition, the hypothesis of a gradient in leukaemia incidence with increasing levels of surrogate exposures was explored by means of focused hypothesis tests and generalized additive models. For the surrogate exposures, three proxies were used, that is, residential proximity to the nuclear site, prevailing winds and simulated radioactive discharges, on the basis of mathematical dispersion modelling. No excess incidence of acute leukaemia was observed around the nuclear power plants of Doel or Tihange nor around the nuclear site of Fleurus, which is a major manufacturer of radioactive isotopes in Europe. Around the site of Mol-Dessel, however, two- to three-fold increased leukaemia incidence rates were found in children aged 0–14 years living in the 0–5, 0–10 and the 0–15 km proximity areas. For this site, there was evidence for a gradient in leukaemia incidence with increased proximity, prevailing winds and simulated radioactive discharges, suggesting a potential

link with the site that needs further investigation. An increased incidence of acute leukaemia in children aged 0–14 years was observed around one nuclear site that hosted reprocessing activities in the past and where nuclear research activities and radioactive waste treatment are ongoing. *European Journal of Cancer Prevention* 00:000–000 Copyright © 2016 Wolters Kluwer Health, Inc. All rights reserved.

*European Journal of Cancer Prevention* 2016, 00:000–000

**Keywords:** child, data interpretation, incidence, leukaemia, nuclear reactors, radioactive pollutants, statistical

<sup>a</sup>Scientific Institute of Public Health, <sup>b</sup>Federal Agency for Nuclear Control, <sup>c</sup>Belgian Cancer Registry and <sup>d</sup>Department of Electronics and Informatics, Free University Brussels (VUB), ETRO, Brussels, Belgium

Correspondence to An Van Nieuwenhuyse, MD, PhD, Juliette Wytsmanstraat 14, 1050 Brussels, Belgium  
Tel: +32 2 642 57 50; fax: +32 2 642 54 01;  
e-mail: an.vannieuwenhuyse@wiv-isp.be

\*Koen Simons and Lodewijk Van Bladel contributed equally to the writing of this article.

Received 28 January 2016 Accepted 30 May 2016

Contexte

Méthodes

Résultats

Discussion

# Unités géographiques: des communes aux secteurs statistiques

communes

589 communes

~ 19 000 habitants / commune

~ 50 km<sup>2</sup>

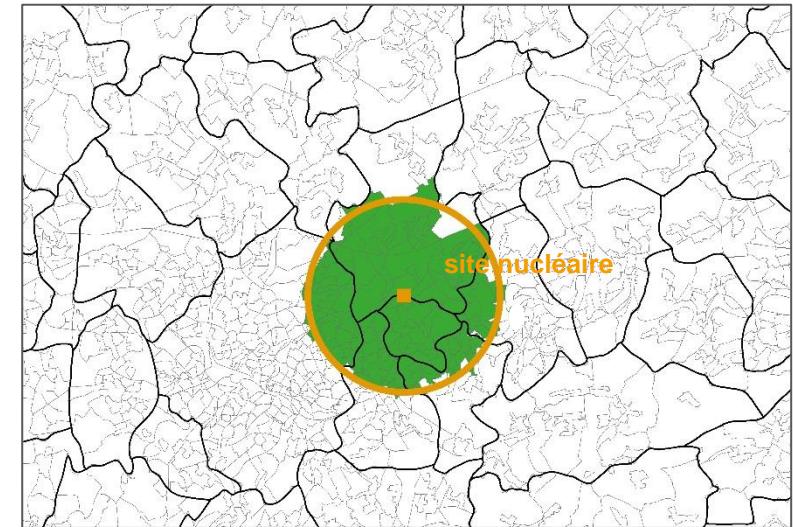
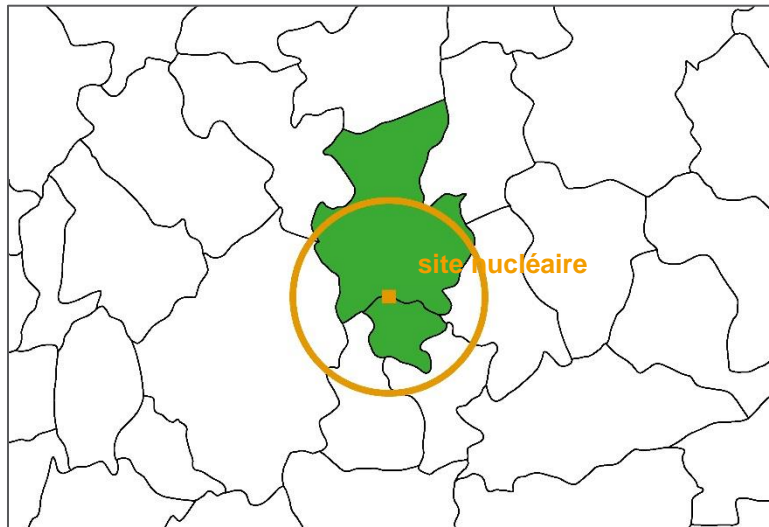


secteurs statistiques

19,782 secteurs statistiques

~ 570 habitants / secteur

~ 1,5 km<sup>2</sup>



Contexte

Méthodes

Résultats

Discussion

# Population et LA : données

Secteur statistique de la **résidence**  
(Agence InterMutualiste ~ **assurance maladie**)



## Population

- Secteur statistique, année, âge (classes de 5 ans), sexe
- Agence InterMutualiste

