ATELIER SOS_AMI

(SOLS SATELLITES AGRICULTURE MODÉLISATION INTELLIGENCE)

10 décembre 2021
Plénière : 10h00 - 12h30
Atelier : 13h30 - 15h30
Format webinaire

System X
INSTITUT DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

UniLaSalle
Terre & Sciences

UniLaSalle
Institut Polytechnique

Karine Laval
Directrice Recherche & Innovation

B2R

SYMADE

InTerACT
UniLaSalle

Aghyle
UniLaSalle

Transformations & Agro-Ressources
UniLaSalle

Cyclann
UniLaSalle

SystemX opère des projets de recherche appliquée orientés cas d'usage pour la transformation numérique de l'industrie, des services et des territoires

Gwenaëlle Berthier, Cheffe de projet, IRT SystemX

Institut de recherche technologique (IRT)
Fondation de Coopération Scientifique
à but non lucratif

Paris-Saclay • Lyon • Singapour

100
Partenaires économiques
dont **1/3** de grands groupes
et **2/3** de PME

+25
Partenaires
académiques

Opère des projets de recherche appliquée orientés cas d'usage pour la transformation numérique de l'industrie, des services et des territoires :

1. Un savoir-faire : analyse, modélisation, simulation et management de la décision
2. Des compétences propres
3. Des actifs propres : plateformes logicielles, cyber-physiques et processus outillés

4 secteurs applicatifs prioritaires

- Mobilité et Transport autonome
- Industrie du futur
- Défense et Sécurité
- Environnement et Développement durable

8 domaines scientifiques et techniques

- Science des données et IA
- Interaction homme-machine
- Calcul scientifique
- Optimisation
- Ingénierie système et conception logicielle
- Sûreté de fonctionnement des systèmes critiques
- Sécurité numérique et blockchain
- IoT et réseaux du futur

Membres fondateurs

ALSTOM · Bull · EDF · IFP Energies nouvelles · OVH · GROUPE RENAULT · SAFRAN · THALES · Systematic · Inria · IMT · université PARIS-SACLAY

Webinaire SOS_AMI du 10 décembre 2021
> Ordre du jour

10h00 – 10h10	Mot de bienvenue	Karine LAVAL Gwenaëlle BERTHIER
10h10 – 10h30	Caractérisation des sols et biodiversité, quels enjeux ?	Isabelle GATTIN
10h30 – 10h50	Illustration du machine learning pour le traitement d'images	David TSCHUMPERLÉ
10h50 – 11h10	Capacités et opportunités de l'imagerie satellite pour la caractérisation des sols	Sami YACOUBI
11h10 – 11h30	Illustration par l'étude du carbone des sols	Emmanuelle VAUDOUR
11h30 – 11h40	Présentation du Hub Drone	Abdelkrim DOUFENE
11h40 – 12h00	Besoins du monde agricole pour la valorisation et la gestion des sols	Rémi LAURENT
12h00 – 12h15	Présentation de l'Alliance Harvest	Dominique CAGNON Antoine CORNUÉJOLS
12h15 – 12h30	Conclusion	Michel HAGEGE
13h30 – 15h30	Atelier de montage du projet SOS_AMI sur TEAMS	/

Isabelle GATTIN
Directrice de l'unité de recherche AGHYLE (Agroécologie, Hydrogéochimie, Milieux et Ressources), UniLaSalle

Caractérisation des sols et biodiversité, quels enjeux ?

Institut Polytechnique UNILASALLE

Unité AGHYLE

« Agroecologie, Hydrogéochimie, Milieux & Ressources »

Isabelle GATTIN isabelle.gattin@unilasalle.fr

Keywords: *soil, plants, water, organic matter, mineral elements, microfauna, microflora, biomolecules, bioavailability, agrosystems, ecosystems, agricultural practices, rhizosphere, fields, watersheds, critical zone, biodiversity, ecosystemic services, modeling, flows……*

