

L'apport de la Géomatique et de la Télé-épidémiologie à la Surveillance des Maladies Infectieuses

Symposium « Les nouvelles Approches de Surveillance des Maladies Infectieuses »

Montréal, Québec, le 22 mai 2014

Pascal Michel, DMV, MPVM, PhD

Directeur, Sciences des risques pour la santé publique, Agence de la santé publique du Canada



PROTÉGER LES CANADIENS CONTRE LES MALADIES



Agence de la santé
publique du Canada

Public Health
Agency of Canada

Canada

Déclaration de conflits d'intérêt réels ou potentiels

Conférencier: Pascal Michel



Je n'ai aucun conflit d'intérêt réel ou potentiel en lien avec le contenu de cette présentation

Plan de la présentation

1. Quelques défis en santé publique
2. Les technologies appliquées à la santé publique
3. Les satellites et la santé
4. La géomatique
5. La télé-épidémiologie
6. Illustrations en recherche
7. Perspectives internationales
8. Conclusion et références

1. Quelques défis pour la santé publique au Canada

Quelques défis pour la santé publique au Canada

1. Très large territoire
2. Régions éloignées
3. Petites communautés
4. Accès à des professionnels
5. Une population et un environnement en changement
6. Données sur les populations non-disponibles ou inexactes.



Quelques défis pour la santé publique au Canada



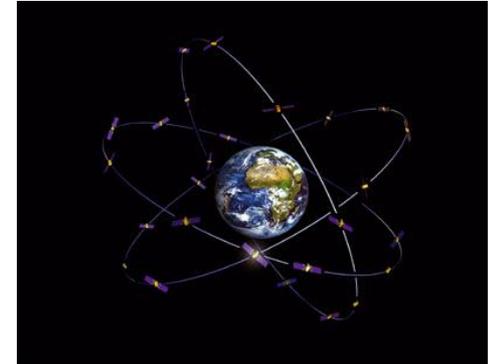
Besoins d'approches plus holistiques des enjeux complexes en santé publique

2. Technologies courantes en santé publique

Les technologies satellitaires

Trois grands types utiles à la santé:

1. Satellite de positionnement
2. Satellite de communication
3. Satellite pour l'observation de la terre



Les satellites de positionnement

Les fameux GPS

1. Très haute précision
2. Couverture globale
3. Bien acceptés par le public
4. Déployés en constellation
5. Fonctionnent dans toutes les conditions météo





INNOVATION

APRIL 16, 2014

How GPS Is Being Used to Fight the Asthma Epidemic

Les satellites de communication



Le cœur de la télésanté

1. Pas de réseau terrestre nécessaire
2. Utiles lors d'urgences majeures
3. Liens à internet
4. Nécessaires en régions éloignées



Le SpiroSmart



Des chercheurs de l'Université de Washington viennent de développer une application baptisée « SpiroSmart » qui, en s'appuyant uniquement sur le microphone de l'iPhone, parvient à détecter des maladies respiratoires comme la bronchite ou la mucoviscidose.

Une fois l'application installée, l'utilisateur n'a plus qu'à souffler en direction du microphone. Ces signaux sonores sont alors transmis et analysés grâce à un algorithme spécifique qui calcule le flux respiratoire réel (volume et débit d'air inspiré et expiré). Il est ainsi possible de

détecter avec précision d'éventuels problèmes respiratoires, tels que l'asthme, la fibrose kystique ou la bronchite chronique.

Quel est le nom de ce satellite?



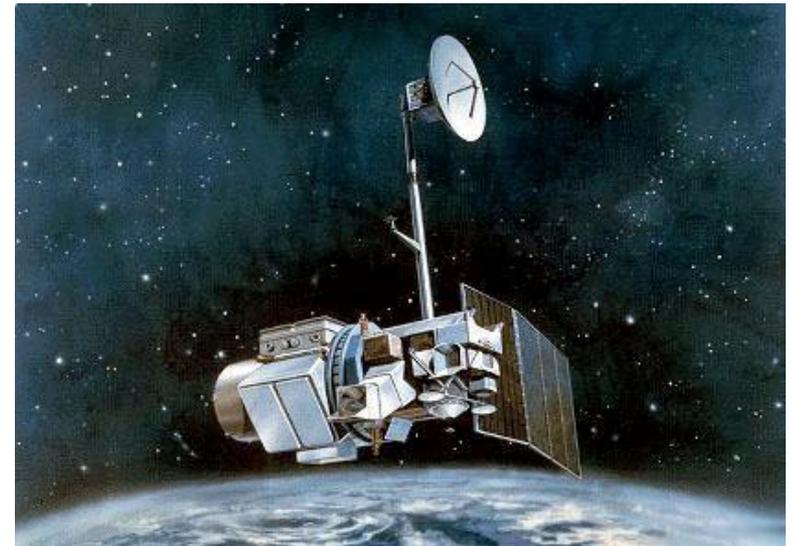
1. Sputnik
2. Anik
3. Sinopé
4. Vieux bidon

3. Les satellites pour l'observation de la terre (télédétection)

Les satellites pour l'observation de la terre

Un œil sur la terre

1. Données précises, constantes
2. Besoins opérationnels et scientifiques
3. Monitoring de l'atmosphère, des océans et des surfaces terrestres
4. Mesure les changements environnementaux et humains



L'observation de la terre – comment cela fonctionne?

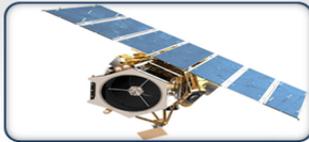


Téledétection – quelques capteurs



WorldView-2

- Panchromatic: 0.46 meters GSD at nadir; Multispectral: 1.84 meters GSD at nadir
- Coastal: 400 - 450 nm; Red: 630 - 690 nm; Blue: 450 - 510 nm; Red Edge: 705 - 745 nm; Green: 510 - 580 nm; Near-IR1: 770 - 895 nm; Yellow: 585 - 625 nm; Near-IR2: 860 - 1040 nm
- Revisit Frequency : 1.1 days



GeoEye-1

- Panchromatic: 0.41 meter at nadir; Multispectral: 1.65 meters at nadir
- Blue: 450-520 nm; Green: 520-600 nm; Red: 625-695 nm; Near IR: 760-900 nm
- Revisit Frequency : Less than 3 days



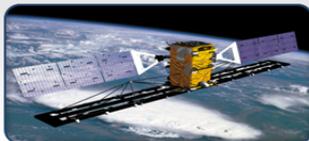
SPOT-5

- Panchromatic: 5 meter at nadir; Multispectral: 10 meters at nadir; SWI: 20 m
- Green: 500-590 nm; Red: 610-680 nm; Near IR: 780-890 nm; Shortwave IR: 1,580-1,750 nm
- Revisit Frequency : 2-3 days