## LA < 15 ans (ICD-O-3) 2006-2016

- Secteur statistique au moment du diagnostic, année du diagnostic, âge (classes de 5 ans), sexe
- Registre du Cancer: **registre national**
- **808 cas < 15 ans, 405 cas < 5 ans**



Contexte

Méthodes

Résultats

Discussion

# Exposition

- **Distance** entre le centroïde du secteur statistique et le site nucléaire  
0-5 km, >5-10 km, >10-15 km, >15-20 km



- **Direction des vents dominants**

Direction et vitesse du vent (**250 stations de mesure**) collectées par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire

- **Décharges radioactives hypothétiques** provenant des sites nucléaires (estimations basées sur une modélisation mathématique réalisée par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire)

Contexte

Méthodes

Résultats

Discussion

# Analyses statistiques

- **Rapports de taux d'incidence (0-5 km, >5-10 km, >10-15 km et >15-20 km)**  
« Zero-inflated Poisson models » ajustés pour l'âge, le sexe, le statut socio-économique et le revenu
  
- **Relation entre LA et expositions ?**  
Fonction P-splines (*Eilers & Marx 1996*)
  
- **Gradient positif de l'incidence des LA avec des niveaux croissants d'exposition ?**  
Tests de Stone (*Stone 1988*) & Bithell's Linear Risk Score (*Bithell 1995*)



# RÉSULTATS



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Cancer Epidemiology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/canep](http://www.elsevier.com/locate/canep)



## Childhood leukemia near nuclear sites in Belgium: An ecological study at small geographical level

Claire Demoury<sup>a,\*</sup>, Christel Faes<sup>b</sup>, Harlinde De Schutter<sup>c</sup>, Sylviane Carboneille<sup>d</sup>,  
Michael Roskamp<sup>c</sup>, Julie Francart<sup>c</sup>, Nancy Van Damme<sup>c</sup>, Lodewijk Van Bladel<sup>d</sup>,  
An Van Nieuwenhuyse<sup>a,c,1</sup>, Eva M. De Clercq<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Sciensano, Brussels, Belgium

<sup>b</sup> Hasselt University, Diepenbeek, Belgium

<sup>c</sup> Belgian Cancer Registry, Brussels, Belgium

<sup>d</sup> Federal Agency for Nuclear Control, Brussels, Belgium

<sup>1</sup> KU Leuven, Leuven, Belgium

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Leukemia  
Child  
Incidence  
Nuclear sites  
Ecological study

### ABSTRACT

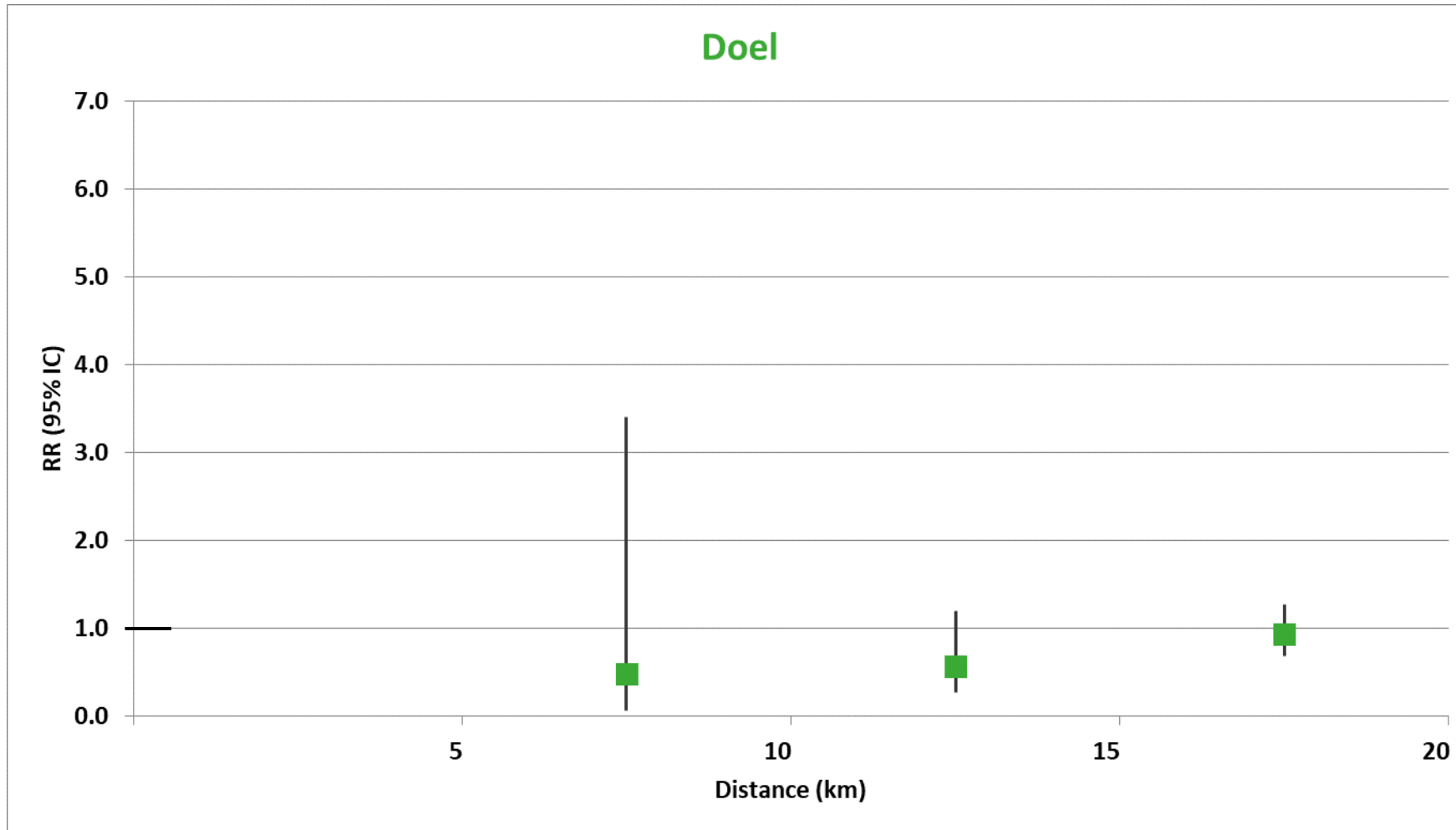
**Background:** A previous investigation of the occurrence of childhood acute leukemia around the Belgian nuclear sites has shown positive associations around one nuclear site (Mol-Dessel). In the following years, the Belgian Cancer Registry has made data available at the smallest administrative unit for which demographic information exists in Belgium, i.e. the statistical sector. This offers the advantage to reduce the potential misclassification due to large geographical scales.