Sols et services écosystémiques

Services culturels

héritage, mémoire de notre histoire

Services d'approvisionnement

Production de biomasse

matières premières

Réservoir de nutriments

Services de régulation

Stockage, Transformation Filtration

épuration, régulation

Services de support

Réservoir de biodiversité

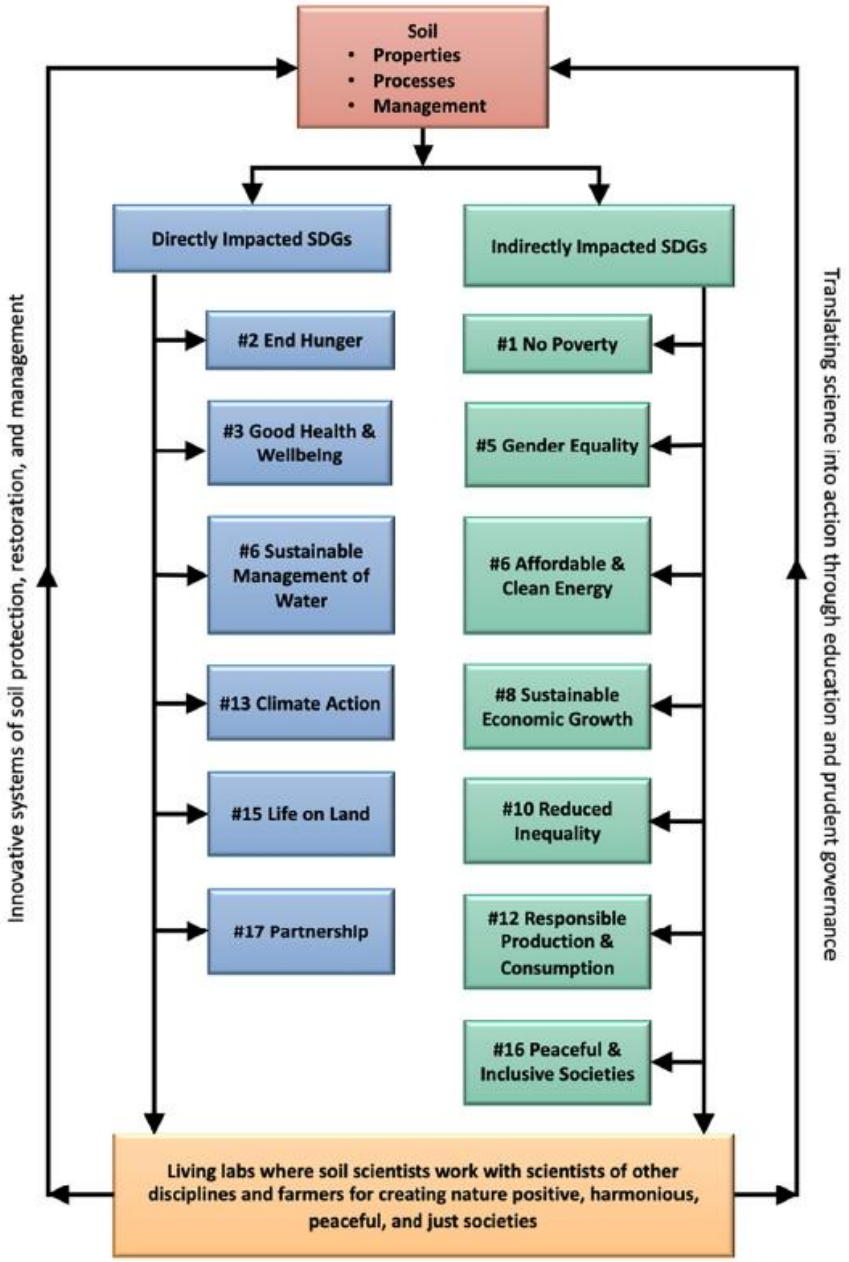
Lieu de vie des populations

UniLaSalle Terre & Sciences

(Sols et services écosystémiques fixés dans la Directive Cadre sur la protection des sols (Directive2006/0086 (COD))

Sols et Objectifs de Développement Durable

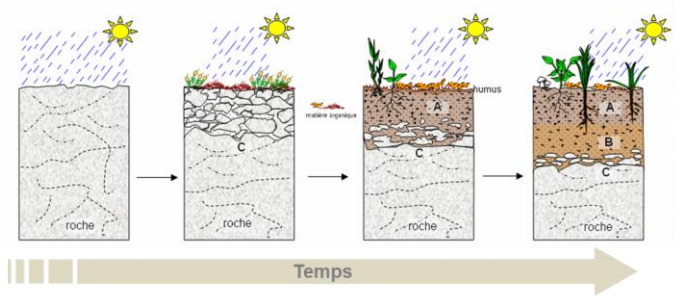
13 des 17 Objectifs de Développement Durable de l'ONU (adoptés en 2015)



Lal et al., 2021, Geoderma Regional 25

Une diversité de sols et d'usages

Formation d'un sol



Agnès Stienne, 2016

Agents biologiques

UniLaSalle
Terre & Sciences

Les sols, une ressource non renouvelable menacée

Les Echos
Irina Bokova
Fév. 2020

TRIBUNE

Opinion | Préservation des sols : une question de survie pour l'humanité

L'humanité est face à l'impératif de réduire l'impact négatif de l'exploitation des sols et de fournir une alimentation saine dans des quantités suffisantes à une population qui croît rapidement. Quatre ans après l'adoption des Objectifs de développement durable par les Nations unies et malgré des progrès significatifs, il est crucial d'inciter les acteurs publics et privés à agir ensemble pour relever ces défis environnementaux.

LA CROIX
Antoine d'Abbundo
Nov. 2020

La préservation des sols, indispensable pour nourrir la planète

Analyse Déforestation, mauvaises pratiques agricoles, urbanisation : la dégradation des terres s'accélère partout sur la planète. Au risque de menacer la sécurité alimentaire d'une population mondiale en augmentation constante.

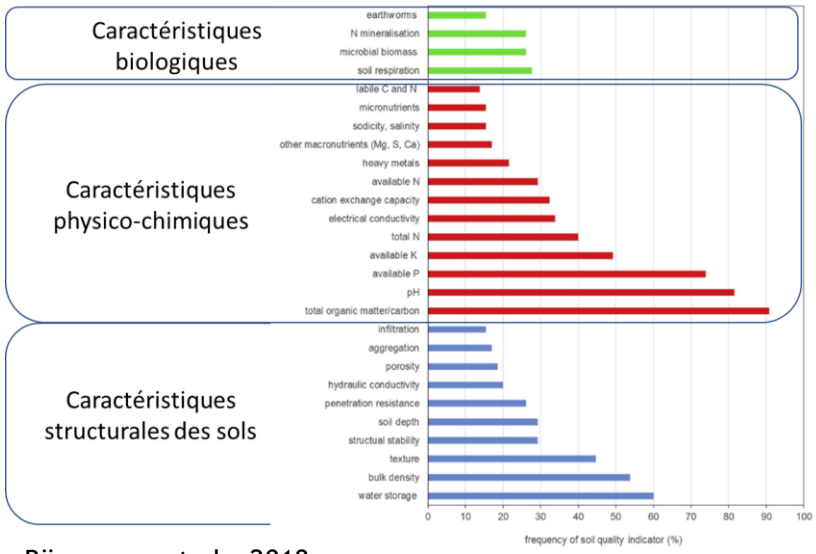
Planet Terre
Clément Mathieu
Nov. 2020

La dégradation des sols en France et dans le monde, une catastrophe écologique ignorée

Terre & Sciences

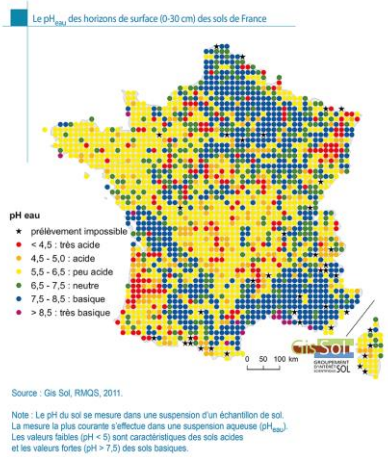
Les sols : une ressource à préserver

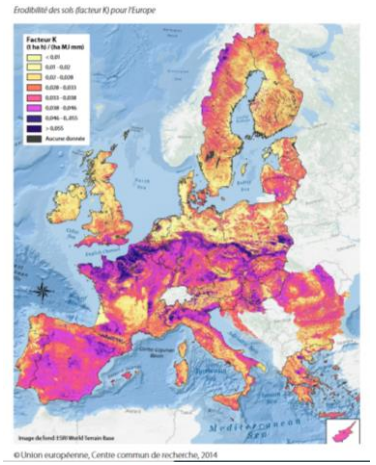
Des indicateurs …



Bünemann et al., 2018

Des réseaux de surveillance…





Mais…

Stratégies d'échantillonnage non coordonnées (fréquence, indicateurs, horizon prélevé,…)
Protocoles de préparation & conservation échantillons non homogènes
Méthodes d'analyses diversifiées
Accès limité à métadonnées précises sur les modes gestion des sols

UniLaSalle
Terre & Sciences

Observer le sol : prendre une photographie instantanée…

★**Composantes extrinsèques** (climatique)

