

Exposome et santé publique

De la recherche à l'expertise

Rencontre scientifique

Mardi 30 novembre 2021 • Maison de la RATP - Paris 12^e

GEOCAP Birth - Environnement à la naissance et risque de cancer chez l'enfant

J. Clavel¹, S. Goujon¹, C. Chevrier², B. Jacquemin²

¹Inserm U1153 équipe EPICEA « épidémiologie des cancers de l'enfant et de l'adolescent »

²IRSET équipe 3ERD « Evaluation des expositions et recherche épidémiologique sur l'environnement, la reproduction et le développement »



GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

CONTEXTE

- Environ 1770 cas de cancers diagnostiqués chaque année en France métropolitaine, chez les 0-14 ans
- Localisations et types cellulaires différents de ceux des cancers des adultes
- ~ 50% avant 5 ans
- Altérations génétiques pendant la vie intra-utérine (leucémies aigües, tumeurs embryonnaires)

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

OBJECTIFS DU PROJET

- Recherche des facteurs de risque environnementaux des cancers de l'enfant
- Expositions estimées au lieu de résidence de l'enfant à la naissance (~expositions de la période prénatale)
- Expositions estimées par géolocalisation et modélisation
 - **Exposition aux radiations ionisantes naturelles**
 - **Proximité d'activités agricoles et exposition aux pesticides**
 - **Proximité du trafic routier et exposition aux polluants**
 - **Proximité de LHT et exposition aux champs magnétiques**

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

MÉTHODES : Étude cas-témoins avec géolocalisation des adresses

- Cas (Registre national des cancers de l'enfant)
 - enfants nés entre 2010 et 2015,
 - ayant eu un diagnostic de cancer entre 2010 et 2015,
 - résidant en France métropolitaine à la naissance et au diagnostic
- Témoins (Insee)
 - enfants nés en France métropolitaine entre 2010 et 2015
 - échantillonnés au 1/400^{ème} chaque année à partir des bulletins de naissance
 - représentatifs des naissances domiciliées en France métropolitaine



GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

MÉTHODES : Recherche des adresses de résidence à la naissance

- Cas nés entre 2010 et 2015
 - Commune de naissance enregistrée dans le RNCE
 - Demandes autorisation des procureurs des tribunaux de grande instance
 - Mairies des communes de naissance → copies intégrales des actes de naissance
- Témoins nés entre 2010 et 2012
 - Commune de naissance fournie par l'Insee
 - Même procédure que pour les cas (→ copies intégrales des actes de naissance)
- Témoins nés entre 2013 et 2015
 - Adresse de résidence de la mère au moment de la naissance de l'enfant fournie par l'Insee

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

MÉTHODES : Géolocalisation des adresses



- A l'aveugle du statut cas-témoin
- BD Adresse® de l'IGN (version 2.2) + Cadastre, Google Streetview, Géoportail, etc.

