



**ATELIER THÉMATIQUE THEIA | 15 NOVEMBRE 2022**

# TÉLÉDÉTECTION, RISQUES & MALADIES INFECTIEUSES



**Besoins et utilisation par les acteurs de santé publique des outils basés sur la télédétection**

Albert Godal, DGS

**JOURNÉES D'ANIMATION SCIENTIFIQUE DU CES RISQUES ET MALADIES INFECTIEUSES  
MONTPELLIER, 15-18 NOVEMBRE 2022**

**Dès 2016 le ministère de la santé fixe une feuille de route :**

# Stratégie nationale e-santé 2020

Le numérique au service de la modernisation  
et de l'efficacité du système de santé

# Quatre grandes priorités

## 1. Mettre le citoyen au cœur de l'esanté

- Renforcer et simplifier l'accès aux soins
  - Faciliter l'accès aux soins par la télémédecine
  - Simplifier les démarches administratives (admission, prise de rendez-vous en ligne)
- Développer les services aux patients pour favoriser leur autonomie
  - Faciliter l'accès des patients à leurs informations médicales
  - Mieux informer sur la santé et l'offre de soins
  - Faciliter le suivi par les patients de leurs indicateurs de santé
- Outiller la démocratie sanitaire
  - Promouvoir l'expression collective des patients et citoyens (plateforme numérique de consultation)

## 2. Soutenir l'innovation par les professionnels de santé

- Développer des cursus de formation autour du numérique
  - Soutenir les professionnels de santé qui s'engagent en faveur de l'innovation numérique
    - Renforcer la cohérence et la visibilité des programmes d'appui aux professionnels porteurs de projets numériques innovants
    - Appuyer et sécuriser les initiatives de professionnels de santé dans le recours aux objets connectés
  - Accompagner le développement des systèmes d'aide à la décision médicale
    - Faciliter l'exploitation numérique des connaissances médicales
    - Utiliser les outils numériques pour simplifier l'utilisation des recommandations de pratique clinique
  - Soutenir la «co-innovation» avec les patients et les industriels
    - Favoriser la co-construction des solutions numériques entre start-up, professionnels de santé et citoyens-patients
    - Accompagner la professionnalisation et la mutualisation des «living labs en santé »
-

# Quatre grandes priorités

## 3. Simplifier le cadre d'action pour les acteurs économiques

- Établir une gouvernance plus lisible et ouverte de l'esanté
  - Optimiser la répartition des rôles entre les acteurs de la régulation
  - Le ministère va également adapter son organisation interne afin de mieux coordonner l'action publique en matière d'innovation et d'esanté.
- Favoriser le partage de priorités entre acteurs publics et économiques en matière de systèmes d'information
  - Le déploiement d'outils d'aide à la coordination des soins constitue la priorité.
  - Au-delà de ce premier bloc d'outils, les autres investissements seront financés si les acteurs sont organisés pour garantir leur utilité.
- Clarifier les voies d'accès au marché des solutions esanté
- Déployer un cadre d'interopérabilité facilitant l'intégration des innovations

## 4. Moderniser les outils de régulation de notre système de santé

- Assurer la sécurité des systèmes d'information
  - Accélérer le développement de méthodes d'évaluation adaptées aux solutions multitechnologiques
  - Le numérique au service de la veille et de la surveillance sanitaire
  - Lever les freins au développement du big data au service de la santé, dans des conditions définies avec les citoyens
-

# 14/08/2016 signature d'un accord cadre DGS-SSA-CNES

**Objectif : évaluer comment les technologies spatiales peuvent contribuer à la stratégie E-santé et à l'innovation en santé**

- CNES promeut l'utilisation des techniques spatiales pour répondre à des problématiques sociétales (environnement, changements climatiques, prévention des risques et gestion des crises, santé)

**L'accord cadre définit les domaines pour lesquelles une réflexion commune doit être engagée**

- **Il se décline en accords spécifiques** dès lors qu'une action concrète de coopération est validée; une action peut impliquer des partenaires nouveaux

**Durée de 5 ans renouvelable**

**Mise en place d'un COPIL et de groupes de travail**

---

# Domaines de coopération identifiés

- **Des domaines déjà identifiés**

- Surveillance environnementale (ex. vecteurs, espèces invasives, radon, ilots de chaleur...)
- Prévention des épidémies
- Gestion de crise et notamment cartographie et communication de crise
- Télémédecine – télé-échographie

- **Des domaines à envisager**

- Médecine et physiologie (Liens environnement santé / mode de vie / nutrition, médecine personnalisée...) à travers le MEDES Institut de Médecine et Physiologie Spatiales (structure de recherche mixte CNES-CHU Toulouse et autres partenaires...)
-