★**Propriétés inhérentes aux sols** (fond pédo-géochimique)

★**Historique cultural**

★**Actions anthropiques récentes**

★**Couverture végétale en place**

Stratégie d'échantillonnage (date, localisation,…)

photographie au temps T

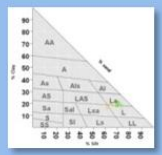
Etat du sol

Mesures de variables chimiques, biologiques…

Une diversité d'indicateurs & de variables descriptives

Physique & chimie du sol

- Texture
- pH
- CEC
- …

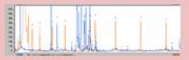


Stock du sol

- Matière organique
- C_{Tot}, C_{Org}
- N_{Tot}
- P
- …

- Abondances :
  - Cultivables
  - Biomasse microbienne
  - Biomasse moléculaire, ADNr16S, ADNr18S
  - Ergostérol

- Diversité génétique : empreintes TRFLP et PLFA



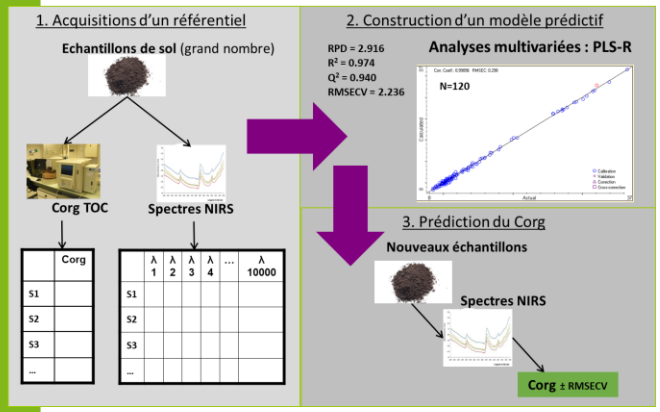
- Diversité métabolique potentielle *ex situ*

Bactéries et champignons

- Minéralisation de l'azote et du carbone
- Activités enzymatiques *in situ* (FDA, Cellulase, Uréase, Phosphatases…)

Fonctions des organismes

Démultiplier les observations par l'analyse IR ?



Indices de performance		pH		N_t		C_{org}		CEC		K		Mg		Ca	
Type modèle		S_{TQ}	S_M	S_{TQ}	S_M	S_{TQ}	S_M	S_{TQ}	S_M	S_{TQ}	S_M	S_{TQ}	S_M	S_{TQ}	S_M
Nombre de calibrateurs	N	92	620	86	511	124	504	101	526	69	507	69	517	188	505
Coefficient de détermination	R^2	0,963	0,843	0,934	0,909	0,972	0,912	0,939	0,920	0,978	0,733	0,823	0,736	0,954	0,904
Coefficient de determination après Cross-V	Q^2	0,693	0,717	0,672	0,849	0,815	0,873	0,71	0,887	0,783	0,596	0,395	0,710	0,834	0,858
Root mean squared error of cross-validation	RMSE(CV)	0,40	0,25	0,30	0,14	1,42	1,20	1,32	0,64	46,69	34,70	141,24	24,51	1110,55	304,78
Root mean squared error of external-validation	RMSE(EV) Ts	0,63	0,59	0,51	0,62	4,87	4,42	3,78	3,76	126,69	131,15	113,82	127,45	2317,64	2365,71
	RMSE(EV) Ter	0,62	0,56	0,53	0,63	5,41	5,00	3,24	3,28	98,46	87,02	108,00	105,51	1768,87	2345,50
	RMSE(EV) Gal	0,67	0,64	0,48	0,60	3,69	3,10	4,61	4,49	166,01	186,10	123,66	159,67	3070,96	2401,84
Ratio of performance to deviation	RPD	1,79	1,88	1,74	2,58	2,31	2,80	1,84	2,97	2,15	1,57	1,26	1,86	2,44	2,64
Ratio of Performance to Quartile	RPIQ	2,05	2,37	2,34	3,30	3,27	3,74	1,88	2,34	2,30	1,84	0,79	1,92	0,88	1,87
MAX	MAX	8,5	8,6	2,7	2,76	23	25,7	15,3	27,6	481	567	1386	572	15262	14026
MIN	MIN	5,3	5,4	0,3	0,4	7,8	6,7	3	2,6	38	44	45	56,00	60	482
Median	MED	6,6	6,5	1,6	1,5	14,7	14,7	8,0	7,3	150	140	164	131	1777	1514

Paramètre	Unité	n	Préparation sol	Prétraitement	r^2	Q^2	RMSE(CV)	SEP(CV)	RPD(CV)
Xylanase (XYLAN)	nmol/min/g sol sec	60	frais 2 mm	D	0,94	0,77	0,03	0,03	2,08
			sec 2 mm	**D**	**0,96**	**0,87**	**0,22**	**0,22**	**2,78**
			sec 0,2 mm	SNV-D	0,23	0,16	0,11	0,11	1,08
Cellulase (CEL)	nmol/min/g sol sec	60	frais 2 mm	D	0,91	0,61	0,61	0,61	1,59
			sec 2 mm	**/**	**0,96**	**0,96**	**0,19**	**0,19**	**5,10**
			sec 0,2 mm	D	0,96	0,74	0,51	0,52	1,94
Acétylglucosaminidase (NAG)	nmol/min/g sol sec	60	**frais 2 mm**	**SNV-D**	**0,91**	**0,88**	**0,59**	**0,60**	**2,85**
			sec 2 mm	SNV	0,91	0,88	0,59	0,60	2,84
			sec 0,2 mm	/	0,92	0,86	0,63	0,63	2,68
β-glucosidase (β-GLU)	UEI	60	frais 2 mm	SNV-D	0,83	0,63	1,42	1,44	1,64
			sec 2 mm	**/**	**0,85**	**0,71**	**1,26**	**1,27**	**1,86**
			sec 0,2 mm	SNV-D	0,95	0,70	1,29	1,30	1,81
ADN total	ng/g sol sec	75	frais 2 mm	MSC	0,82	0,75	3154	3176	2,08
			sec 2 mm	**MSC**	**0,92**	**0,82**	**2511**	**2528**	**2,36**
			sec 0,2 mm	/	0,83	0,75	3298	3320	1,99
AWCD	D.O	60	frais 2 mm	/	0,21	0,16	0,08	0,08	1,09
			sec 2 mm	**/**	**0,27**	**0,19**	**0,08**	**0,08**	**1,11**
			sec 0,2 mm	/	0,11	0,05	0,09	0,09	1,02
Respiration	mg CO2/g sol sec	125	frais 2 mm	SNV	0,45	0,34	0,20	0,20	1,22
			sec 2 mm	**SNV-D**	**0,43**	**0,37**	**0,19**	**0,19**	**1,26**
			sec 0,2 mm	MSC	0,47	0,34	0,20	0,20	1,22