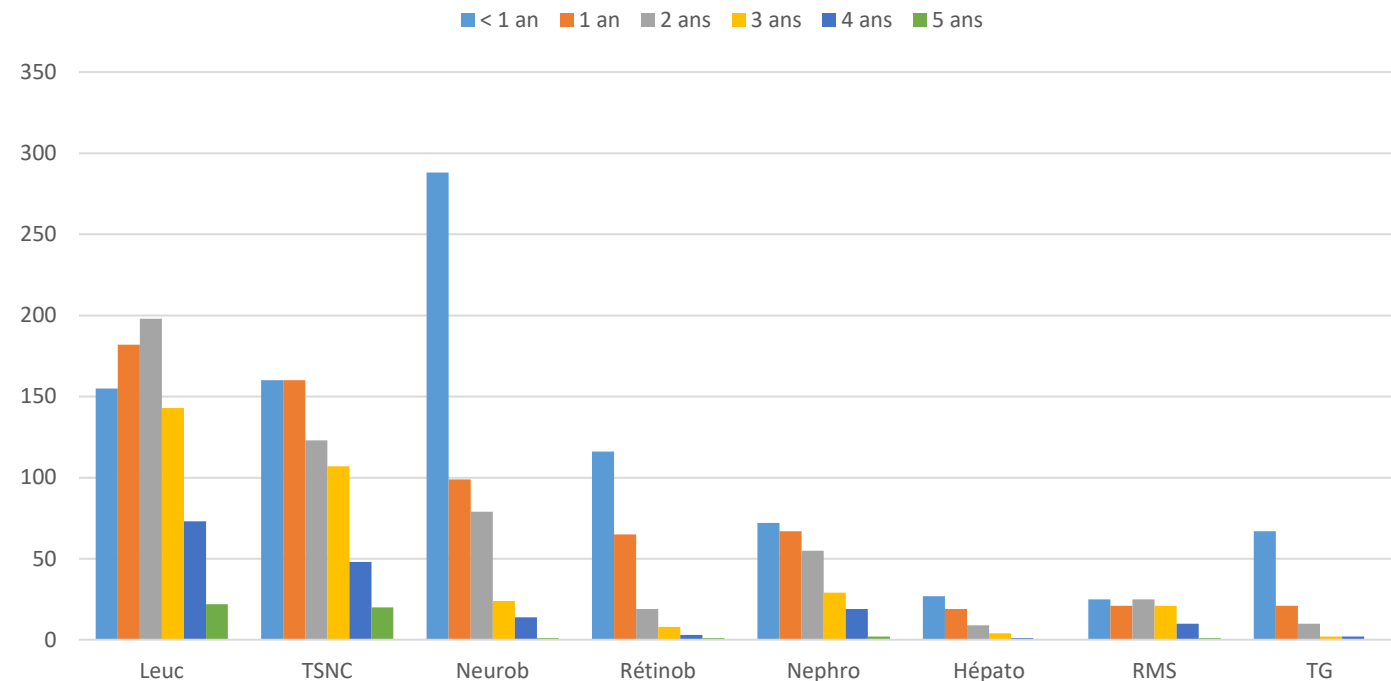
Précision	Description
Plaque adresse	Généralement entrée de la parcelle
Projection	Projection vers le tronçon routier, généralement à partir du centroïde de la parcelle, et décalage de 4,5 m par rapport à l'axe du tronçon
Interpolation	Localisation du tronçon routier correspondant à l'adresse, positionnement par interpolation linéaire le long de ce tronçon, avec un décalage de 4,5 m par rapport à l'axe du tronçon
Voie	Adresse positionnée au centre de la voie, défini en tenant compte de sa géométrie
Lieu-dit urbain	Zone dense. Il s'agit d'une adresse contenant un élément de type HLM, CITÉ, RÉSIDENCE, IMMEUBLE, TOUR ou BATIMENT
Lieu-dit rural	Adresse positionnée au centre du lieu-dit
Commune	Adresse non trouvée et positionnée à l'hôtel de ville

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

MÉTHODES : description des cas et témoins inclus avec adresse géolocalisée

	N	%	Géoloc. précise
Leucémies	773	28%	87%
Tumeurs du SNC	618	22%	86%
Tumeurs embryonnaires	1124	41%	85%
Neuroblastomes	505	18%	85%
Rétinoblastomes	212	8%	86%
Néphroblastomes	244	9%	83%
Hépatoblastomes	60	2%	85%
Rhabdomyosarcomes	103	4%	85%
Tumeurs germinales	102	4%	75%
Autres cancers	146	5%	88%
Total cas	2763		86%
Total témoins	11908		72%



GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

- Exposition aux radiations ionisantes naturelles
- Proximité d'activités agricoles et exposition aux pesticides
- Proximité du trafic routier et exposition aux polluants
- Proximité de LHT et exposition aux champs magnétiques

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Evaluation des expositions aux radiations ionisantes naturelle (RIN)

Rayons gamma telluriques et cosmiques, gaz radon (sols riches en uranium)