Landsat 5

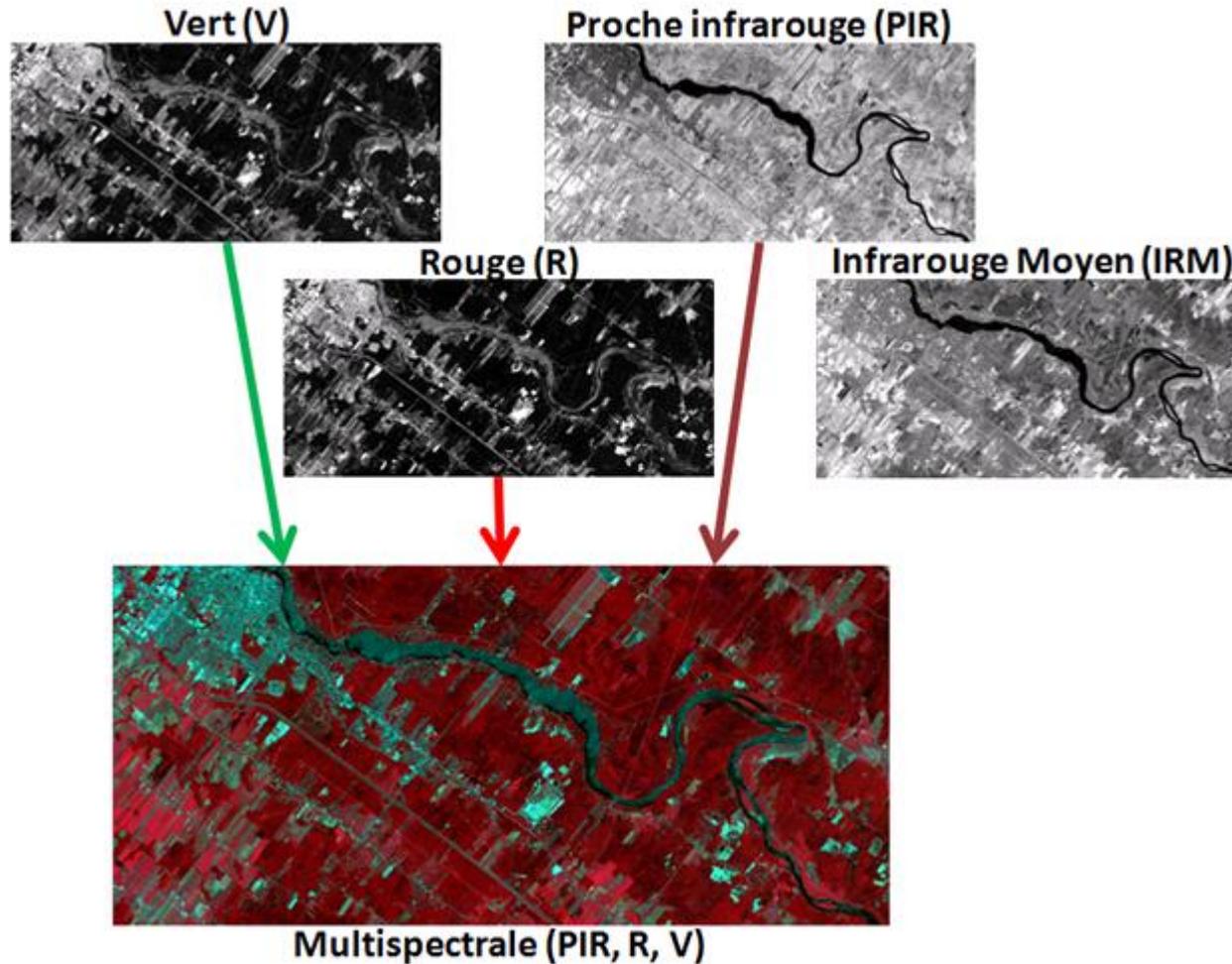
- Ground Sampling Interval (pixel size): 30 m reflective, 120 m thermal
- Visible (0.45 - 0.52 μm); Visible (0.52 - 0.60 μm); Visible (0.63 - 0.69 μm); Near-Infrared (0.76 - 0.90 μm); Near-Infrared (1.55 - 1.75 μm); Thermal (10.40 - 12.50 μm); Mid-Infrared (2.08 - 2.35 μm)
- Revisit Frequency : 16 days



RADARSAT-2

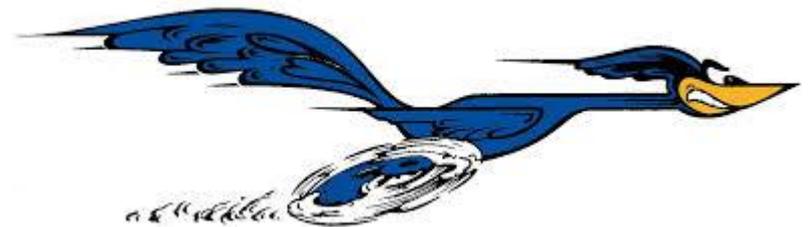
- Ultra-Fine Beam 3 metre resolution
- Multi-Polarization (HH, HV, VH & VV)
- C-Band, S-Band, X-Band

L'observation de la terre – comment cela fonctionne?



Certains satellites se déplacent aussi vite que...

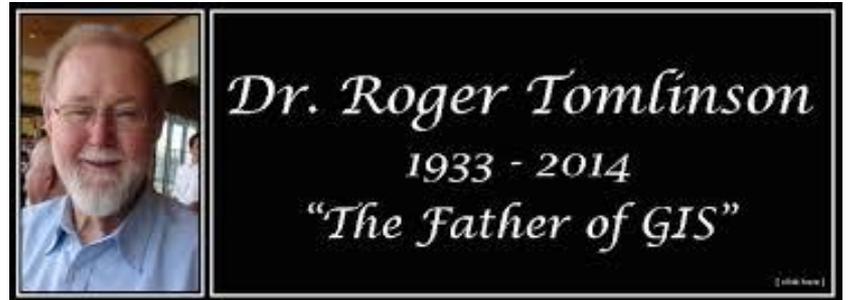
1. Une voiture F1
2. Un jet de l'armée (SR-71 Blackbird)
3. Un balle de fusil calibre .22
4. Le *Road Runner*