**Methods:** The current study performed for the period 2006–2016 uses Poisson models to investigate (i) the incidence of childhood acute leukemia within 20 km around the four Belgian nuclear sites, (ii) exposure-response relationships between cancer incidence and surrogate exposures from the nuclear sites (distance, wind direction frequency and exposure by hypothetical radioactive discharges taking into account historical meteorological conditions). All analyses are carried out at statistical sector level.

**Results:** Higher incidence rate ratios were found for children <15 years (7 cases, RR = 3.01, 95% CI: 1.43;6.35) and children <5 years (< 5 cases, RR = 3.62, 95% CI: 1.35;9.74) living less than 5 km from the site of Mol-Dessel. In addition, there was an indication for positive exposure-response relationships with the different types of surrogate exposures.

**Conclusion:** Results confirm an increased incidence of acute childhood leukemia around Mol-Dessel, but the number of cases remains very small. Random variation cannot be excluded and the ecological design does not allow concluding on causality. These findings emphasize the need for more in-depth research into the risk factors of childhood leukemia, for a better understanding of the etiology of this disease.

# Rapport des taux d'incidence (RR)



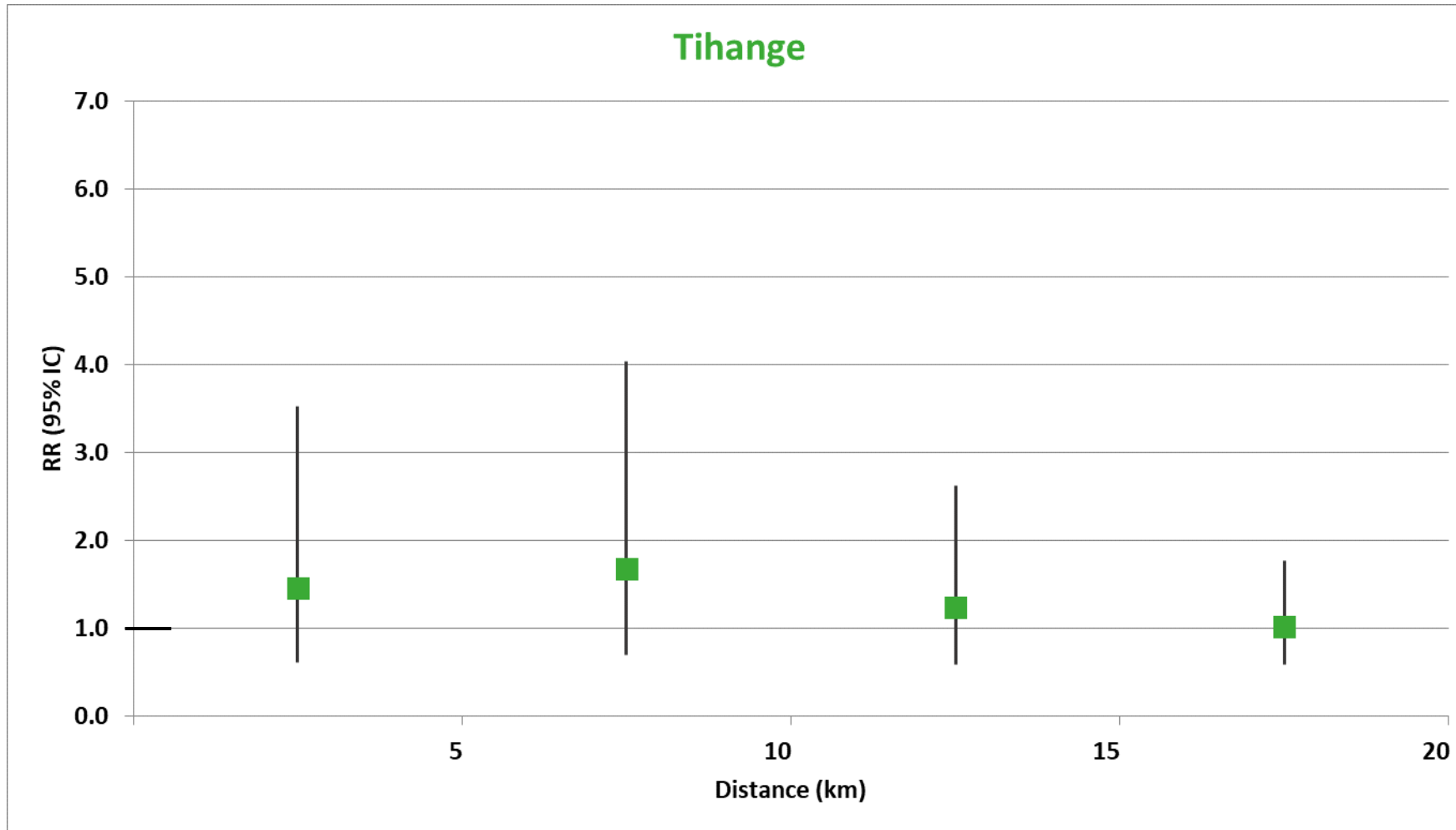
Contexte

Méthodes

Résultats

Discussion

# Rapport des taux d'incidence (RR)



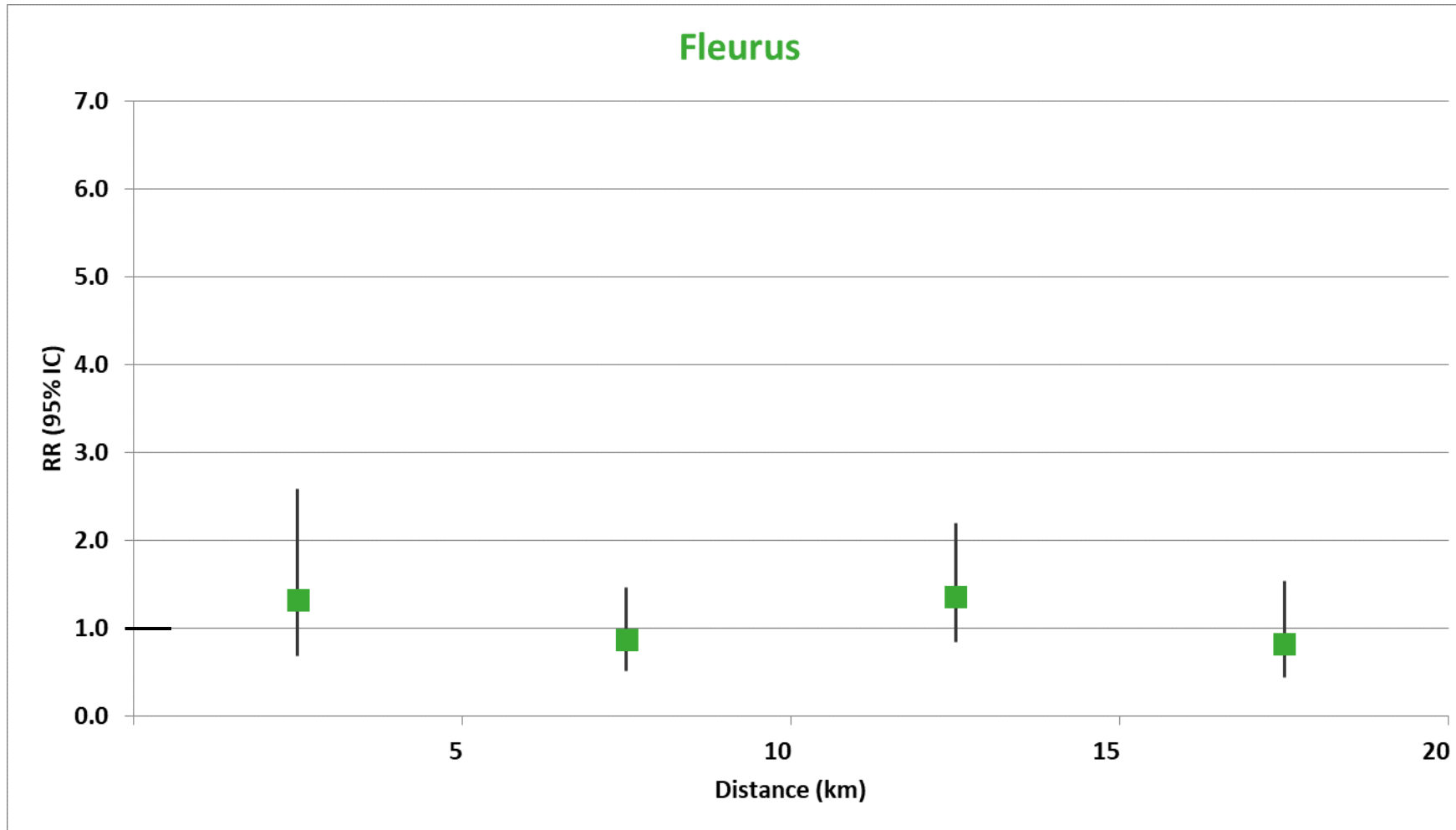
Contexte