# Télé-épidémiologie pour la surveillance environnementale

## Dengue en Martinique

- *Gîtes larvaires petits et souvent d'origine anthropique*

## Objectifs

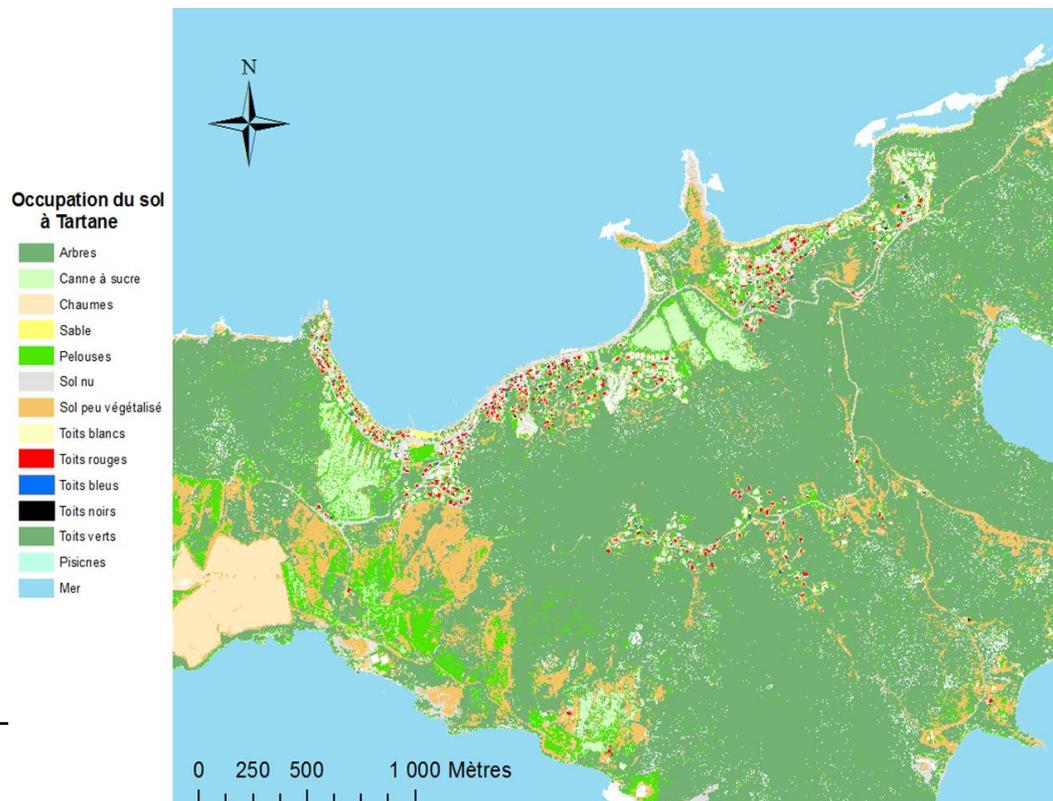
*Ajuster des modèles prédictifs afin d'élaborer des cartes de risque entomologique (détection des maisons avec/sans gîtes larvaires)*

## Méthodes

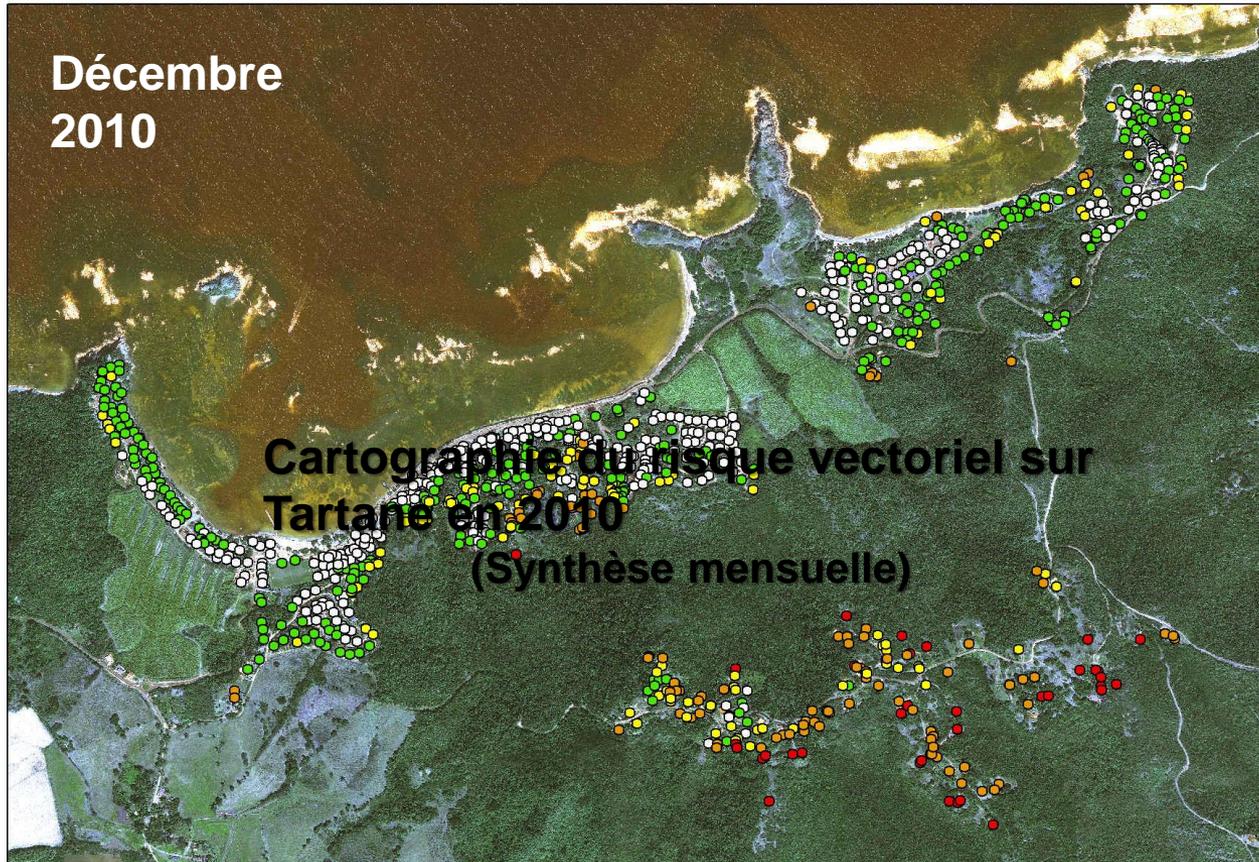
*Basé sur des associations statistiques, modélisation du risque entomologique, en s'appuyant sur des données entomologiques, météorologiques et de télédétection dérivées d'images satellites d'Observation de la Terre (image THR Geoeye à 0,5m)*