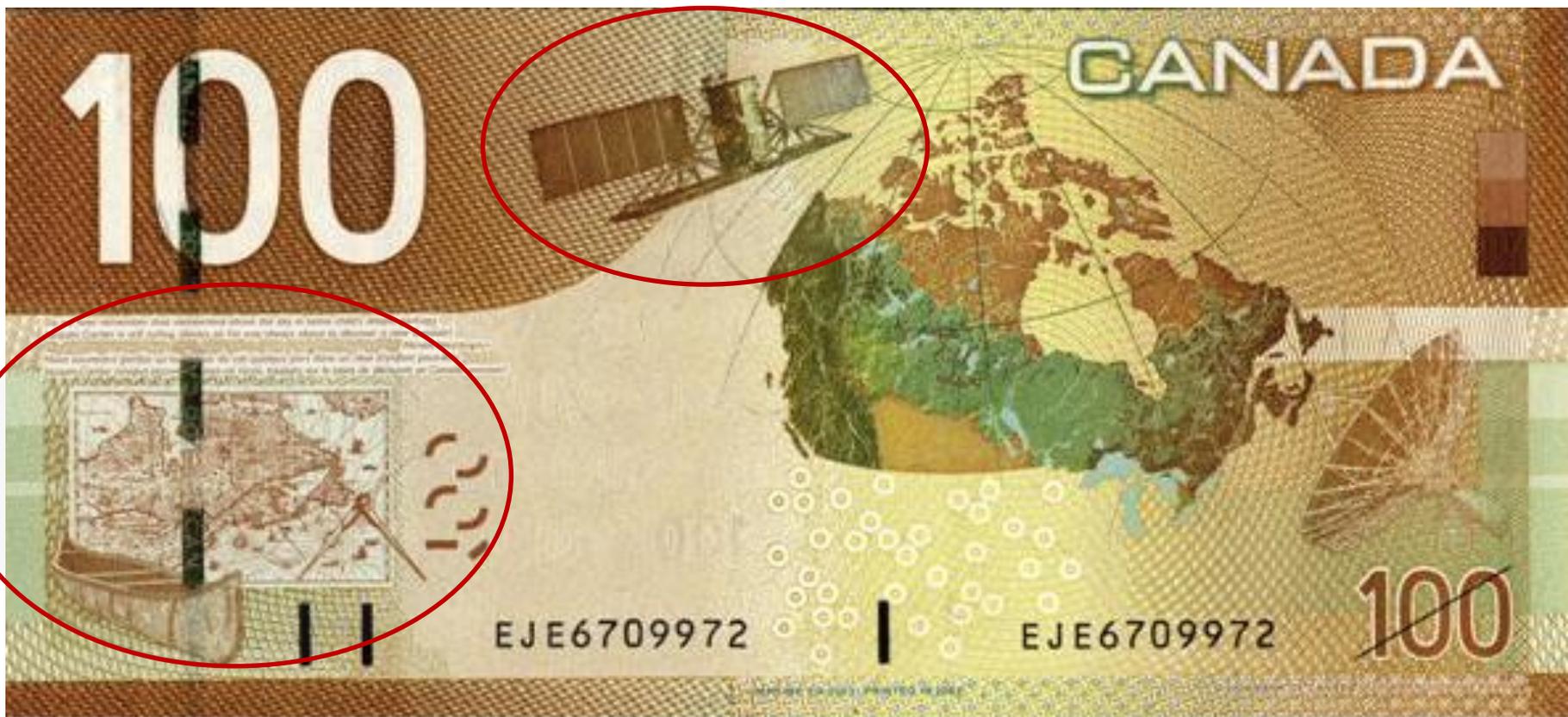
4. La géomatique

La géomatique

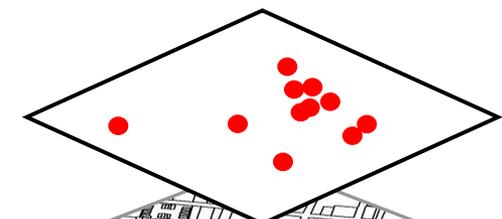
- Un champ d'activités qui a pour but d'intégrer les moyens d'acquisition et de gestion des données à référence spatiale en vue d'aboutir à une information d'aide à la décision
- Géographie + informatique = géomatique (1968, Bernard Dubuisson)
- Le système d'information géographique (SIG) est l'outil principal de la géomatique (1965)



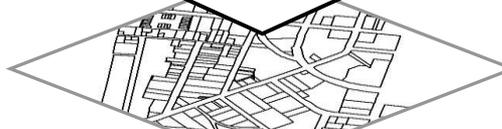
La géomatique



Les SIG



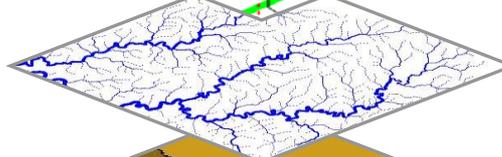
Évènement (ex. *Écllosion de E. Coli*)



Bâtiments et structures



Réseaux des rues et égouts



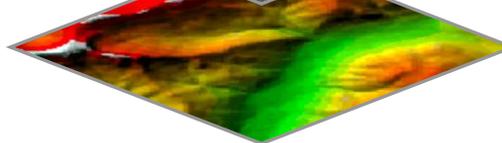
Hydrographie



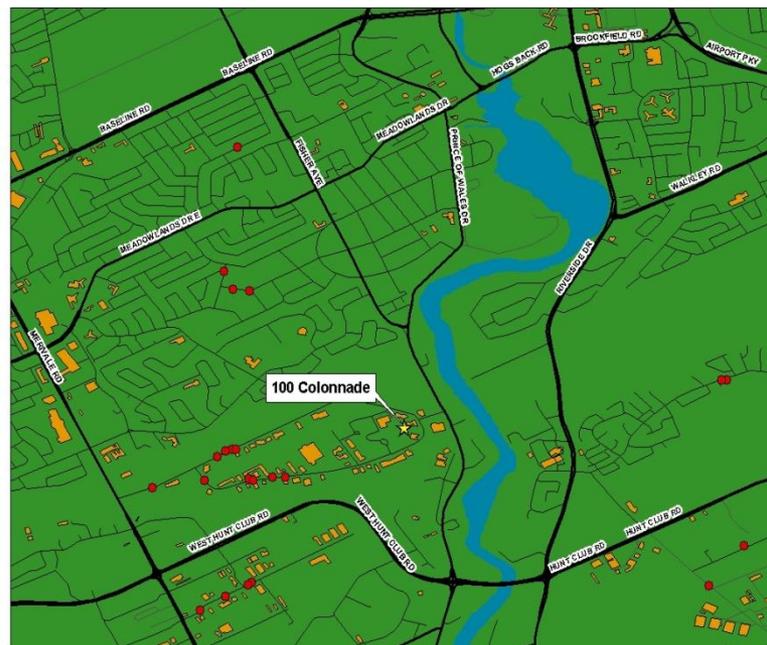
Frontières administratives



Satellites



Topologie, Élévation



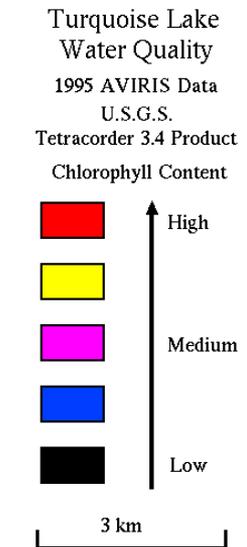
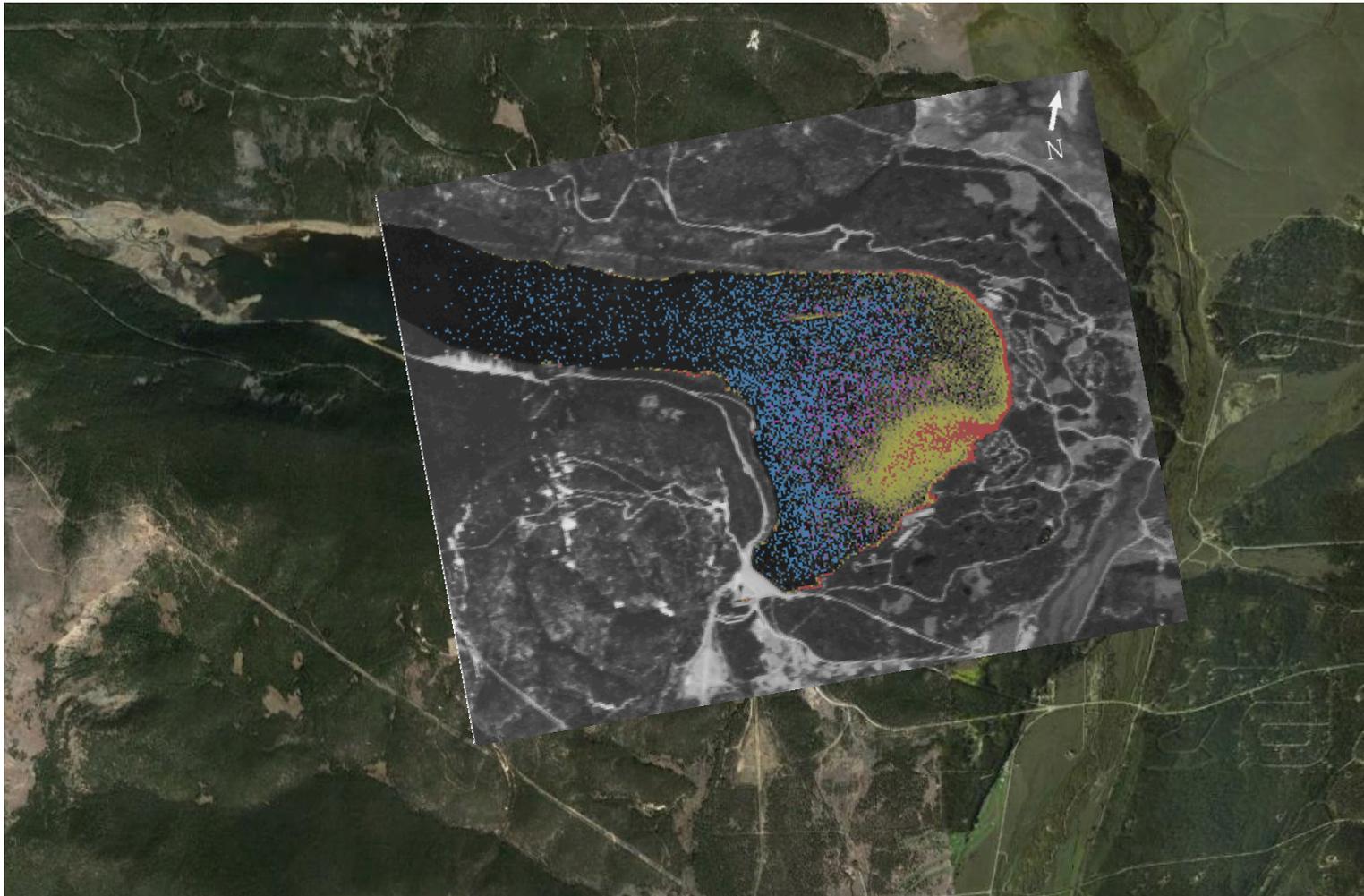
5. Télé-épidémiologie