Méthodes

Résultats

Discussion

# Rapport des taux d'incidence (RR)



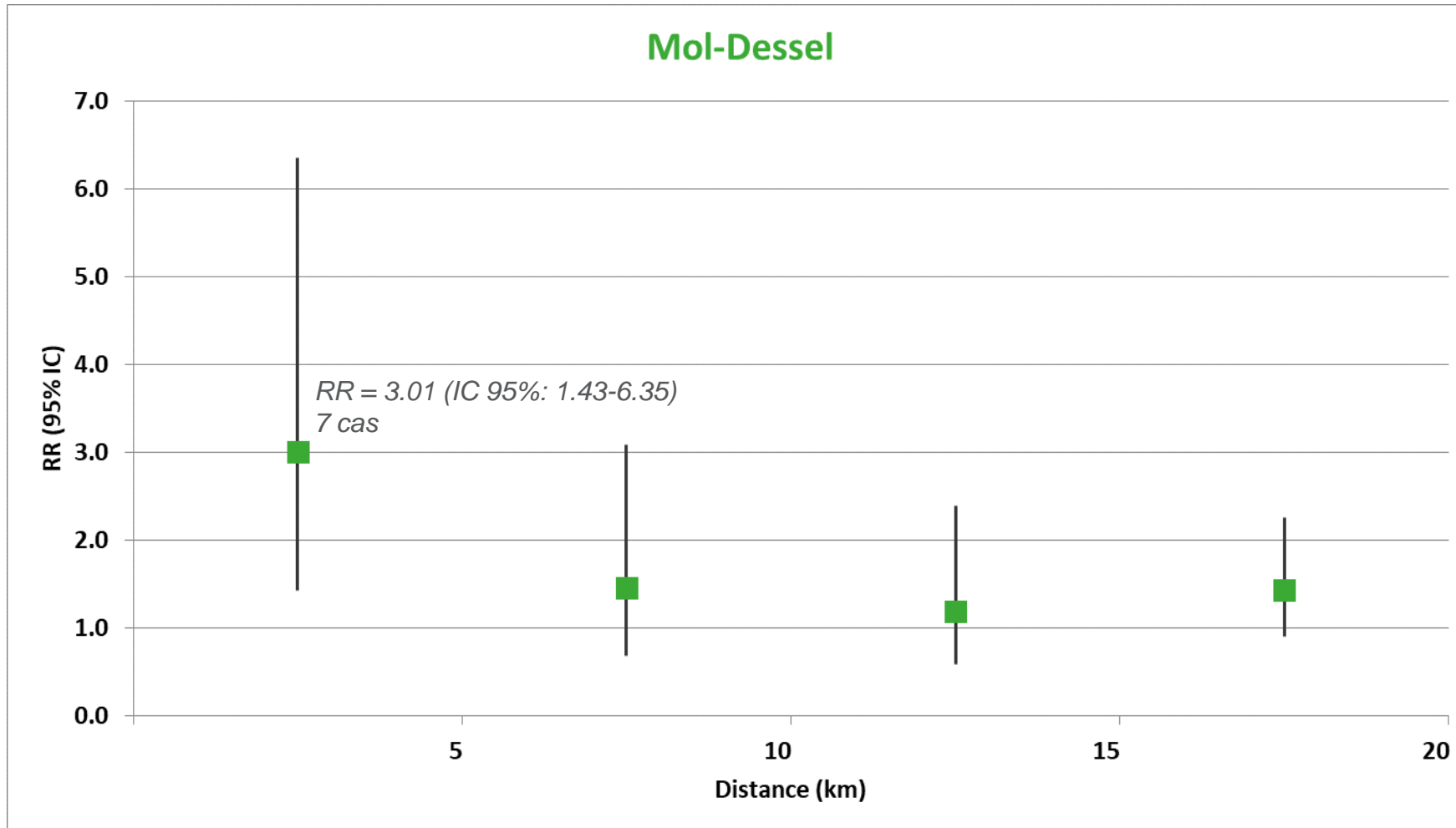
Contexte

Méthodes

**Résultats**

Discussion

# Rapport des taux d'incidence (RR)



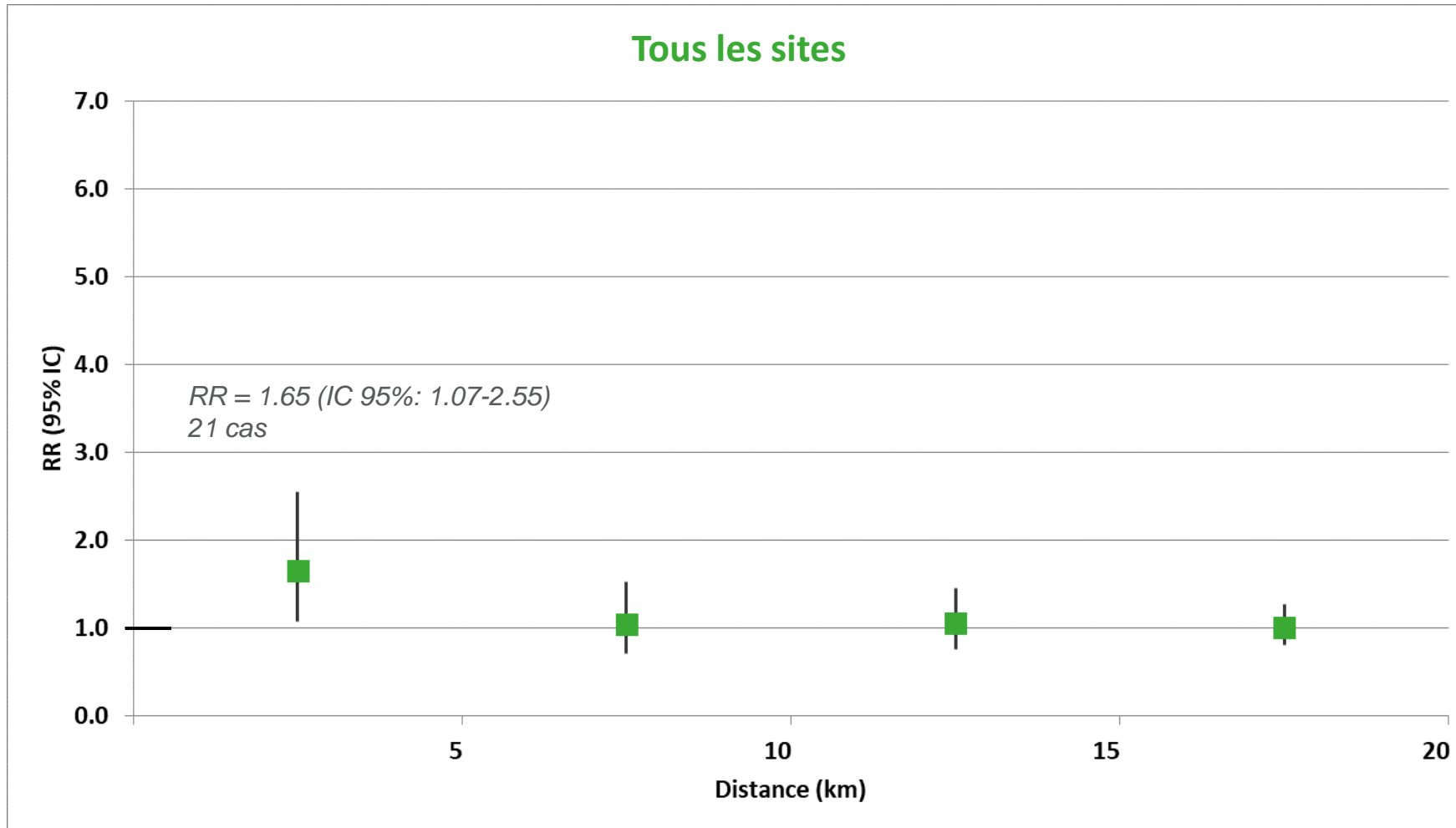
Contexte

Méthodes

Résultats

Discussion

# Rapport des taux d'incidence (RR)



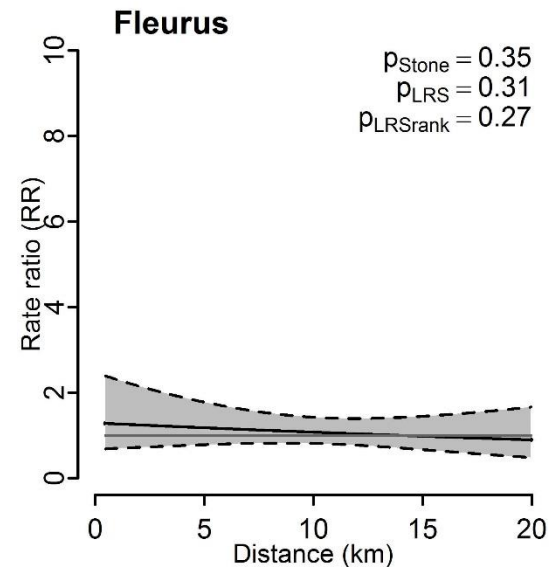
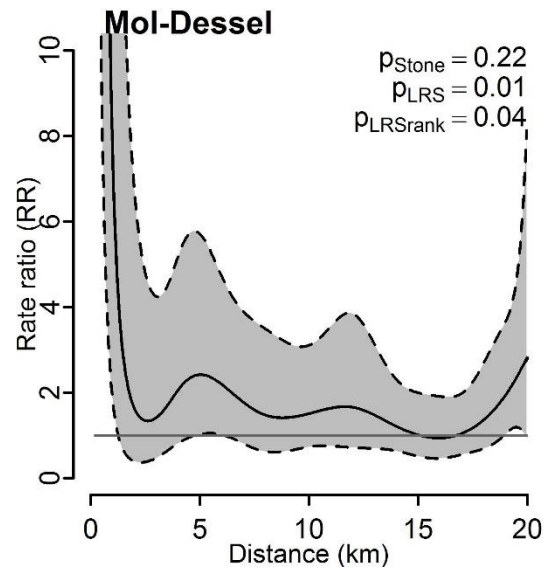
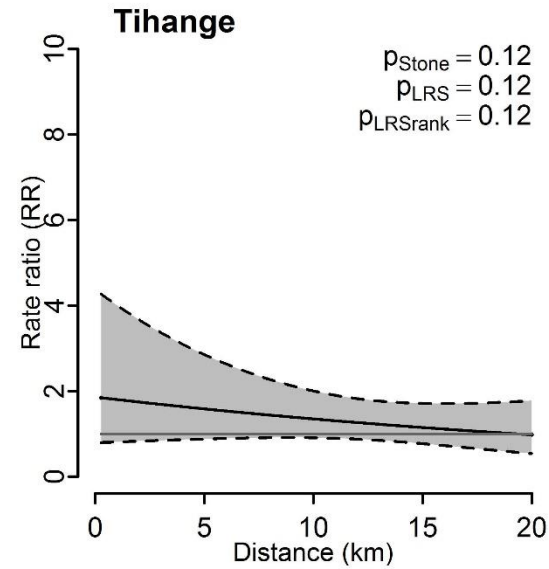
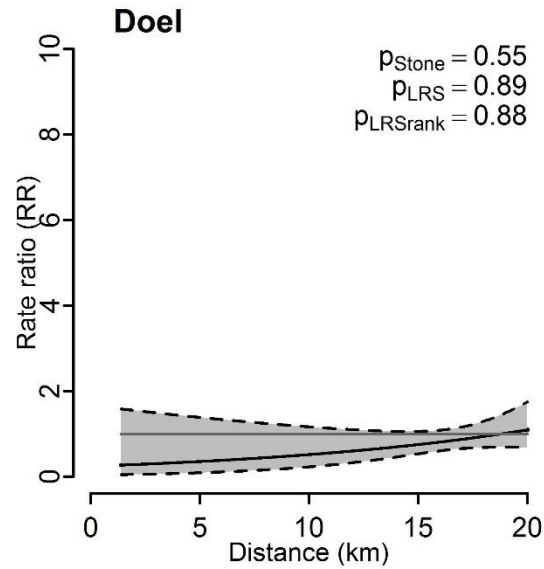
Contexte