*Projet lancé en 2011 en collaboration avec le laboratoire d'Aérodologie de l'Observatoire de Midi-Pyrénées, l'ARS, le Conseil Général Martinique, Météo-France, et le CNES.  
Projet financé par Sanofi Pasteur*

Carte d'occupation du sol – Tartane - 2011



# Ex: Télé-épidémiologie pour la surveillance environnementale



Monthly number of days when houses were predicted as *Aedes* larvae-positive:

- 0 days
- 1 - 7 days
- 8 - 14 days
- 15 - 21 days
- 22 - 31 days



@GeoEye2011, Image Geoeye-1 du 13 mars 2011

0 0.25 0.5 1 Kilometers

# L'ambroisie

## Les ambrosies : un enjeu de santé publique

Ambroisie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.) :

- **plante annuelle** originaire d'Amérique du nord ;
- **fort potentiel d'envahissement** (surfaces agricoles, bords de routes, chantiers, bords de cours d'eau...)

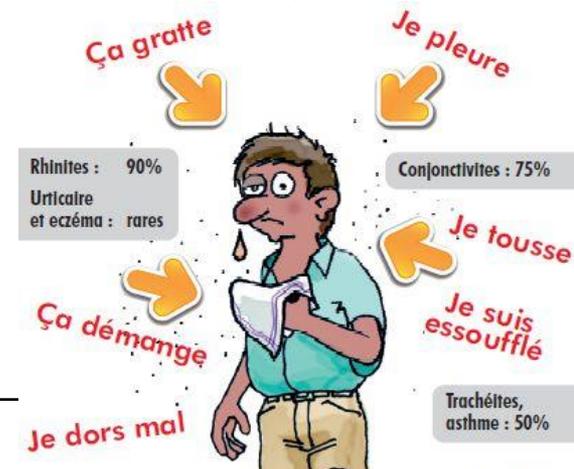


Crédit photo : Chr. Bohren ACW

- **1 pied d'ambroisie = 300 à 1 000 semences**  
➔ **300 à 1 000 nouveaux pieds**  
(survie des semences plusieurs années dans les sols) ;

- dissémination par divers vecteurs (pneus, rivière...)
- **pollen très allergisant** (rhinite, conjonctivite, trachéite...)

Dans 50% des cas, l'allergie à l'ambroisie peut entraîner l'apparition de l'**asthme** ou provoquer son aggravation.