La télé-épidémiologie - idée générale

On ne voit pas les microbes à partir de l'espace, mais nous pouvons faire ...

1. Des mesures précises (simples ou en combinaison) de paramètres physiques servant de proxy à la présence de dangers (turbidité de l'eau, NDVI, température de surface). Ceci donne une signature, tout comme une empreinte digitale.
2. Reconnaissance d'objets et de caractéristiques du territoire. Ceci nous permettant de connaître les activités humaines, l'utilisation du territoire et la couverture environnementale.

Reconnaissance d'objets et de phénomènes invisibles



6. Télé-épidémiologie & géomatique – illustrations

Les mesures d'urgence



North of Sendai, Japan

La surveillance à l'échelle mondiale



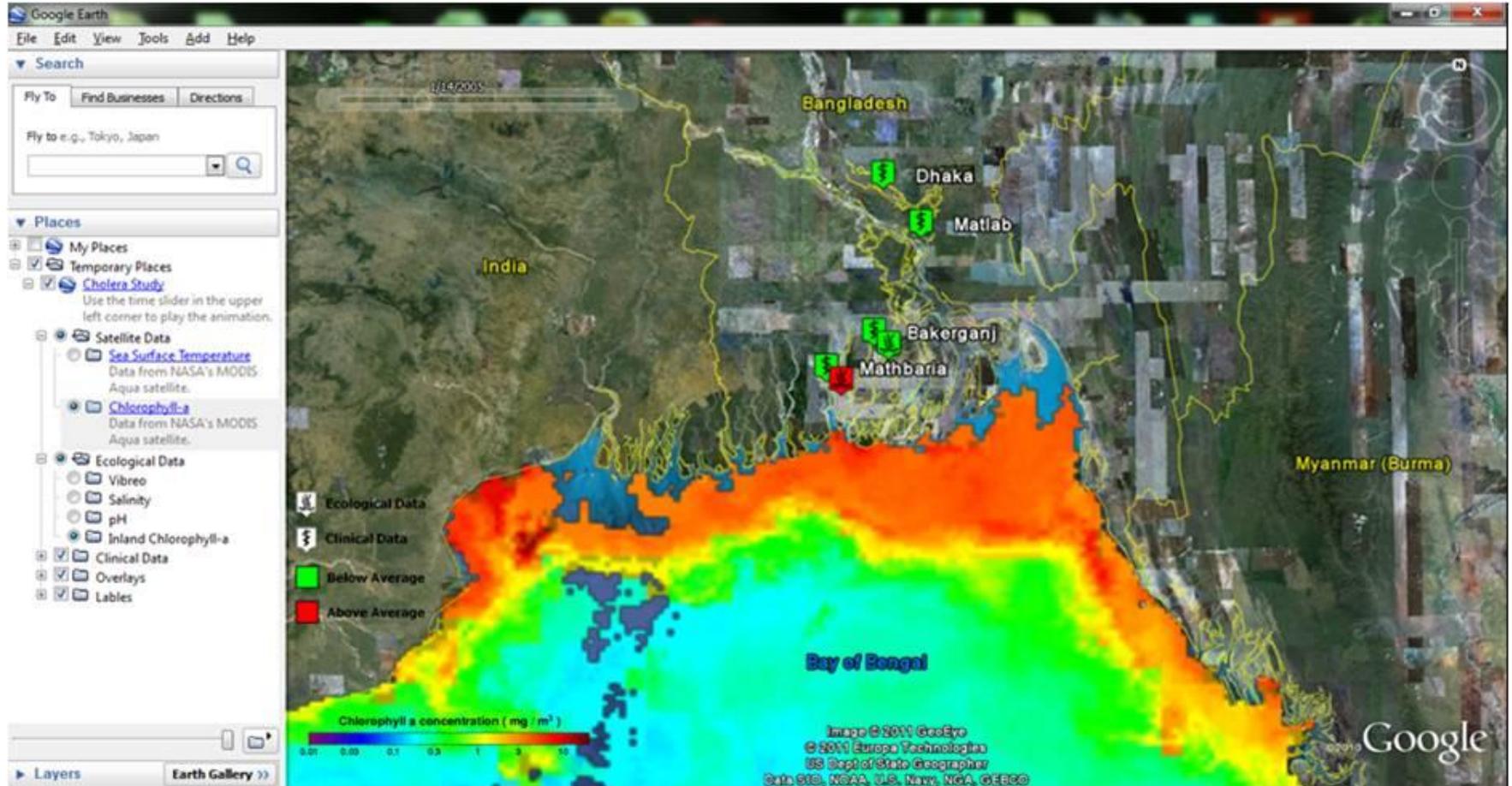
Le trafic aérien constitue un mode de transmission des maladies infectieuses

<http://www.biodiaspora.com/>

Investigation d'écllosion – Walkerton, Ontario



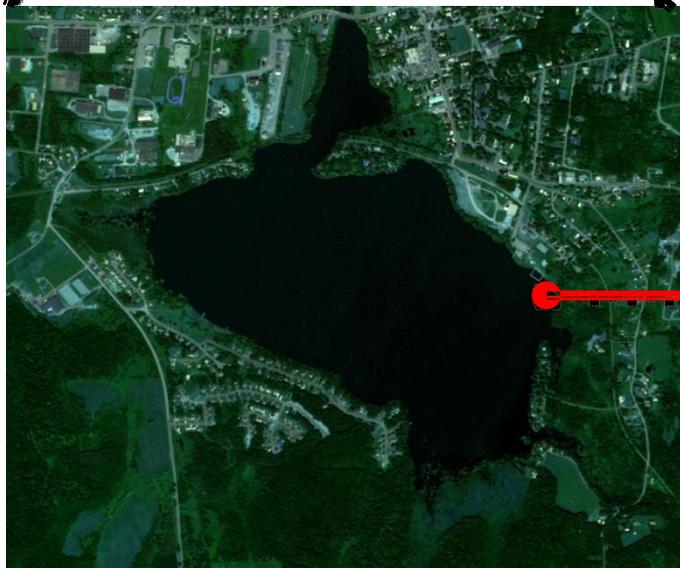
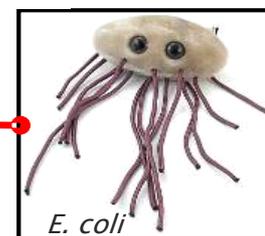
Prévoir le choléra au Bangladesh