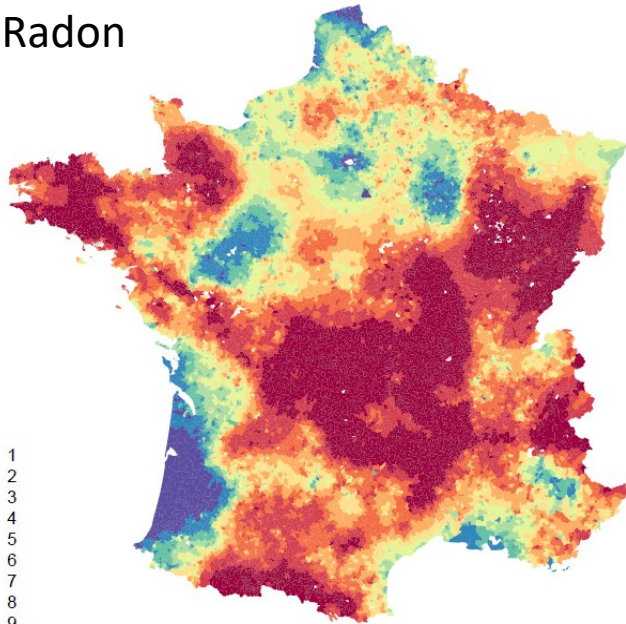
- Modélisation géostatistique par cockrigeage (mesures + géologie) - IRSN
- Gamma telluriques \approx 100 000 mesures en 17 500 points
+ carte du potentiel uranium géogénique (U-238)
- Gamma cosmiques : estimation formule UNSCEAR (dépend de l'altitude)
- Radon \approx 11 000 mesures d'activité volumique
+ carte du potentiel radon géogénique (U-238 + capacité d'exhalaison)

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

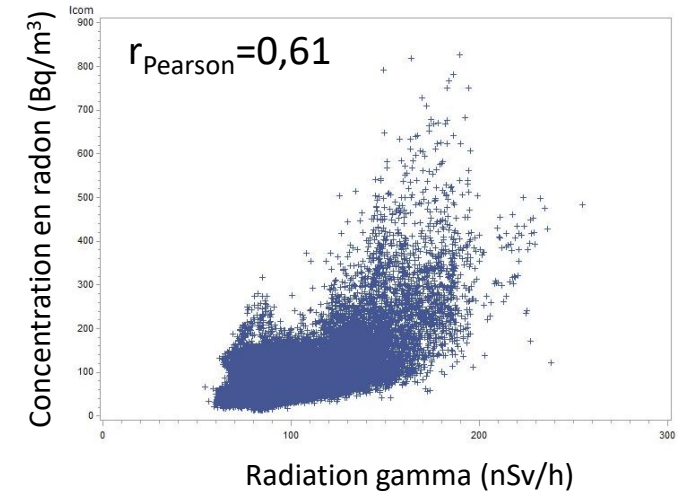
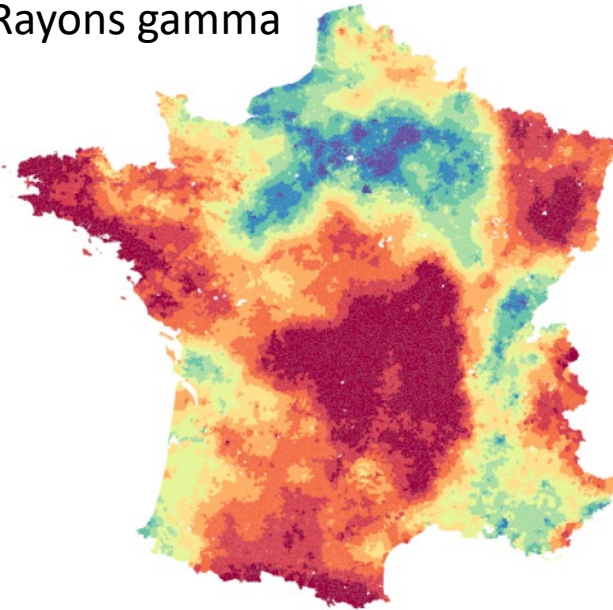
S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Evaluation des expositions aux RIN

Radon



Rayons gamma



- Peu de variabilité infra-communale
- Corrélation entre exposition communale et exposition à l'adresse géolocalisée $r=0,99$

Niveau communal de concentration en radon et de radiation gamma estimé par cokrigage, en déciles de population pédiatrique

⇒ étude en cohortes de naissance

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Exposition prénatale aux RIN et leucémies de l'enfant

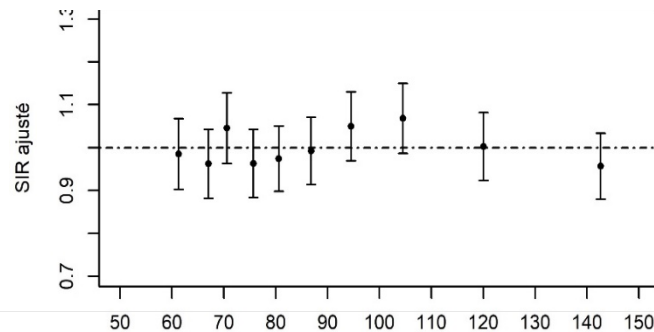
J Environ Radioact. 2021 Jul;233:106613. doi: 10.1016/j.jenvrad.2021.106613. Epub 2021 Apr 22.