# Détection des plantes envahissantes par télédétection : un cas d'étude, l'ambrosie en région Rhône-Alpes, France

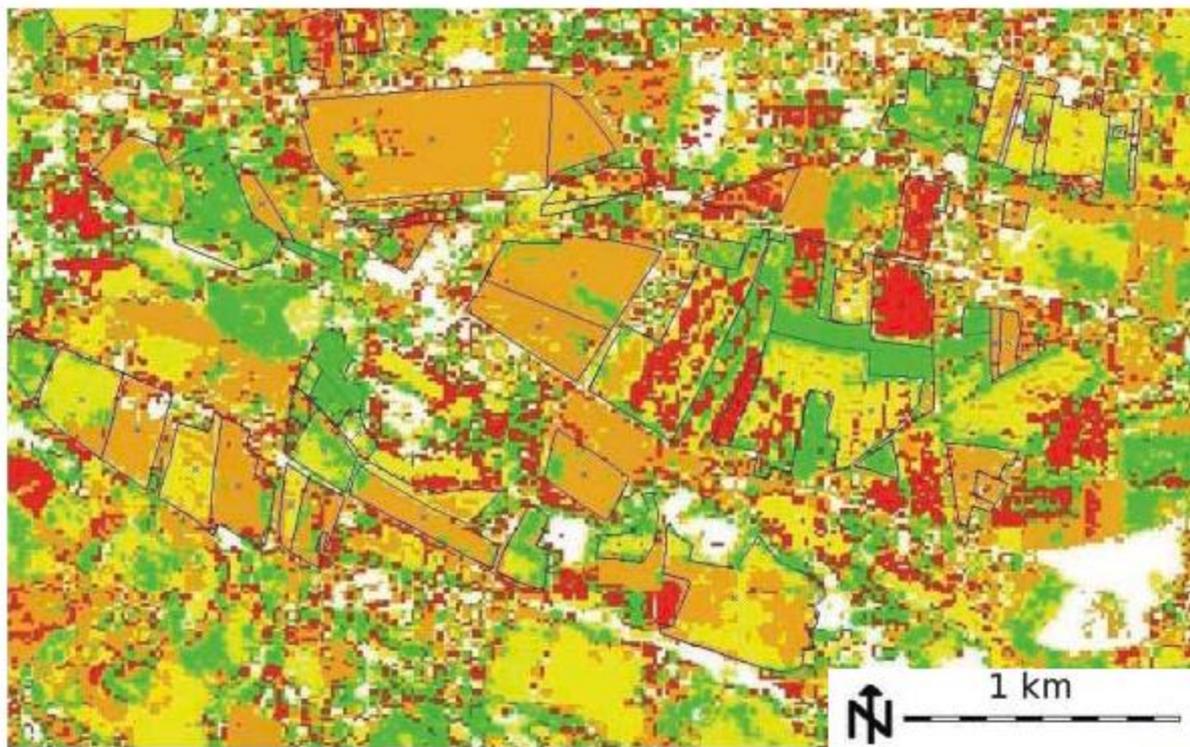
Article in International Journal of Remote Sensing - February 2008

DOI: 10.1080/01441180701385321

une image Spot 5 multispectrale de résolution géométrique 10 m pour les canaux vert, rouge et proche infra-rouge et 20 m pour le moyen infra-rouge est acquise le 16 août 2005.

L'ensemble de ces données est rassemblé dans le but de cartographier les zones infestées par l'ambrosie à partir d'une image satellitaire. La démarche retenue consiste à créer des classes par croisement de l'importance de l'infestation et du type de culture.

Au terme de quatre ans d'étude, la télédétection à l'échelle d'une commune des champs infestés par l'ambrosie apparaît comme une technique prometteuse.



Importance de  
l'infestation



aucune  
faible



moyenne  
élevée



non classé

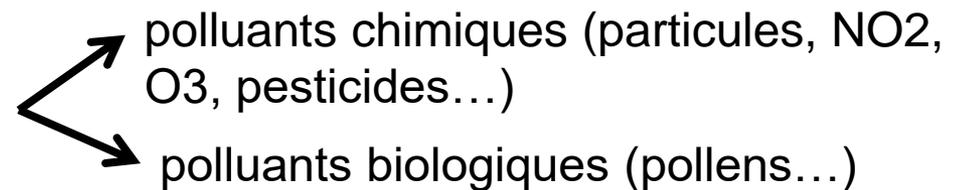
Pour l'Ambroisie et le DATURA, il existe, en 2022, des projets de télé-détections portés par ARS/FREDONS et développés par la société Télés spazio



# Suivi de la pollution de l'air



- **Evaluation de la pollution de l'air :**
  - ➔ évaluation des impacts sur la santé ;
  - ➔ recommandations pour l'aménagement ;
  - ➔ réduction des inégalités d'exposition.