Source : NASA GSFC OceanColor. 2011

ÉVALUATION DES RISQUES DE CONTAMINATION MICROBIENNE DES EAUX RÉCRÉATIVES AU CANADA À L'AIDE D'IMAGES SATELLITES :

PROJET PILOTE SUR DES PLAGES PUBLIQUES
DU QUÉBEC MÉRIDIONAL



Assessing and monitoring agroenvironmental determinants of recreational freshwater quality using remote sensing

Patricia Turgeon, Pascal Michel, Patrick Levallois, André Ravel, Marie Archambault, Martin-Pierre Lavigne, Serge Olivier Kotchi and Stéphanie Brazeau

ABSTRACT

Diverse fecal and nonfecal bacterial contamination and nutrient sources (e.g. agriculture, human activities and wildlife) represent a considerable non-point source load entering natural recreational waters which may adversely affect water quality. Monitoring of natural recreational water microbial quality is most often based mainly on testing a set of microbiological indicators. The cost and labour involved in testing numerous water samples may be significant when a large number of sites must be monitored repetitively over time. In addition to water testing, ongoing monitoring of key

Patricia Turgeon (corresponding author)

Pascal Michel

André Ravel

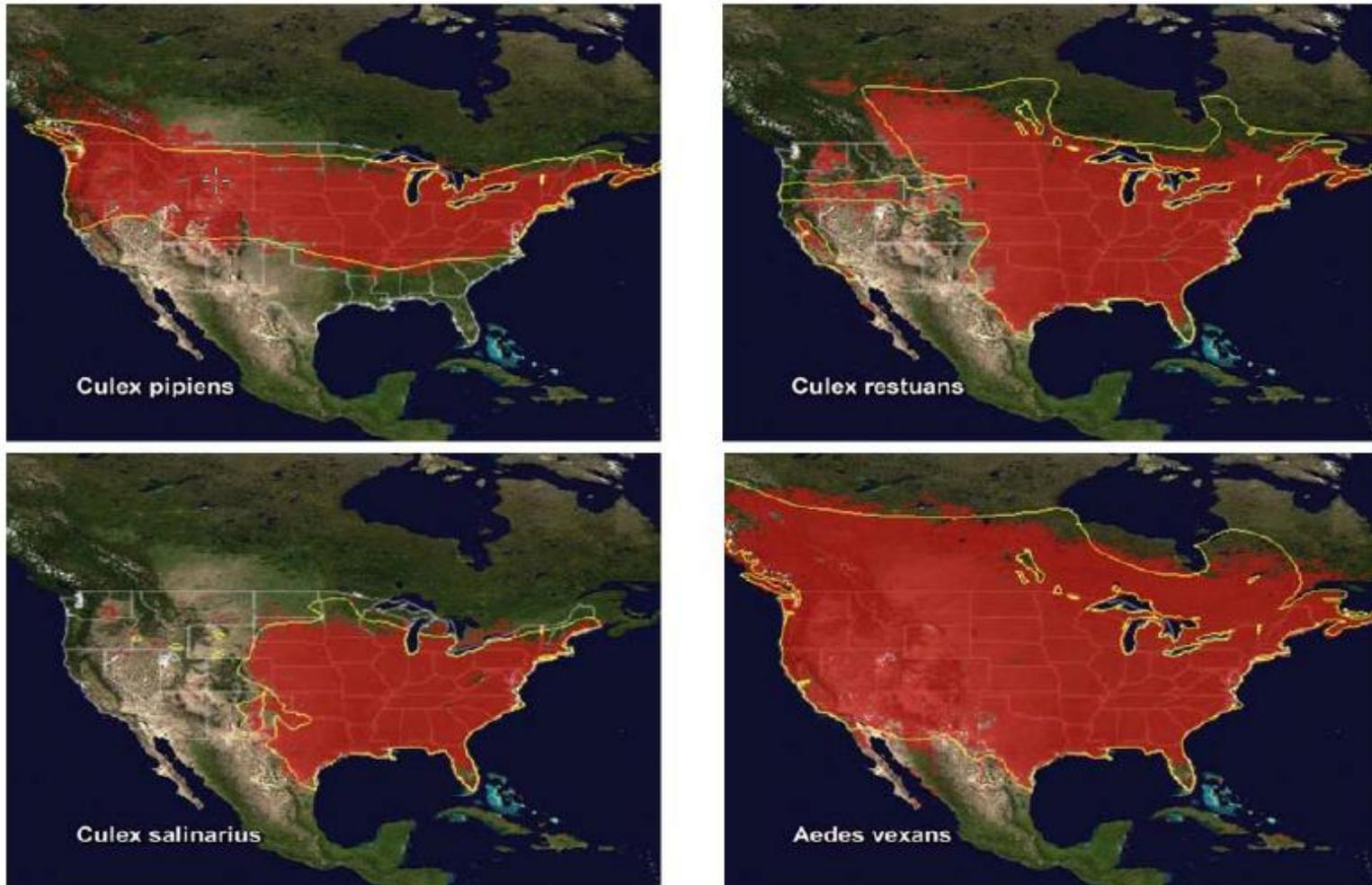
Marie Archambault

Martin-Pierre Lavigne

Serge Olivier Kotchi

Stéphanie Brazeau

Groupe de recherche en épidémiologie des zoonoses et santé publique, Faculté de médecine vétérinaire,



doi:10.1371/journal.ppat.0030116.g002

Figure 2. Maps Showing the Potential Distribution of Four Species of Mosquitoes in the United States

Distribution predicted using satellite derived environmental data is in red, and recorded distribution is outlined in yellow. Image courtesy: TALA Research Group—University of Oxford.

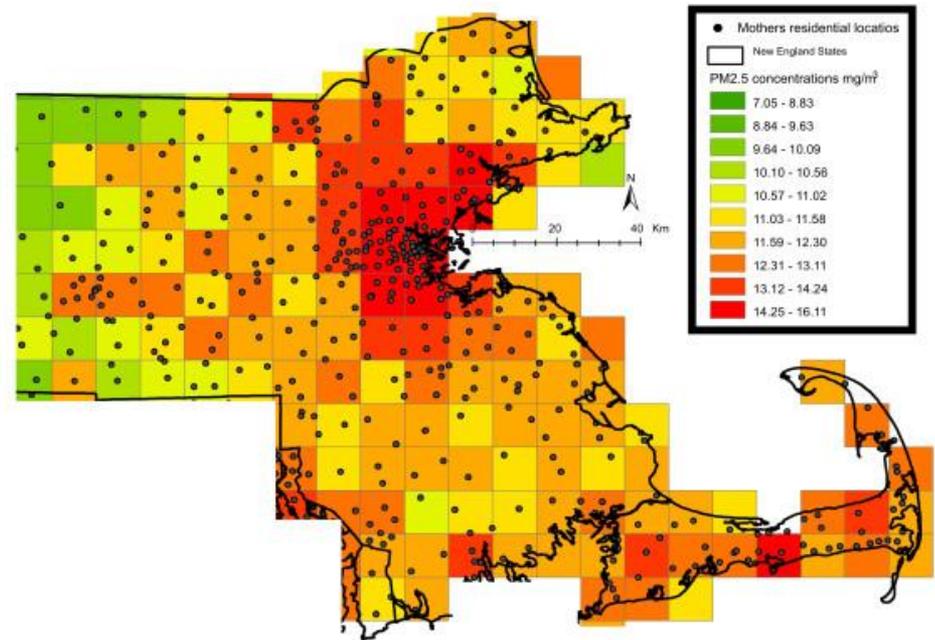
RESEARCH

Open Access

Using new satellite based exposure methods to study the association between pregnancy pm_{2.5} exposure, premature birth and birth weight in Massachusetts