Méthodes

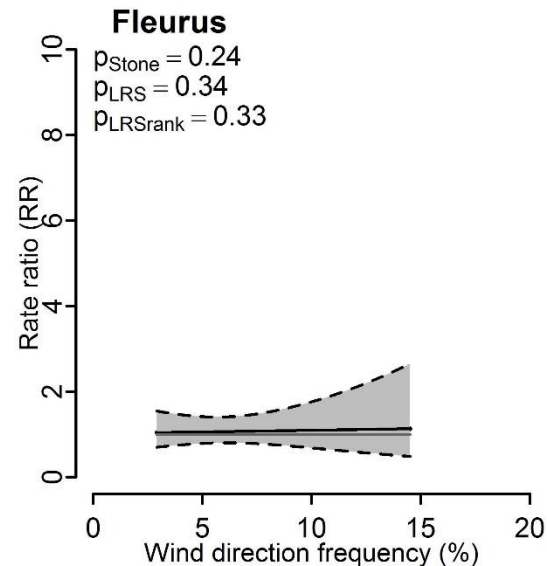
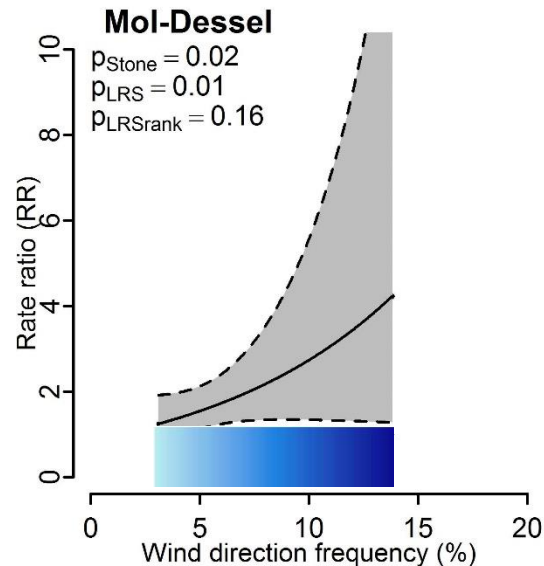
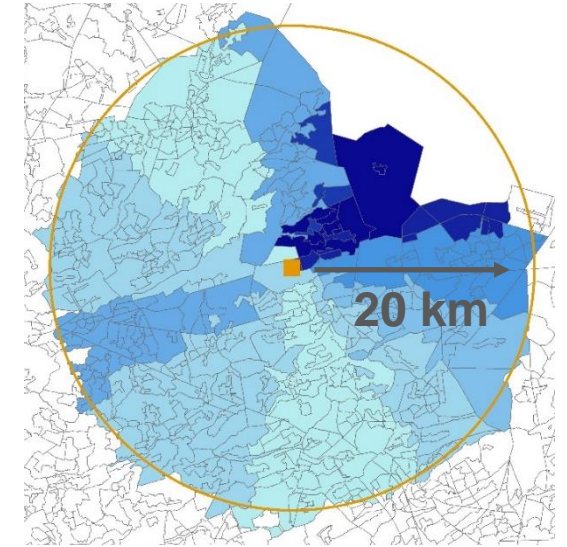
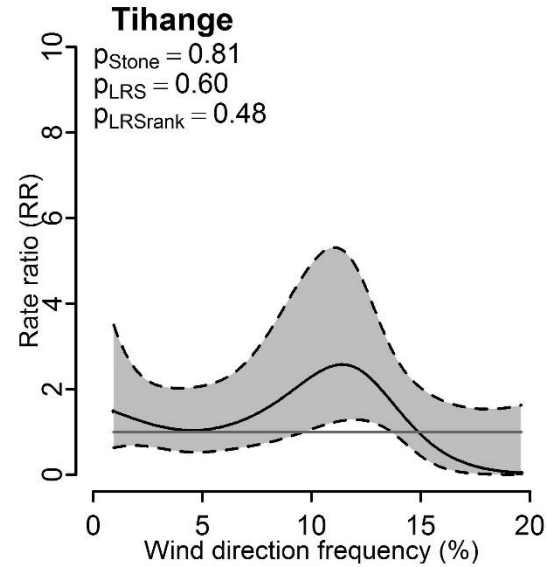
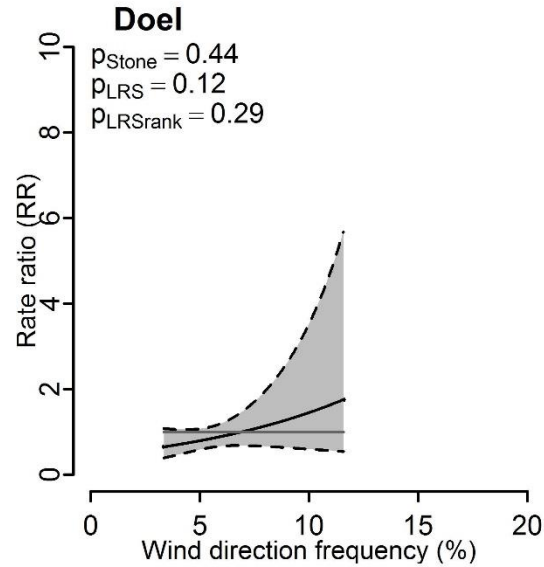
Résultats