Residential exposure to natural background radiation at birth and risk of childhood acute leukemia in France, 1990-2009

Justine Berlivet¹, Denis Hémon¹, Énora Cléro², Geraldine Ielsch², Dominique Laurier², Laure Faure³, Jacqueline Clavel³, Stéphanie Goujon⁴

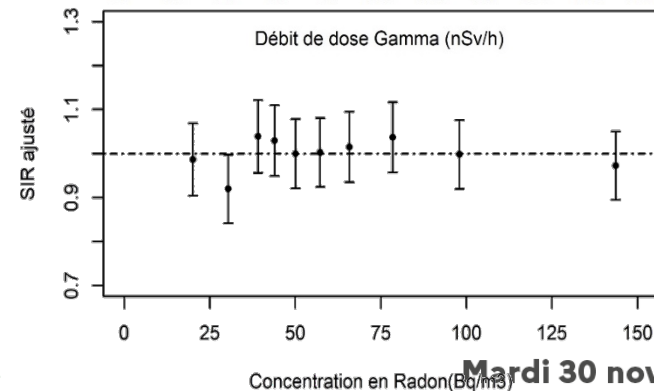
Results: There was no evidence for an association between NBR exposure at birth and childhood AL incidence, neither overall (gamma radiation: IRR = 0.99 (0.94,1.05) per 50 nSv/h; radon: IRR = 0.97 (0.91,1.03) per 100 Bq/m³) nor for the main AL types. The conclusions were similar with the cumulative exposures, and the total RBM dose.

Gamma



	IRR (pour 50 nSv/h)
Toutes LA	0,99 (0,94;1,05)
LAL	0,98 (0,92;1,04)
LAM	1,04 (0,90;1,20)

Radon



	IRR (pour 100 Bq/m ³)
Toutes LA	0,97 (0,91;1,03)
LAL	0,96 (0,89;1,02)
LAM	1,01 (0,87;1,17)

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

- Exposition aux radiations ionisantes naturelles
- Proximité d'activités agricoles et exposition aux pesticides
- Proximité du trafic routier et exposition aux polluants
- Proximité de LHT et exposition aux champs magnétiques

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Evaluation de la proximité aux parcelles agricoles

→ Combinaison dans un SIG de plusieurs sources de données

- Base de données topographique de l'IGN (BD Topo)
 - ortho-images
 - Parcelles en viticulture et arboriculture (BD Topo végétation)
- Registre Parcellaire Graphique (RPG)
 - Déclaration par les exploitants des surfaces agricoles pour percevoir une aide de la PAC
 - Information annuelle depuis 2007, 28 postes agricoles
 - Culture principale sur les îlots de cultures (2007-2014) et les parcelles (depuis 2015)
- Occupation des Sols Cesbio (Centre d'Etudes Spatiales de la BIOsphère)
 - Données satellitaires
- BD Parcellaire IGN → utilisée pour préciser les parcelles OsoCesbio