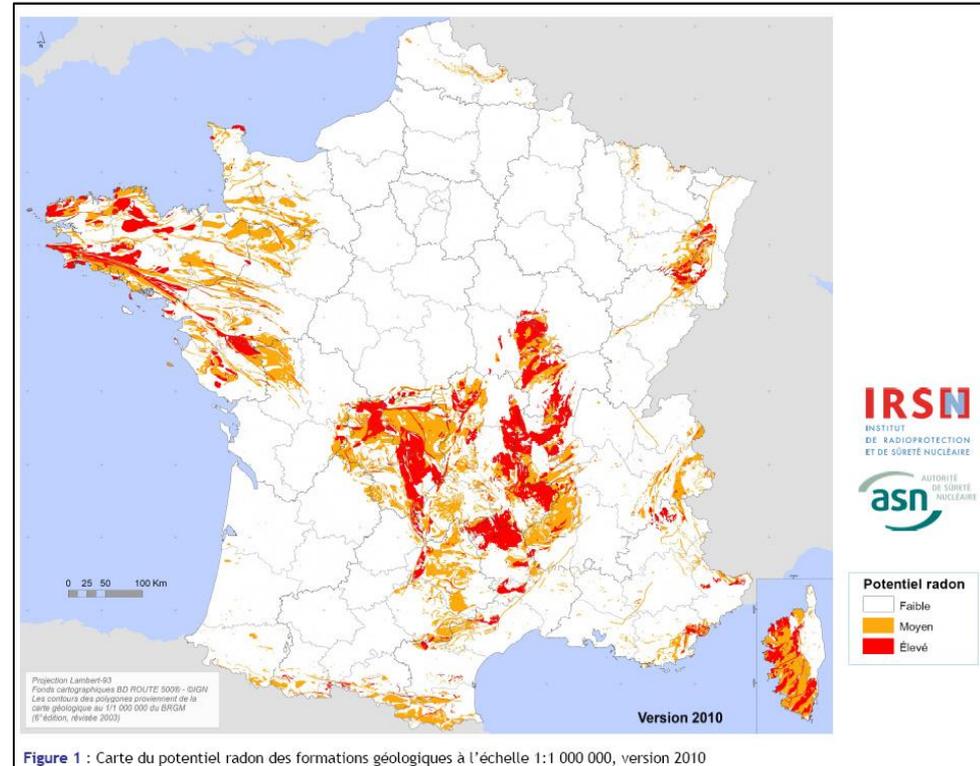


# Suivi de l'exposition au RADON

- **Exhalation de radon :**

➔ Amélioration des connaissances sur les expositions au radon : cartographie prochainement en vigueur s'appuyant sur le potentiel des formations géologiques à émettre du radon – sur la base des concentrations en uranium)

Mais des limites existent sur les zones à potentiel faible avec cofacteurs tels que les karsts (travaux en cours menés par l'IRSN)



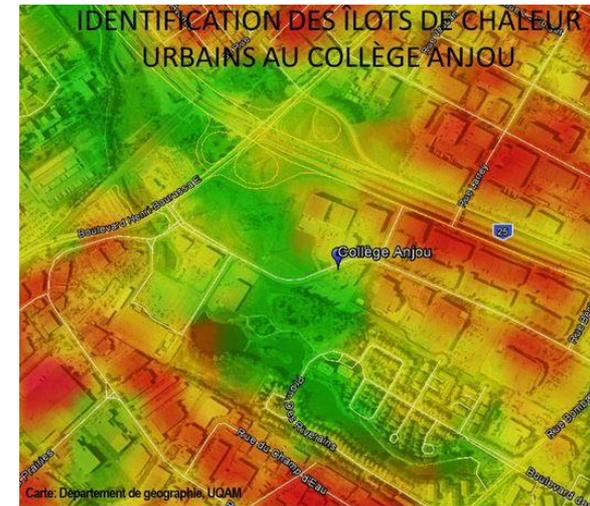
# Autres domaines de coopération identifiés

- **Identification des îlots de chaleur urbains :**

- ➔ recommandations pour l'aménagement / l'urbanisme.

- **Identification des pertes énergétique de l'habitat :**

- ➔ recommandations en termes d'habitat (choix Des matériaux, types d'isolation thermique...).



- **Caractérisation de l'ensoleillement :**

- ➔ estimation géolocalisée de l'indice UV ;

- ➔ faisabilité et opportunité d'une cartographie nationale du rayonnement solaire et de l'ensoleillement (croisement avec cartographies de certaines pathologies ou autres facteurs).

UV INDEX 1 2	UV INDEX 3 4 5 6 7	UV INDEX 8 9 10 11+
<b>NO PROTECTION REQUIRED</b>	<b>PROTECTION REQUIRED</b>	<b>EXTRA PROTECTION</b>
You can safely stay outside!	Seek shade during midday hours! Slip on a shirt, slon on sunscreen and slap on a hat!	Avoid being outside during midday hours! Make sure you seek shade! Shirt, sunscreen and hat are a must!

Etape 1 : Chercher l'indice UV d'aujourd'hui

Etape 2 : Vérifier quelle est la protection solaire recommandée.

0 à 2	Vous pouvez profiter des activités de plein air en toute sécurité !
3 à 7	Recherchez l'ombre au milieu de la journée ! Passez une chemise, appliquez de l'écran solaire et vissez-vous un chapeau sur la tête !
8	Évitez le plein air aux heures chaudes de la journée ! Recherchez l'ombre dans tous les cas ! La chemise, l'écran solaire et le chapeau sont obligatoires !



# 2018 → un accord spécifique

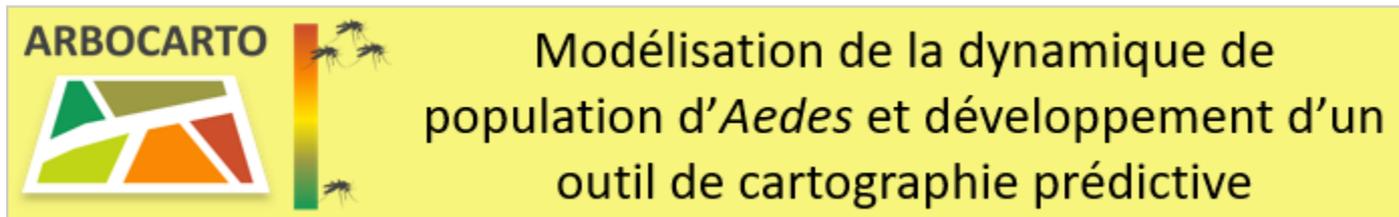
15 février 2018

## LE CNES ET LA DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ SIGNENT UN ACCORD DE COOPÉRATION SUR LE THÈME DE LA TÉLÉ-ÉPIDÉMIOLOGIE