Discussion

# LA - distance

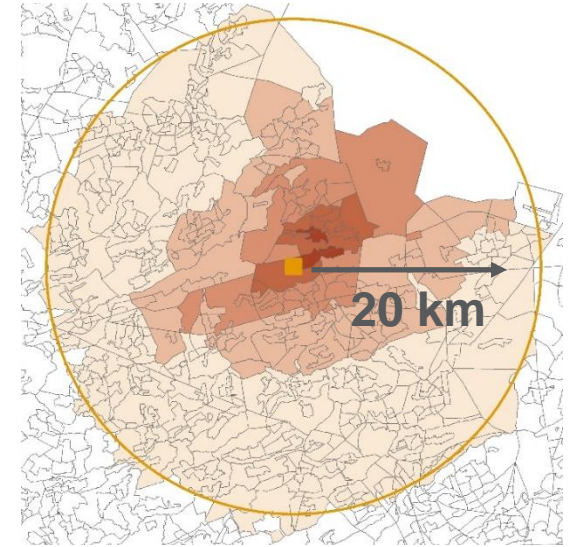
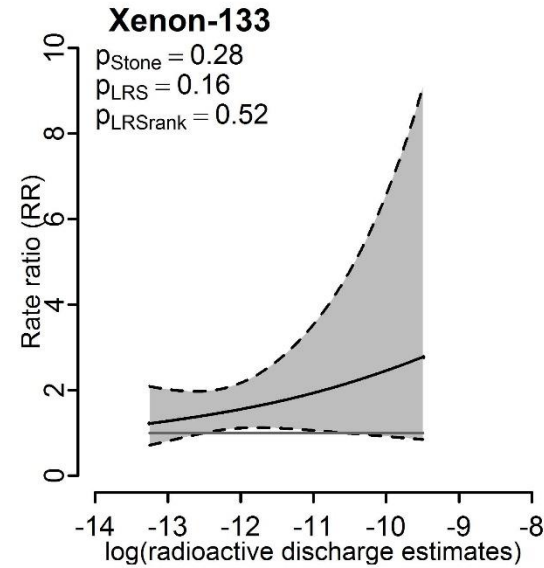
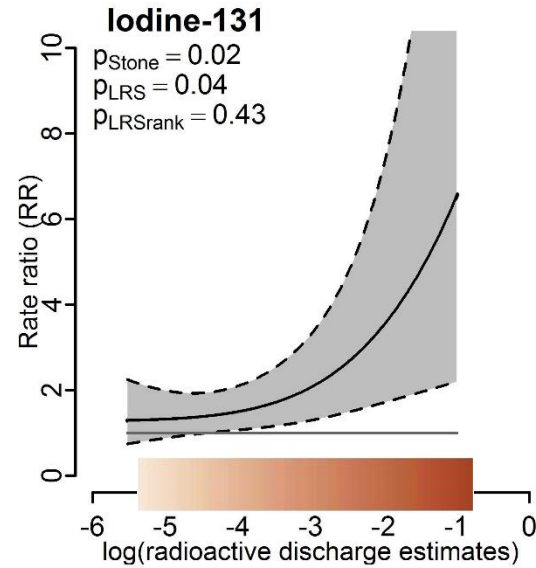


# LA – vents dominants





# LA - décharges radioactives hypothétiques (Mol-Dessel)



# Analyses supplémentaires

- Chez les enfants < 5 ans (Mol-Dessel - 5 km : < 5 cas, RR = 3.62, IC 95% : 1.35-9.74)
- Ajustement pour l'exposition résidentielle au **radon** et à la **pollution de l'air** (NO<sub>2</sub>)
- Sous période **2009-2016 (données indépendantes de l'étude précédente)**
  - Enfants < 15 ans, Mol-Dessel - 5 km : RR = 1.70 (IC 95% : 0.55-5.30)
  - Enfants < 5 ans, Mol-Dessel - 5 km : RR = 3.55 (IC 95% : 1.13-11.17)
- Niveau géographique des **communes, 2002-2016**

→ **Résultats similaires, période 2009-2016:** association NS chez les enfants < 15 ans

# Conclusion

- **Incidence des LA plus élevée à proximité du site de Mol-Dessel (activités industrielles et de recherche)**
- **~ gradient de l'incidence des LA avec les différentes expositions considérées (20 km) pour le site de Mol-Dessel**

# Discussion

- Résultats basés sur un très **petit nombre de cas de LA**
- **Etude écologique** : étude réalisée au niveau des **groupes de population, ≠ individus** (≠ caractéristiques individuelles – migration, conditions génétiques, exposition médicale aux rayonnements ionisants...)
- ≠ conclusions au niveau individuel
- Par design, les études écologiques ne peuvent confirmer la causalité des résultats (**autres causes ? polluants...**)
- Doses modélisées hypothétiques, **≠ données mesurées**

## Contact

Claire Demoury • [claire.demoury@sciensano.be](mailto:claire.demoury@sciensano.be)