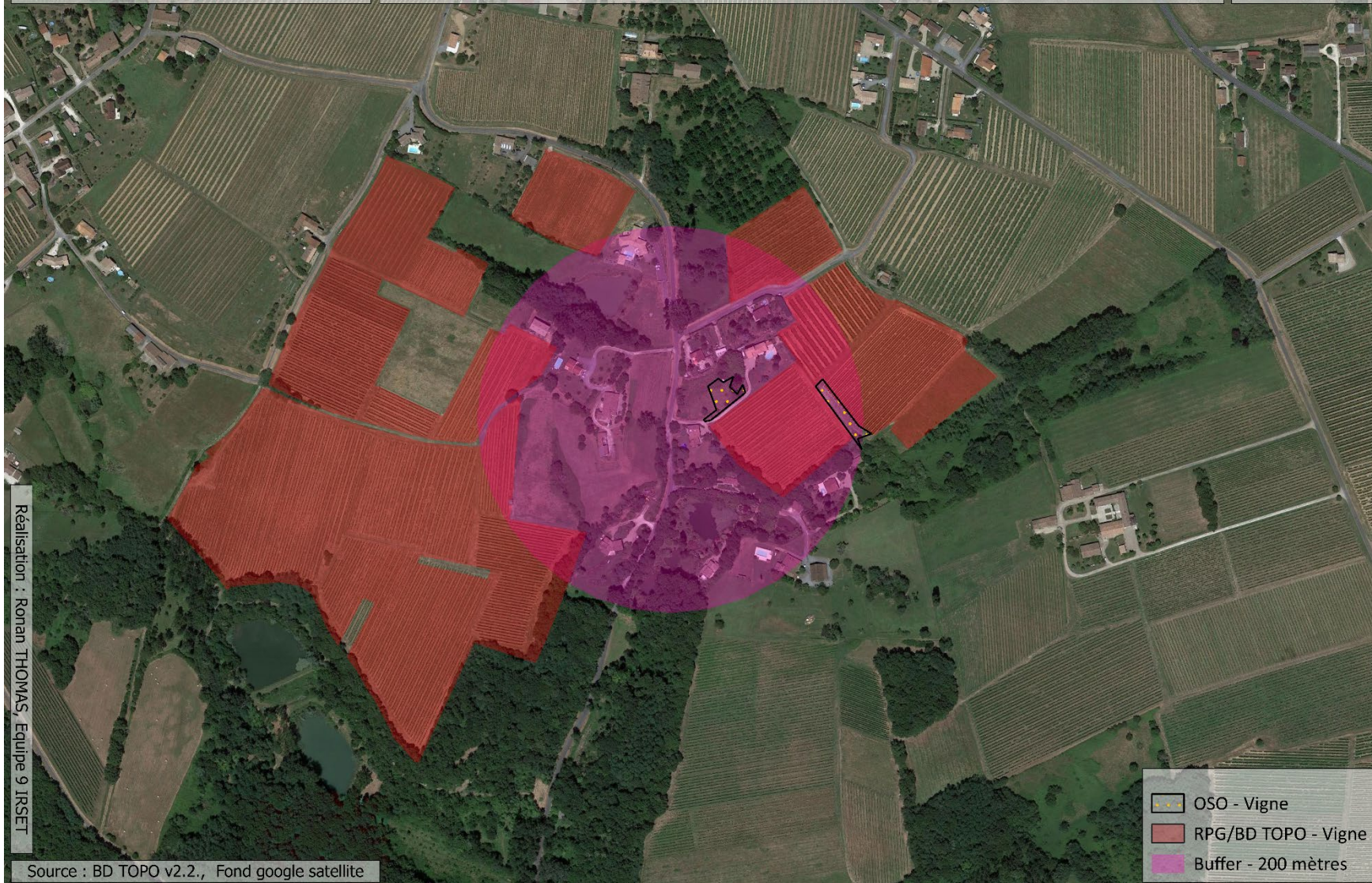
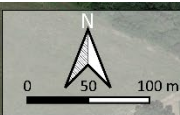
GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Evaluation de la proximité aux parcelles agricoles

- Evaluation de la présence de cultures dans des buffers de 200 m, 500 m et 1000 m autour de l'adresse de résidence géolocalisée
- Estimation de la surface en cultures dans ces buffers
 - Viticulture : BD Topo + RPG + Oso Cesbio
 - Arboriculture : BD Topo + RPG
 - Autres cultures (céréales, oléagineux, légumes secs etc.) : RPG

Affectation des surfaces viticoles au sujet - Buffer 200



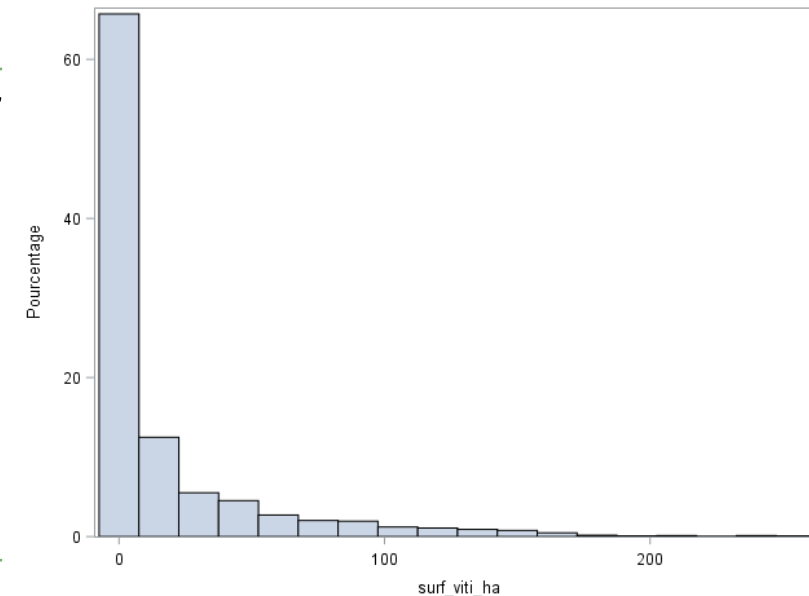
GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Evaluation de la proximité aux parcelles agricoles