Itai Kloog^{1*}, Steven J Melly¹, William L Ridgway², Brent A Coull³ and Joel Schwartz¹

→ *L'exposition à des particules PM_{2.5} durant les derniers mois de la grossesse contribue au risque de naissances de faible poids ou d'enfants prématurés.*



Research reports

Ecological and geographic characteristics predict nutritional status of communities: rapid assessment for poor villages

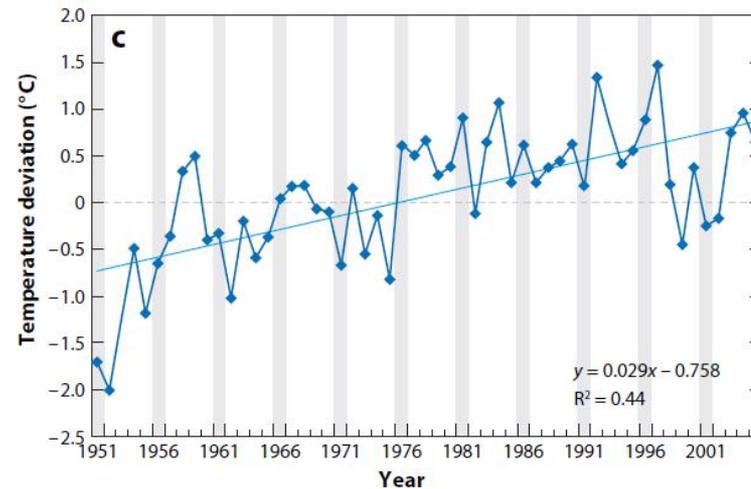
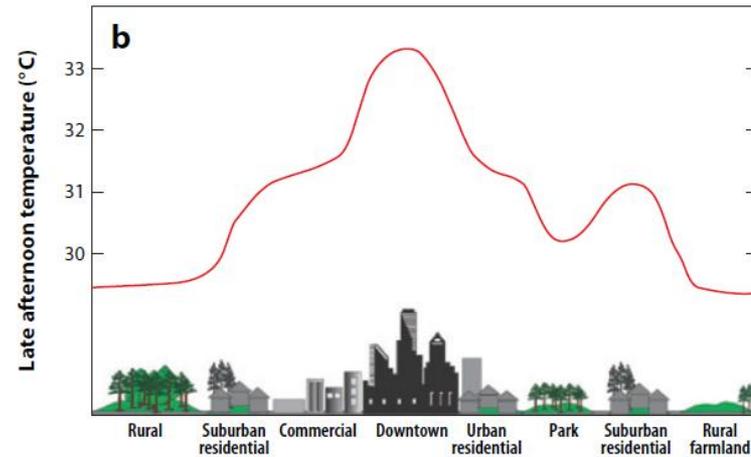
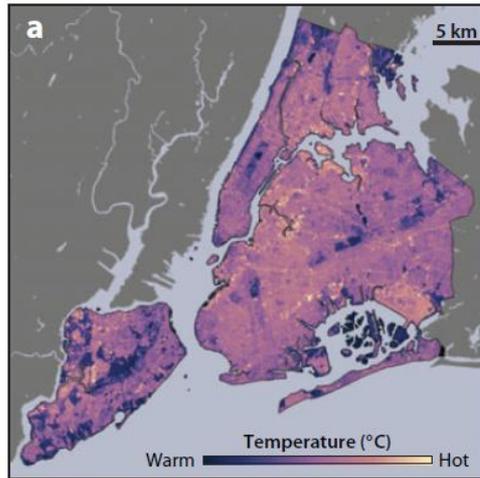
AGUSTIN KUSUMAYATI^{1,2} AND RAINER GROSS^{2,3}

¹Faculty of Public Health, University of Indonesia, Jakarta, Indonesia, ²SEAMEO-TROPMED Regional Center for Community Nutrition, University of Indonesia, Jakarta, Indonesia, and ³Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, Germany



L'objectif de ce travail était d'étudier l'hypothèse que les caractéristiques écologiques et géographiques évaluées par télédétection (climat, type de sol, surface agricole, altitude, distance à un marché...) sont suffisantes pour prédire le statut nutritionnel de la population vivant dans des communautés rurales.

Changements climatiques et îlot de chaleur



7. Perspectives internationales

Advenant qu'une civilisation extra-terrestre contacte la terre, qui serait notre représentant?

1. Le président des USA
2. Sigourney Weaver (Alien)
3. Steven Spielberg (ET)
4. Mazlan Othman, astrophysicienne



Nations Unies

A/AC.105/C.1/L.305



Assemblée générale

Distr. limitée
11 janvier 2011
Français
Original: anglais

Rapport final de l'Équipe sur la santé publique: application des techniques spatiales à l'amélioration de la santé publique

**Comité des utilisations pacifiques
de l'espace extra-atmosphérique**
Sous-Comité scientifique et technique
Quarante-huitième session
Vienne, 7-18 février 2011
Point 5 de l'ordre du jour provisoire*
Application des recommandations
de la troisième Conférence des Nations Unies
sur l'exploration et les utilisations pacifiques
de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE III)



OOSA



- UN/India/ESA Regional Workshop on Using Space Technology for Tele-Epidemiology to Benefit Asia and the Pacific Region (October 2008, Lucknow, India).
- Workshop on Applications of Tele-health to Service Delivery in Public Health and Environment (July 2009, Thimphu, the Kingdom of Bhutan).
- UN Symposium on Space Technology Contribution to Infection Surveillance and to the Health-related MDG Goals (September 2009, Verona, Italy).
- UN/Canada/ESA Workshop on Tele-epidemiology Contribution to Public Health Actions in the Context of Climate Change Adaptation (June 2011, Montreal, Canada).
- UN/Islamic Republic of Iran Regional Workshop on the Use of Space Technology for Human Health Improvement (October 2011, Tehran, Iran).
- International Expert Meeting on "Improving Public Health through Space Technology Applications: An Open Community Approach (OCA)" (July 2012, Bonn, Germany).



D'accroître substantiellement la disponibilité, l'utilisation et l'application d'informations environnementales pour la prise de décision en santé publique dans des domaines de santé tels que les allergènes, les toxines, les maladies infectieuses, les toxi-infections alimentaires et les maladies chroniques, avec une attention particulière de l'impact des changements climatiques et des écosystèmes.