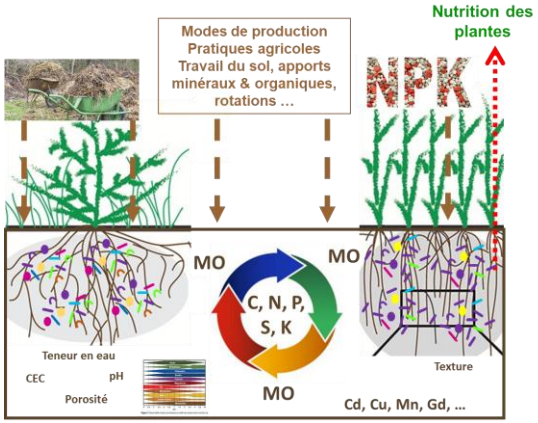
Comprendre le déterminisme des variables

UniLaSalle
Terre & Sciences

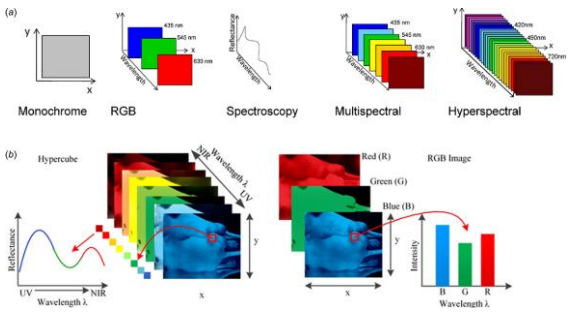
Constituer des référentiels : du rêve à la réalité

Nécessité de référentiels à grande échelle ⇒ multiplicité des observations

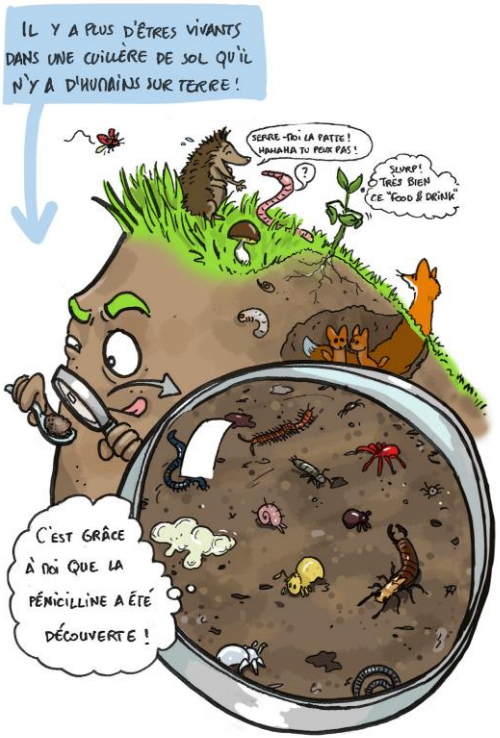
Science du sol



Technologies d'imagerie



Gestion des données



Merci de votre attention

Aghyle UniLaSalle

UniLaSalle Terre & Sciences

David TSCHUMPERLÉ
Directeur de l'équipe image, laboratoire GREYC

Illustration du machine learning pour le traitement d'images

Équipe IMAGE du GREYC : Applications du « Machine Learning » en traitement d'images

David Tschumperlé – Olivier Lézoray

Alexis Lechervy – Régis Clouard

Laboratoire GREYC (UMR 6072)
UNICAEN – ENSICAEN - CNRS

Présentation SOS AMI – Décembre 2021

GREYC
Laboratoire de recherche en sciences du numérique

Normandie Université

UNICAEN

ENSI CAEN
ÉCOLE PUBLIQUE D'INGÉNIEURS
CENTRE DE RECHERCHE

cnrs

Normandie Université

GREYC
Laboratoire de recherche en sciences du numérique

QUI SOMMES NOUS ?

UN LABORATOIRE DE RECHERCHE EN SCIENCES DU NUMÉRIQUE

Traitement d'images, intelligence artificielle, science des données, instrumentation, informatique mathématique, sécurité informatique, traitement des langues ...

STRUCTURATION DU LABORATOIRE

7 équipes de recherche

- AMACC : Modèles de calcul, Aléatoire, Cryptographie, Complexité
- CODAG : Contraintes, Fouille de données, Graphes
- HULTECH : Traitement automatique des langues
- MAD : Modèles, Agents et Décisions
- **IMAGE : Traitement et interprétation des images**
- ELEC : Electronique
- Monétique & Biométrie : Sécurité informatique

ÉQUIPE « IMAGE »

- **Activité** : « Développer des **méthodes mathématiques** et des **algorithmes** pour le traitement et l'analyse de **signaux**, d'**images** et de **vidéos** ».

- **Effectif actuel** : **Env. 50 personnes**
  - **18** enseignants-chercheurs (PR et MC), **3** chercheurs CNRS (**9** HDR).
  - **19** doctorants, **4** post-docs, **2** ingénieurs, **3** membres associés.

- Depuis 2022, l'équipe est structurée en **3 thèmes de recherche** :

  - **Thème 1** : Analyse et Traitement de Données Multimodales
  - **Thème 2** : Optimisation et Apprentissage Statistique
  - **Thème 3** : Reconnaissance et Vision par Ordinateur

Normandie Université

GREYC
Laboratoire de recherche en sciences du numérique

LE « MACHINE LEARNING » POUR LE TRAITEMENT DES IMAGES

Classification d’images,

Segmentation d’images,

Synthèse de données images.