Proximité à des parcelles viticoles des 11 908 témoins de GEOCAP BIRTH

	N	%
Aucune culture à moins de 1000 m, UU \geq 100 000 hab	3769	31.7
Aucune culture à moins de 1000 m, UU < 100 000 hab	1373	11.5
Culture autre que viticulture entre 500 et 1000 m seulement	1456	12.2
Culture autre que viticulture à moins de 500 m	3113	26.1
Viticulture à entre 500 et 1000 m seulement	1023	8.6
Viticulture à moins de 500 m	1174	9.9



GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

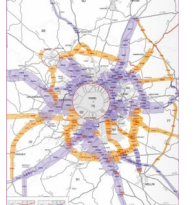
S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

- Exposition aux radiations ionisantes naturelles
- Proximité d'activités agricoles et exposition aux pesticides
- Proximité du trafic routier et exposition aux polluants
- Proximité de LHT et exposition aux champs magnétiques

GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

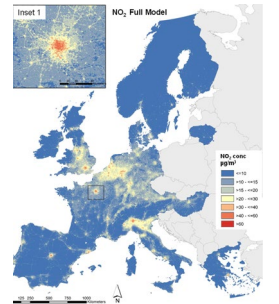
S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Evaluation de la proximité trafic routier, exposition aux polluants



- **Proximité du trafic routier** : longueur de routes à fort trafic (classification HERE) à proximité des adresses géolocalisées (< 150 m)
- **Concentrations journalières moyennes en NO₂, PM_{2,5} et carbone suie** : modèles de régression de type LUR (année 2010 + extrapolation)
 - mesures (base de données AirBase de l'Agence Européenne pour l'Environnement + projet ESCAPE)
 - cartographie du réseau routier
 - données satellitaires (profils verticaux des aérosols)
 - données d'occupation du sol
 - caractéristiques physico chimiques des polluants (modèles de chimie-transport)

Swiss TPH
Swiss Tropical and Public Health Institute
Schweizerisches Tropen- und Public Health-Inst



GEOCAP Birth – Environnement néonatal et cancer de l'enfant

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Etat d'avancement

Recueils GEOCAP-BIRTH	Recueil des adresses de résidence à la naissance (environ 2 ans)	Finalisé
	Géolocalisation des adresses	Finalisé
Radiations ionisantes	Evaluation des expositions	Finalisé
	Analyse des données RIN*LA	Finalisé
	Analyse des données RIN*autres cancers	Perspective
Proximité des cultures	Evaluation des expositions	Finalisé
	Viticulture dans la commune de résidence à la naissance (RGA)*LA	mi-2022
	Viticulture autour de la résidence à la naissance (SIG)*LA	mi-2022
	Toutes cultures*tous cancers	Perspective
	Expositions aux pesticides liés aux activités agricoles	Perspective
Trafic routier et polluants de l'air	Evaluation des expositions	Finalisé
	Densité de routes, expositions aux polluants et LA	mi-2022
Tous	Approche multi-expositions	Perspective

GEOCAP Birth

S. Goujon (Inserm U1153 EPICEA)

Financier
ANSES



Remerciements

Equipes projet



Inserm U1153 EPICEA (J. Clavel, S. Goujon), RNCE
IRSET (C. Chevrier, B. Jacquemin, R. Thomas, A. Lafontaine)

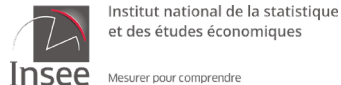
Partenaires



Geocible



Swiss Tropical and Public Health Institute
Schweizerisches Tropen- und Public Health-Inst



Institut national de la statistique
et des études économiques

Mesurer pour comprendre