Jean-Yves Le Gall, Président du CNES et Jérôme Salomon, Directeur général de la santé (DGS) ont signé jeudi 1er février 2018, un accord de coopération portant sur une étude de modélisation spatiale dynamique des populations de moustiques du genre *Aedes*, vecteurs de maladies infectieuses telles que la dengue. Cet accord s'inscrit dans le cadre de la convention-cadre CNES/DGS/SSA (Service de Santé des Armées) signée le 14 octobre 2016 et portant sur l'apport du spatial à la stratégie nationale d'e-santé 2020.

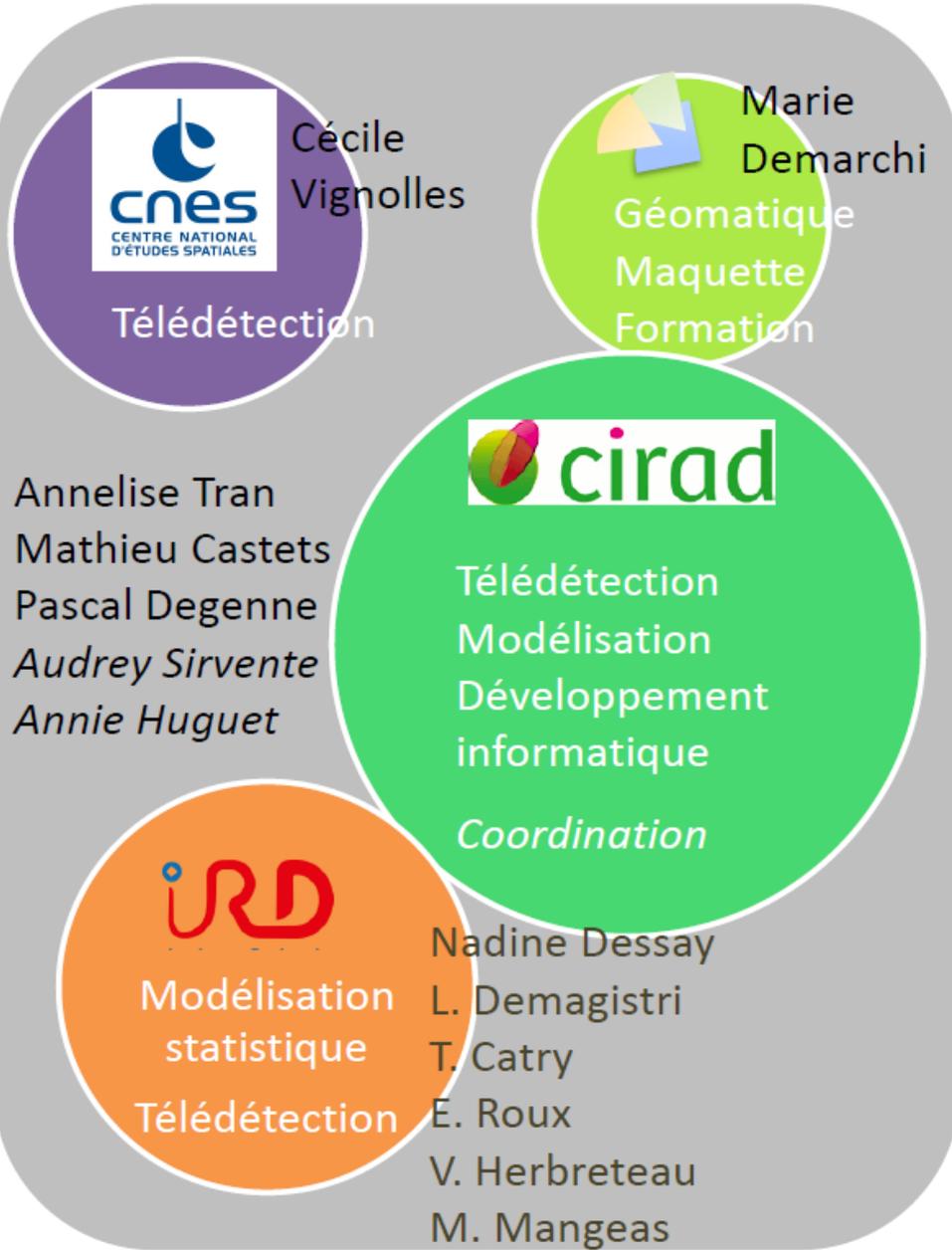
Communiqué de presse sur le site du CNES