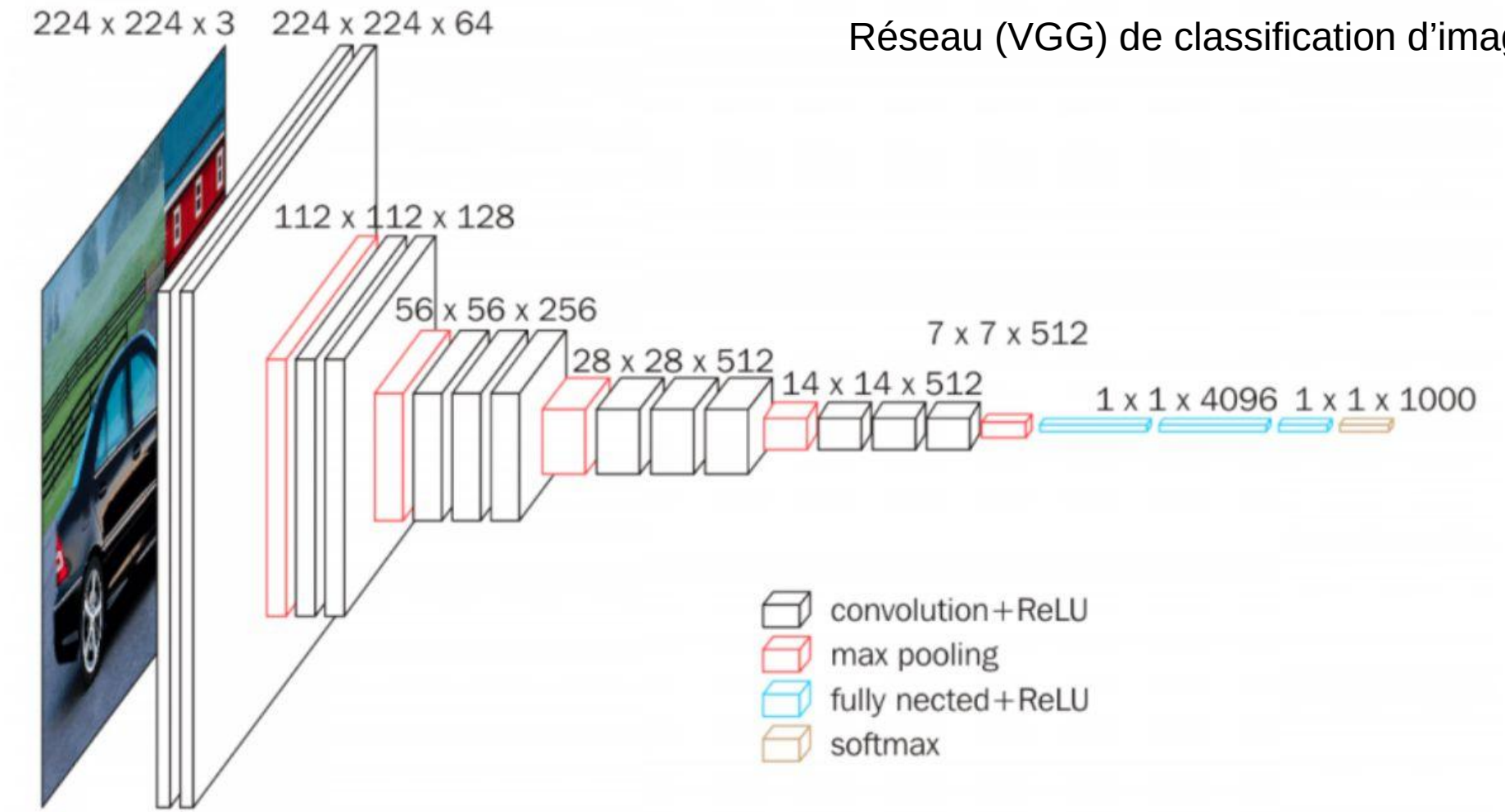
cnrs

ENSI CAEN
ÉCOLE PUBLIQUE D'INGÉNIEURS
CENTRE DE RECHERCHE

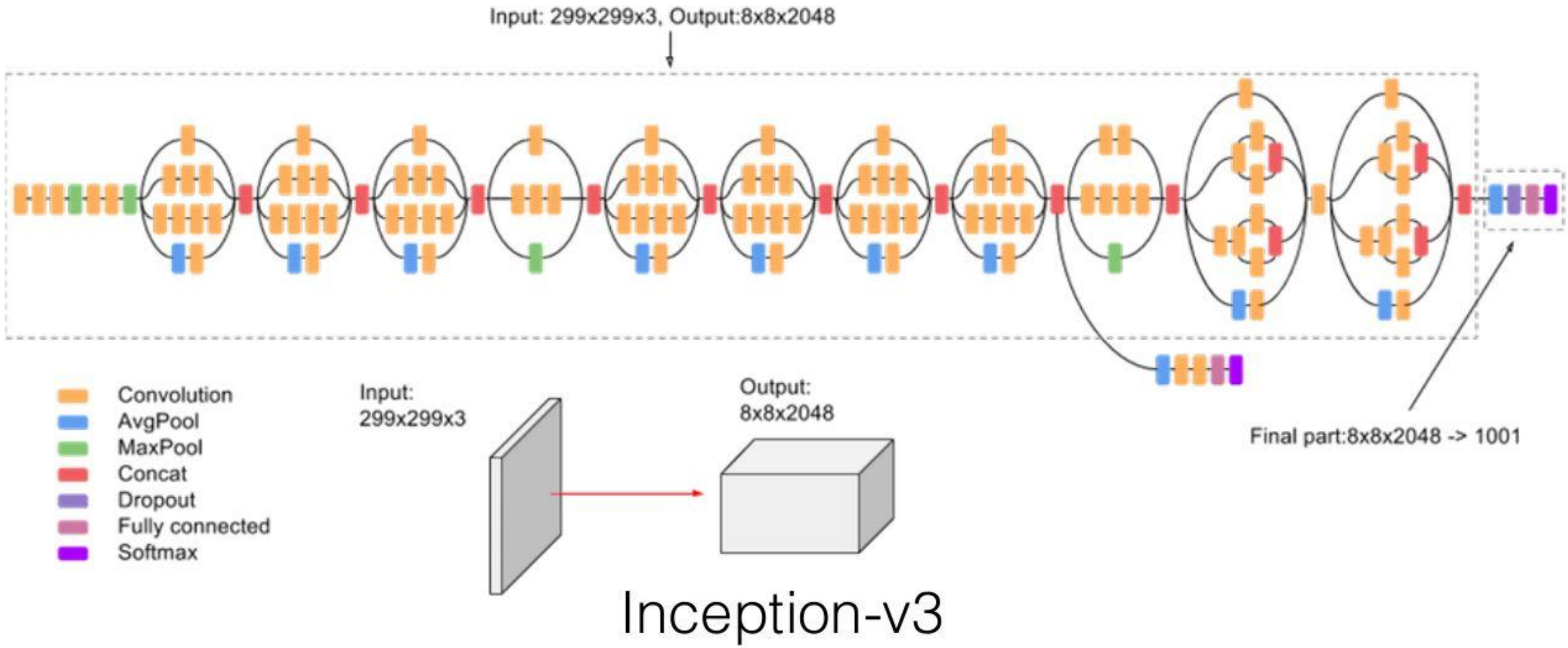
UNICAEN

RÉSEAUX DE NEURONES POUR LA RECONNAISSANCE D'IMAGES

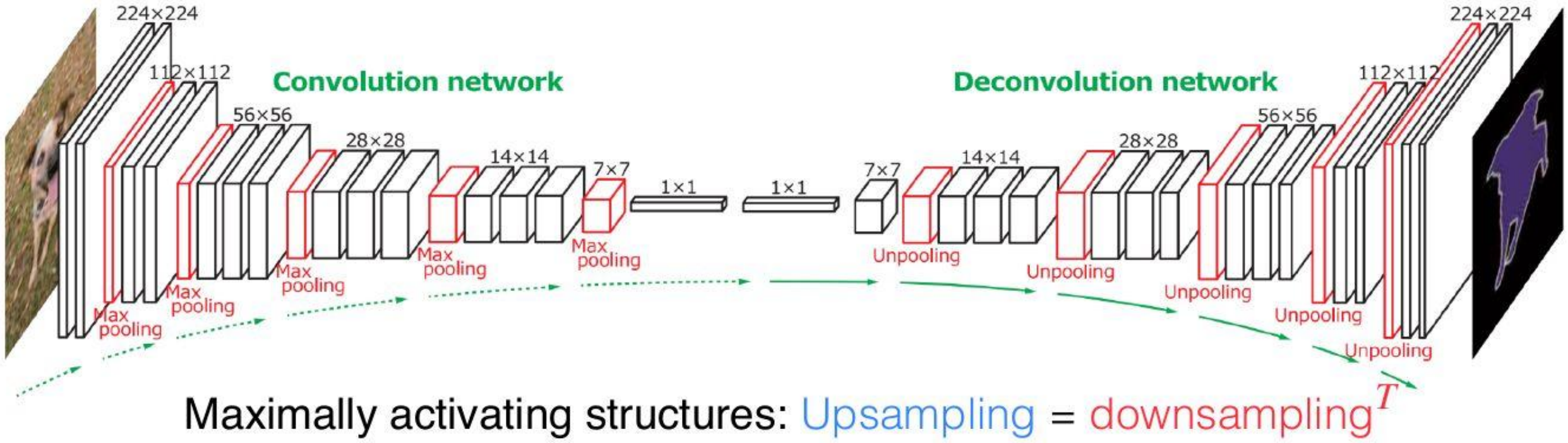