INFORMATION FOR SOCIETAL BENEFITS

-  Agriculture ▶
-  Biodiversity ▶
-  Climate ▶
-  Disasters ▶
-  Ecosystems ▶
-  Energy ▶
-  Health ▶
-  Water ▶
-  Weather ▶



1. Adaptation au changement climatique : Applications en observation de la Terre au profit de la santé publique

Il est de plus en plus évident que notre climat subit des changements et que ces changements ont des répercussions sur la santé et le bien-être des habitants de tous les pays, y compris du Canada. En collaboration étroite avec l'Agence de la santé publique du Canada (Division des populations et de l'environnement), l'Agence spatiale européenne (ESA), le Groupe de Recherche en Épidémiologie des Zoonoses et Santé Publique (GREZOSP) de l'Université de Montréal, l'Institut National de la Santé Publique du Québec et le United Nations Office for Outer Space Affairs, la division des Applications et Utilisations en Observation de la Terre (AUOT) de l'Agence spatiale canadienne (ASC) ont participé à l'atelier « Space technology for public health actions in the context of climate change adaptation », qui a eu lieu du 19 au 21 juin, à Montréal, au Canada. L'atelier a eu lieu dans le cadre de la Conférence 2011 de l'Association canadienne de santé publique. Plus de quarante participants provenant de douze pays ont participé à cinq sessions techniques et stratégiques. Vingt-six conférenciers ont présentés sur les applications de la télé-épidémiologie et de la télé-santé pour améliorer la santé publique. La Division des Applications et Utilisations en Observation de la Terre (AUOT) de l'ASC a fait une présentation intitulée « Tracking public health from space in the context of climate change: Earth Observation applications for disasters, preparedness, response and environmental monitoring ». De nombreux organismes gouvernementaux et académiques ont participé au succès de cet atelier. Pour en savoir plus au sujet de l'atelier et de ces résultats, communiquez avec : ✉ pascal.michel@phac-aspc.gc.ca et ✉ guy.aube@asc-csa.gc.ca ou consultez www.medvet.umontreal.ca/grezosp/tele-epi2011.htm.

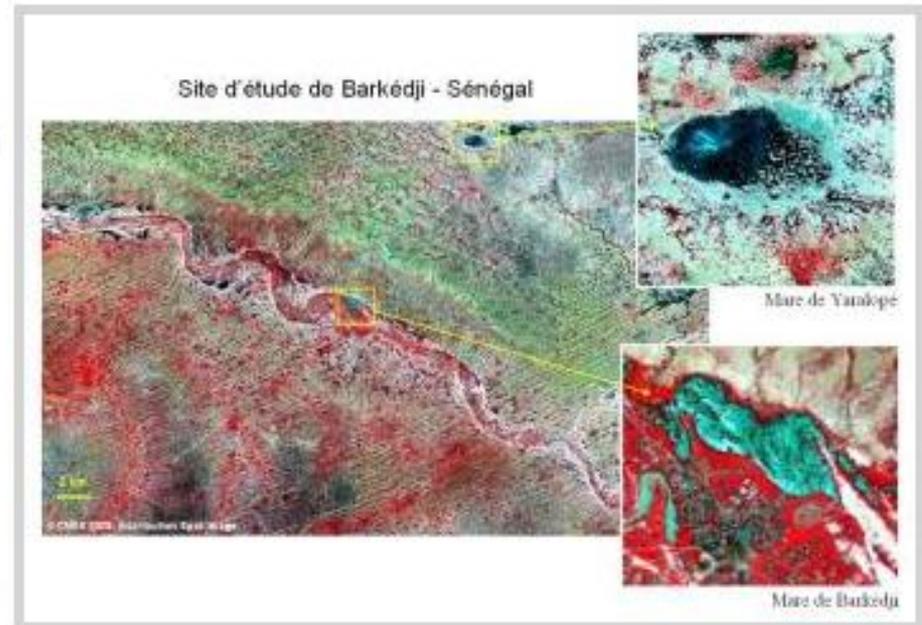


La télé-épidémiologie

Dans le domaine du suivi des épidémies, le croisement de données d'observation de l'environnement par satellites (ou télédétection) avec des données sanitaires recueillies au sol a permis d'établir des modèles de prédiction des risques d'épidémies.

Les domaines d'applications sont variés :

- Surveillance électronique et alerte
- Etude des relations environnement/santé
- Gestion de crises
 - Alerte précoce et gestion d'épidémies
 - Catastrophes naturelles ou industrielles
- Bio terrorisme



Crédit : Cnes

Amélioration des capacités en santé publique et technologies spatiales

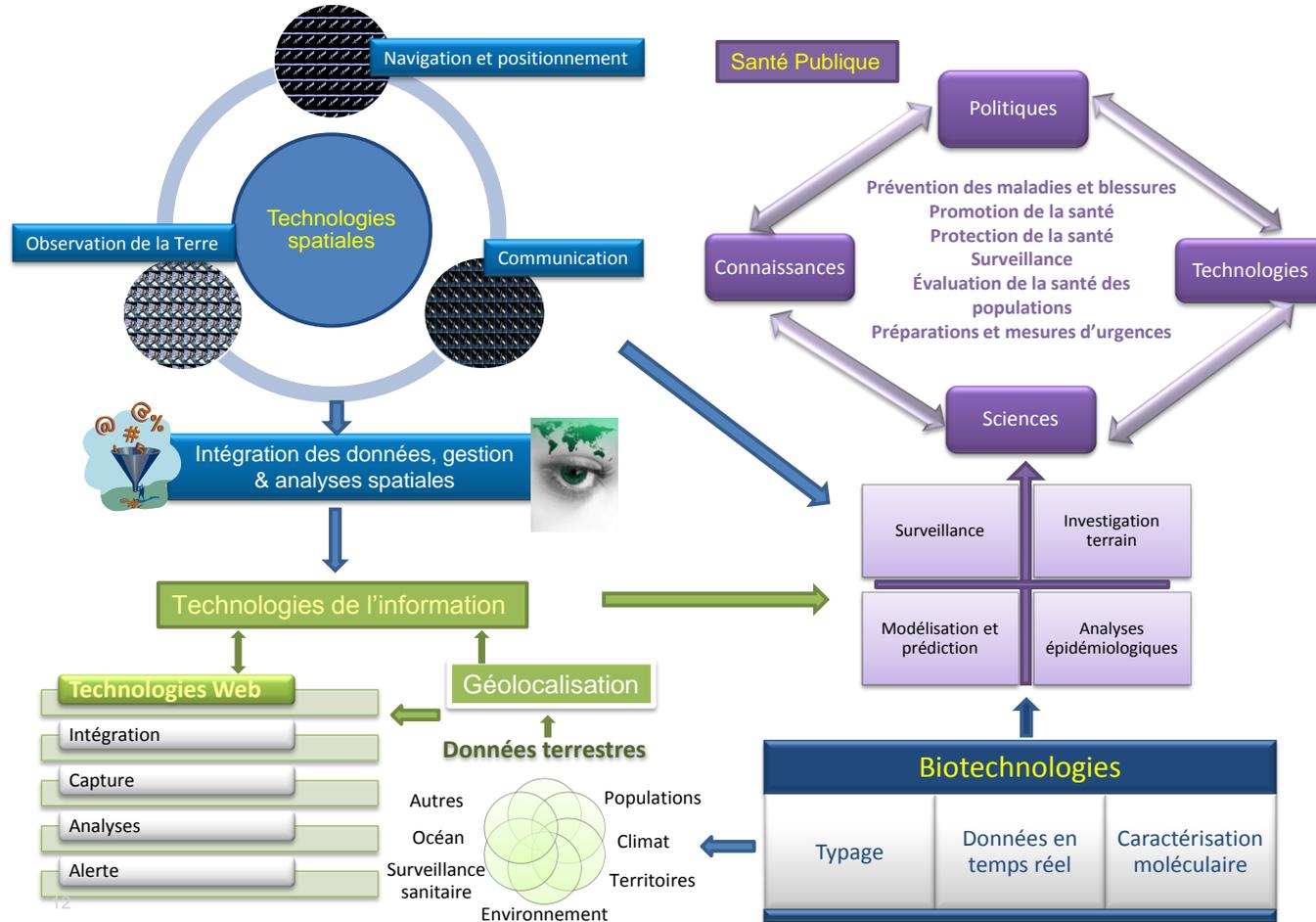
4th International Advanced Training School on Landscape Epidemiology