# Cet accord de 2018 concerne le développement d'ARBOCARTO



- Projet initié par la Direction Générale de la Santé et le CNES
  
- Suite des travaux
  - Du Cirad et de Marie Demarchi dans le sud-est de la France (EID-Méditerranée) ;
  - du Cirad, de l'IRD et de Marie Demarchi à l'île de la Réunion (ARS Océan Indien)
  
- Projet financé par la DGS
  - Co-financements : Agence de Santé Auvergne Rhône Alpes, Agence de Santé Nouvelle Aquitaine
  
- Réalisation sur 1 an : 2018 – *Etape 1 Démonstrateur – Etude de faisabilité*

- ❑ Développer un démonstrateur de cartographie prédictive des densités de populations d'*Aedes albopictus*
  - échelle spatiale adaptée à l'organisation des actions de surveillance et de contrôle
  - données météorologiques et télédétection
  
- ❑ Déploiement du démonstrateur sur différents sites pilotes
  - Validation sur des zones climatiques variées
  - Transfert, formation des utilisateurs

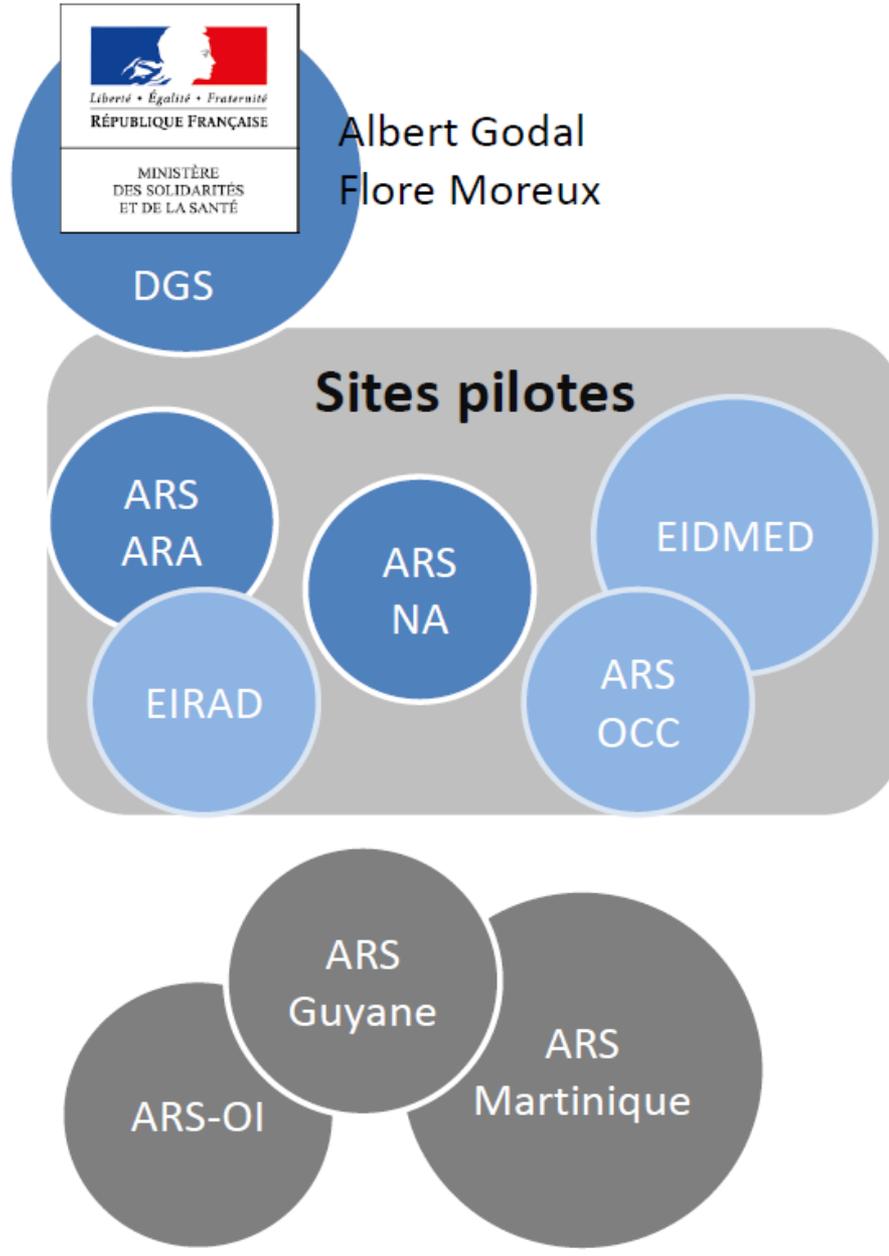


**Cnes**  
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES  
Télédétection  
Cécile Vignolles

**Géomatique**  
Maquette  
Formation  
Marie Demarchi

**cirad**  
Télédétection  
Modélisation  
Développement informatique  
Coordination  
Annelise Tran  
Mathieu Castets  
Pascal Degenne  
Audrey Sirvente  
Annie Huguet

**IRD**  
Modélisation statistique  
Télédétection  
Nadine Dessay  
L. Demagistri  
T. Catry  
E. Roux  
V. Herbreteau  
M. Mangeas