Réseau (VGG) de classification d'images



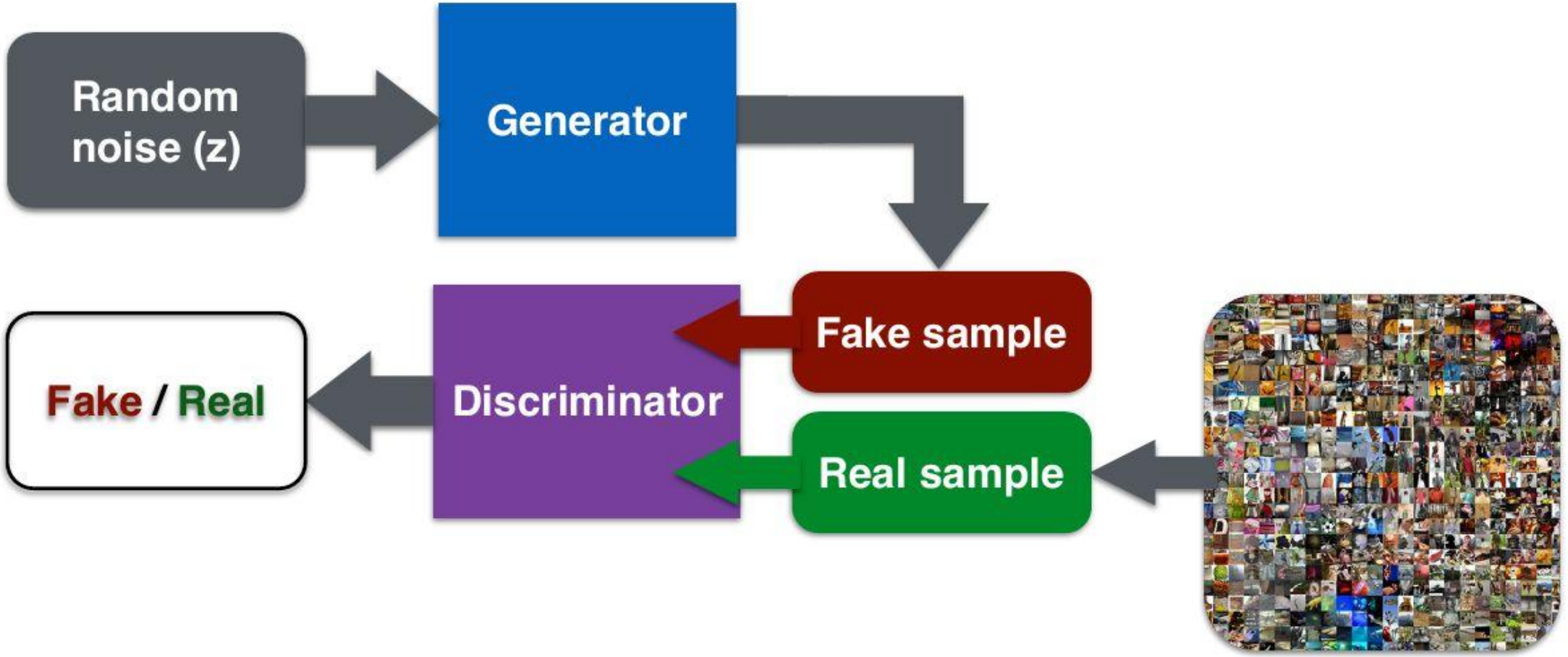
« DEEP LEARNING »



SEGMENTATION / LABELISATION D'IMAGES : ENCODEURS/DÉCODEURS



SYNTHÈSE D'IMAGES : GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS (GAN)