Instituto de Altos Estudios Espaciales “Mario Gulich”

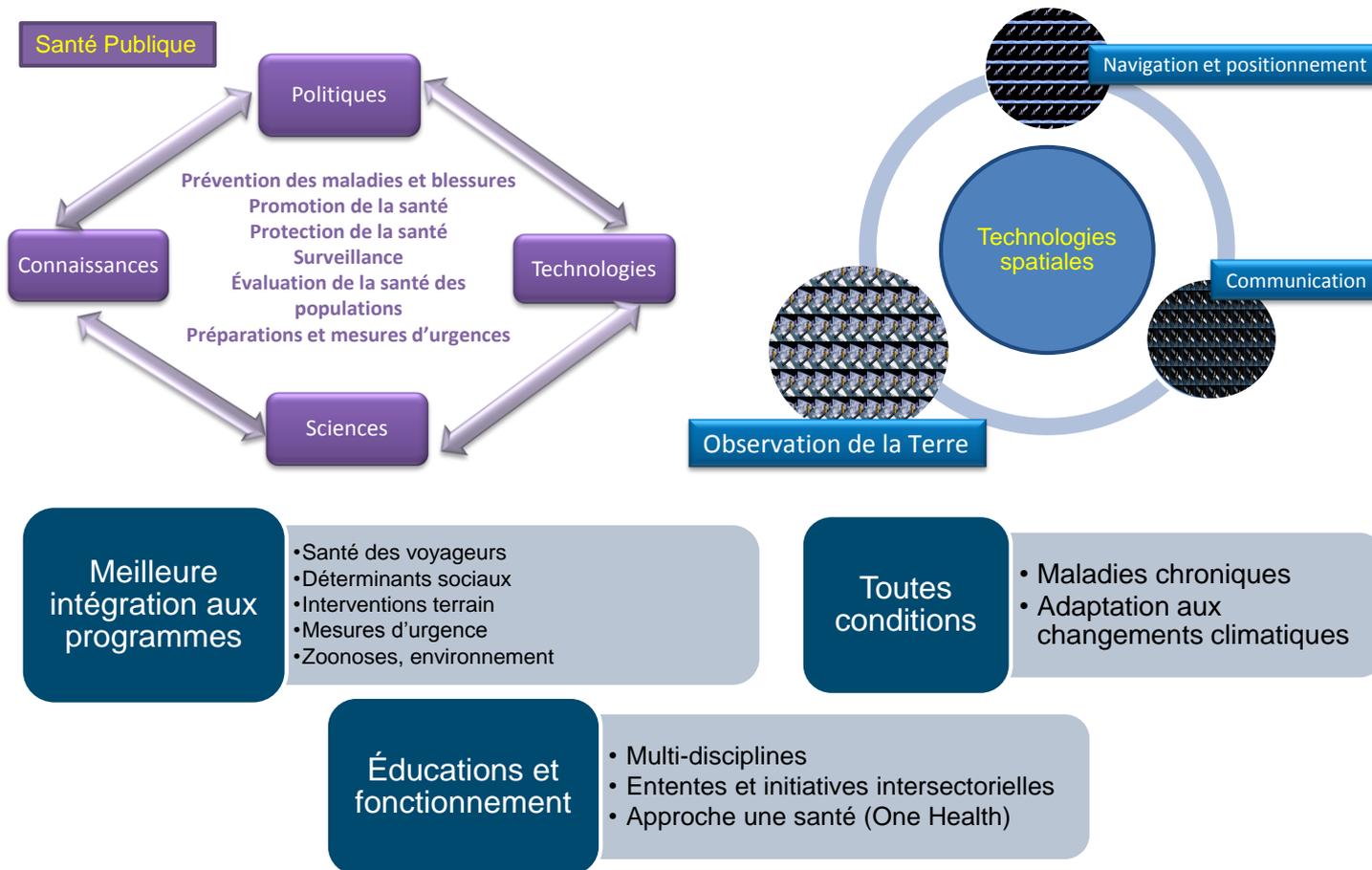
Centro Espacial Teófilo Tabanera, Falda de Cañete, Córdoba-Argentina

19 - 30 May 2014

Prochaine étape 1: Intégration des technologies



Prochaine étape 2: Intégration aux programmes de SP



8. Quelques références choisies



Acta Biol. Venez. Vol. 31 (2):13-16
Julio-Diciembre, 2011

TELE-EPIDEMIOLOGY

INTEGRATING SPACE TECHNOLOGIES IN PUBLIC HEALTH SURVEILLANCE PROGRAMS: FROM THEORY TO OPERATION

INTEGRACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS ESPACIALES EN PROGRAMAS DE VIGILANCIA DE SALUD PÚBLICA: DE LA TEORÍA A LA OPERACIÓN

Pascal Michel^{1,2}, Stéphanie Brazeau^{1,2}, Nicholas Ogden^{1,2} and Shannon Kaya³*

1. Public Health Agency of Canada; 2. Groupe de Recherche en Épidémiologie des Zoonoses et Santé Publique, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal, Québec, Canada ; 3. Canada Centre for Remote Sensing, Natural Resources Canada. *

email: Pascal_Michel@phac-aspc.gc.ca.

Kotchi S. O.^{1,2}

Serge-Olivier.Kotchi@phac-aspc.gc.ca

Turgeon P.^{1,2}

Patricia.Turgeon@phac-aspc.gc.ca

Michel P.^{1,2}

Pascal.Michel@phac-aspc.gc.ca

Lavigne, M.-P.^{1,2}

Martin-Pierre.Lavigne@phac-aspc.gc.ca

Brazeau S.^{1,2}

Stephanie.Brazeau@phac-aspc.gc.ca

1 Laboratory for Foodborne Zoonoses (LFZ) - Public Health Agency of Canada (PHAC) - 3200 Sicotte, C.P. 5000, Saint-

Assessing and Monitoring Microbiological Quality of Surface Waters Using Tele-Epidemiology

Contaminated surface water poses a risk to human populations and is a challenge for public health authorities. Climatic change, intensification of agriculture, urban development of coastal areas, and declining freshwater sources may contribute significantly to the risk of surface water contamination and increase incidence of waterborne diseases. Monitoring of surface water quality requires early detection of problems in order to minimize any negative impact on public health. Tele-epidemiology uses remote sensing and geospatial technologies to characterize the spatial and temporal variability of environmental determinants involved in the epidemiology of some diseases. By offering a systematic and integrated approach to water and risk management in public health, tele-epidemiology

http://www.earthzine.org/?p=725736&shareadraft=baba725736_53639e43149aa



Tele-Epidemiology: Advancing the Application of Earth Observation to Public Health Issues in Canada

By [Brazeau, et al.](#), posted on April 16th, 2014 in [EO for Health](#)

Stéphanie Brazeau¹, Guy Aubé², Patricia Turgeon¹, Serge-Olivier Kotchi¹, Pascal Michel¹

¹Public Health Agency of Canada, Public Health Risk Sciences Division, Saint-Hyacinthe, Québec, Canada, J2S 7C6

²Canadian Space Agency, Earth Observation Applications and Utilizations, St-Hubert, Québec, Canada, J3Y 8Y9

Merci !

- Stéphanie Brazeau
- Serge Olivier Kotchi
- Yann Pelcat
- Julie Légaré