**DGS**  
Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ  
Albert Godal  
Flore Moreux

**Sites pilotes**

- ARS ARA
- ARS NA
- ARS OCC
- EIDMED
- EIRAD
- ARS-OI
- ARS Guyane
- ARS Martinique

Thèmes



Objectifs de  
développement durable



Date de labellisation

Mars 2020

Localisation

France

Pilotage

SCO France

Durée

12 mois

Partager sur



# ARBOCARTO-v2 France Métropolitaine

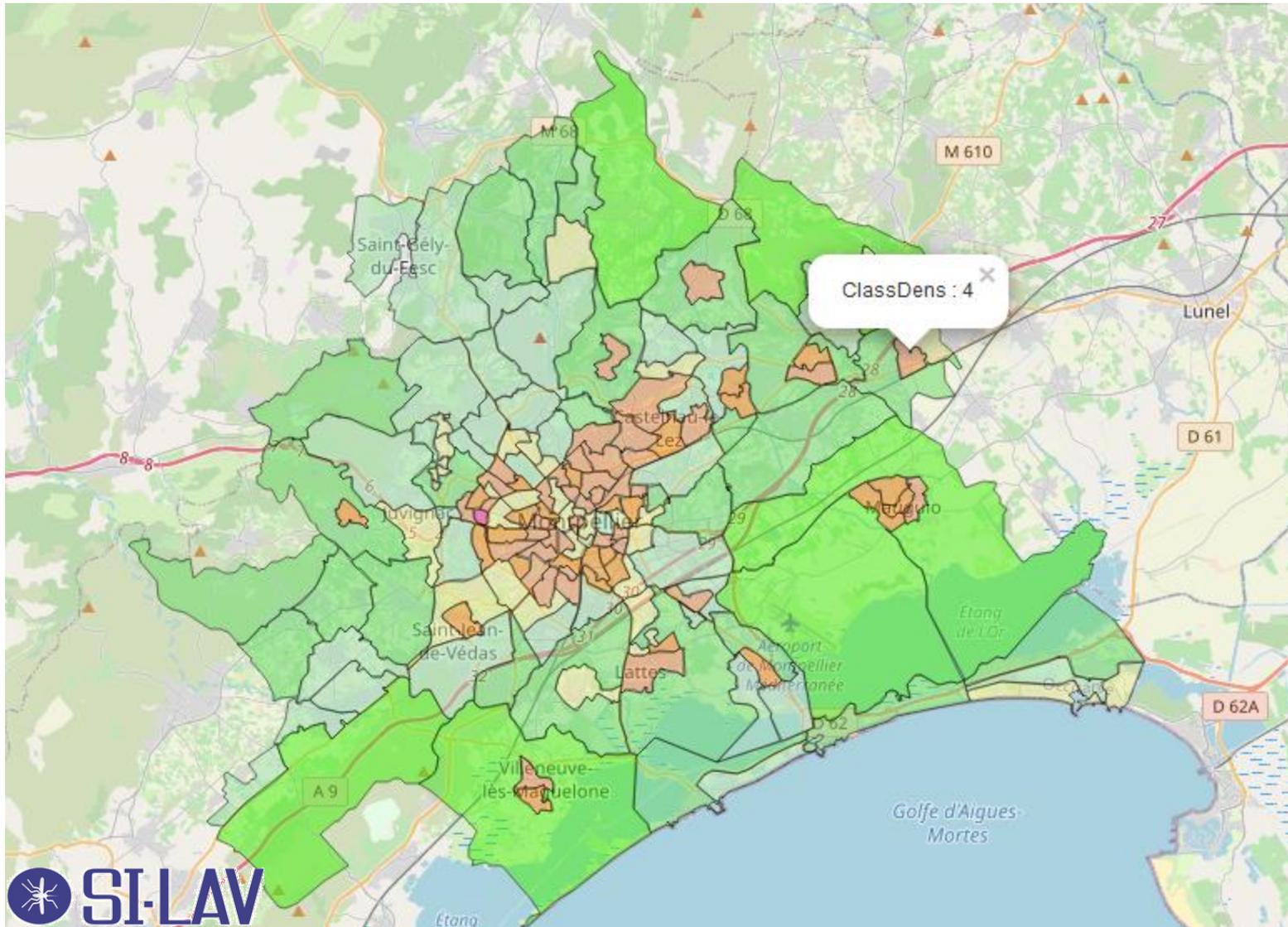
[en]



**ARBOCARTO V2 est une application destinée initialement aux acteurs de la santé, permettant de cibler les lieux où un risque d'abondance de moustiques, vecteurs d'arboviroses humaines, est très élevé, afin d'orienter les actions de mobilisation sociale de lutte anti vectorielle et d'ajuster les actions des équipes terrain aux quartiers à risque.**

**Outil de cartographie prédictive des densités de population des moustiques Aedes**

## PRÉSENTATION



# Développeurs, financeurs, acteurs, utilisateurs