Normandie Université

GREYC

QUELQUES RÉALISATIONS DE L'ÉQUIPE EN « MACHINE LEARNING »

cnrs

ENSI CAEN
ÉCOLE PUBLIQUE D'INGÉNIEURS
CENTRE DE RECHERCHE

UNICAEN

COMPARAISONS D'IMAGES MULTIMODALES

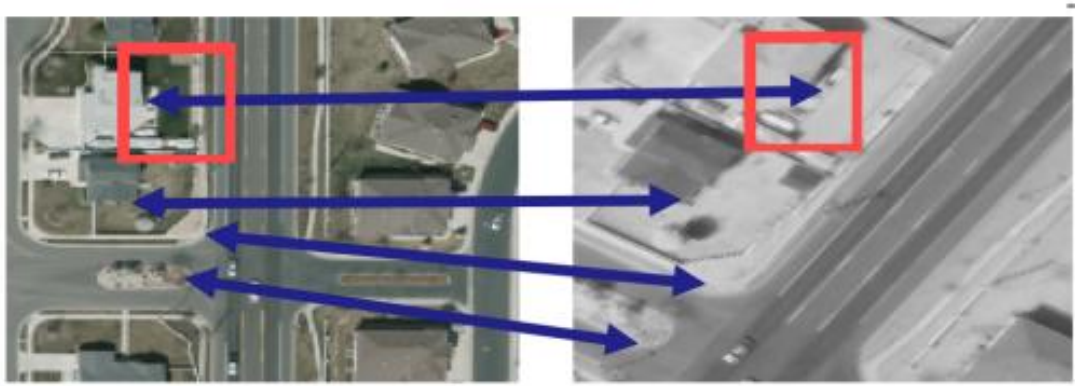
- **Application** : « Apprentissage selon un critère sémantique, pour la comparaison d'images. »

- Reconnaissance faciale

- Reconnaissance photo/dessin

- Appariement de zone de deux images

Image from (Rapantzikos et al. [2010])



- Travaux de Alexis Lechervy – etal., depuis 2013

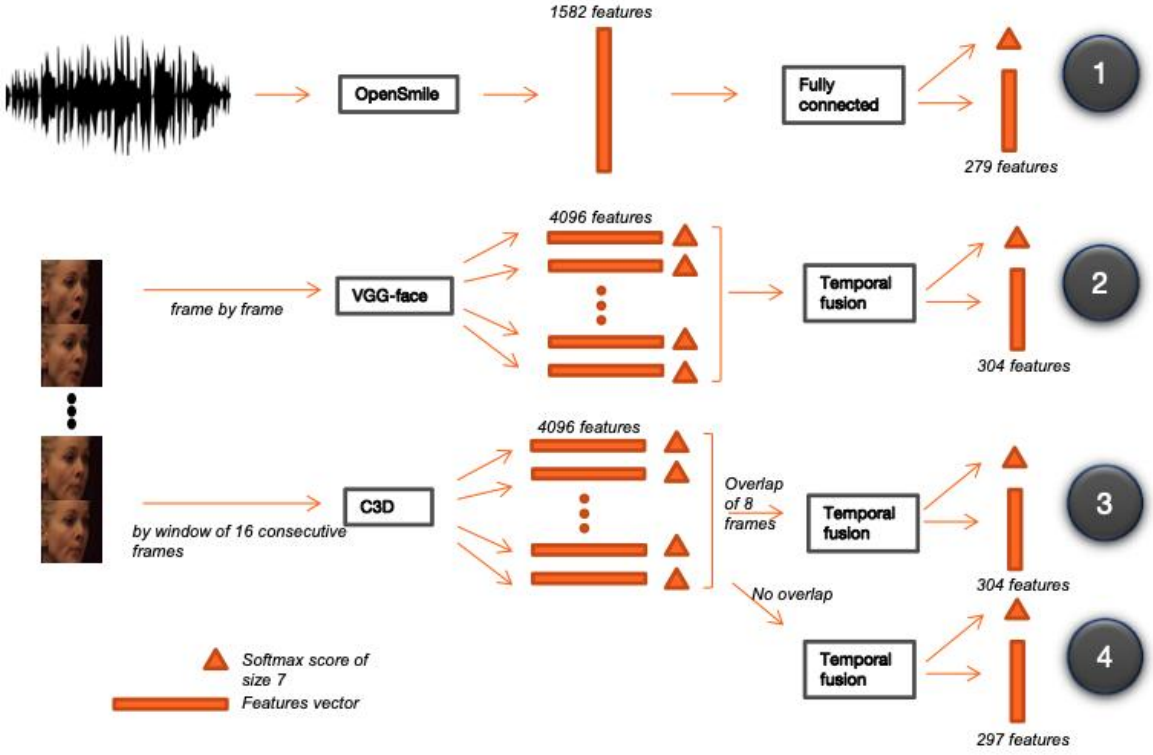
ESTIMATION DE POSE ABSOLUE

Localiser la position d'une prise de vue dans une scène connue.

Collaboration avec MBDA.

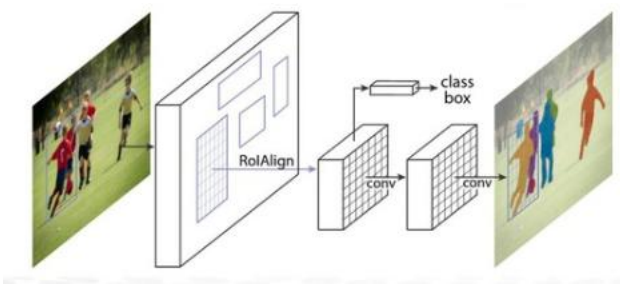
RECONNAISSANCE D'ÉMOTIONS (EN MULTIMODALITÉ)

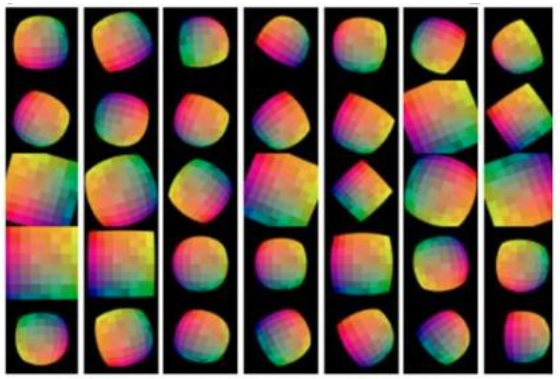
- Utilisation de données audios et images pour la reconnaissance d'émotions dans des vidéos.
- (collaboration avec Orange).

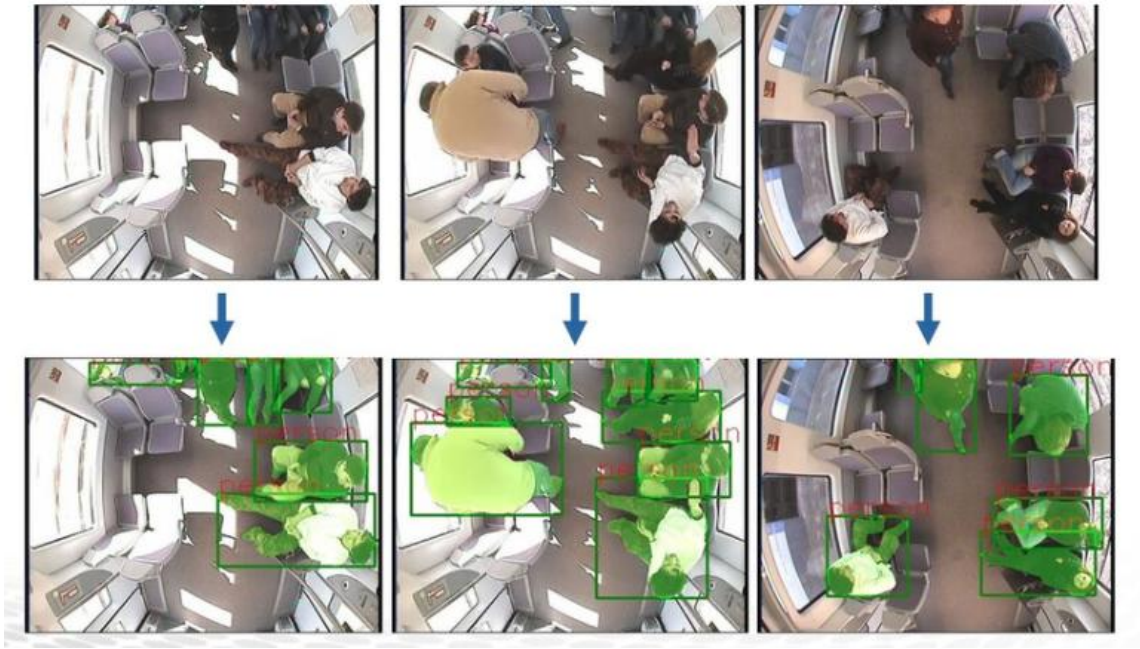


SEGMENTATION AUTOMATIQUE D'OBJETS DANS DES IMAGES « FISH-EYE »

- Extraction d'usagers de transports en commun.
- Adaptation du réseau « Mask R-CNN » aux images fisheye





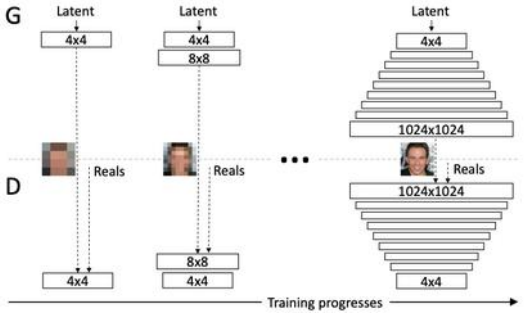


Collaborations avec:

- IRT Railenium (Lille)
- Bombardier

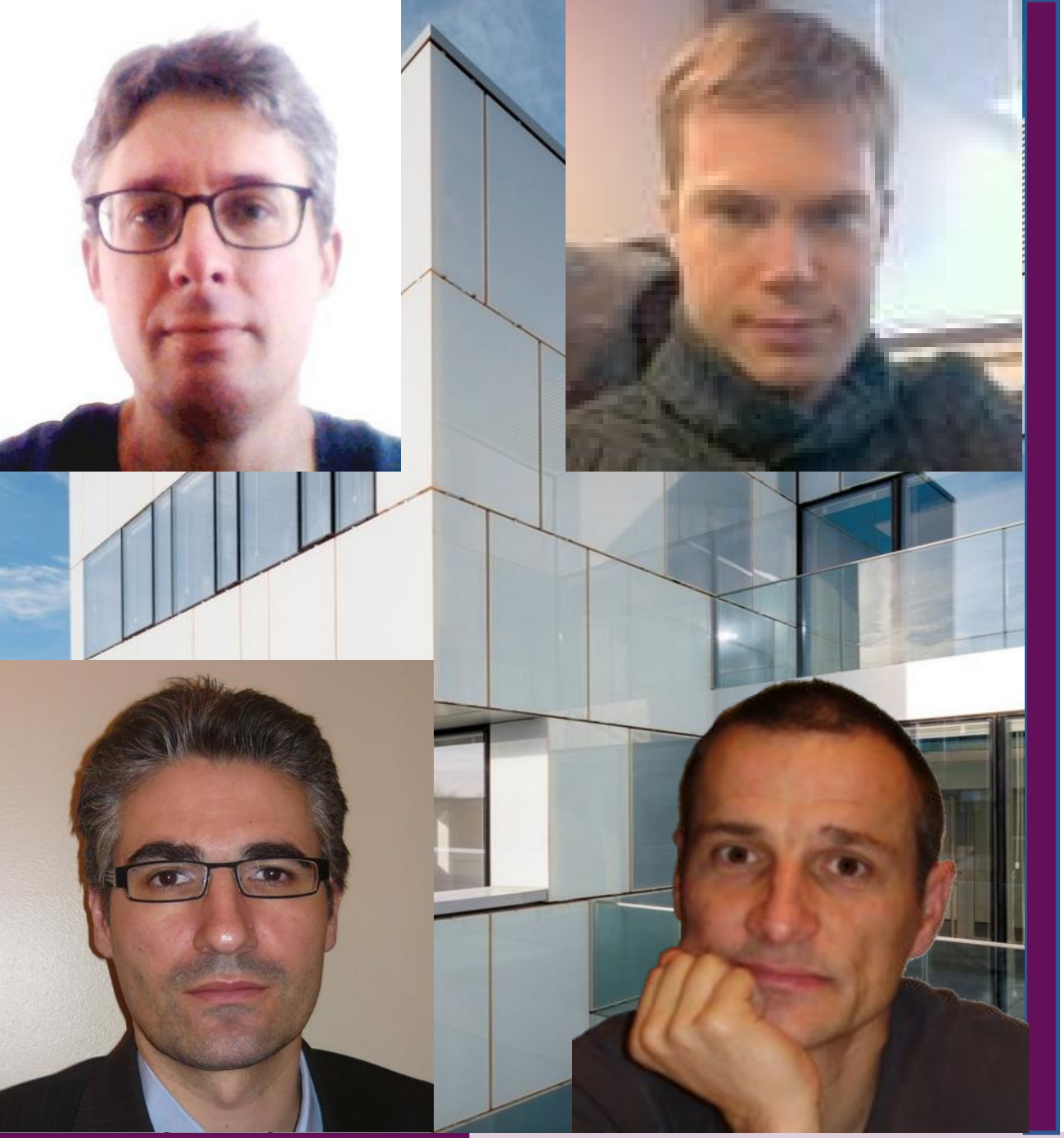
RÉSEAUX GÉNÉRATIFS : GÉNÉRATION PHOTORÉALISTE DE VISAGES.

Basé sur un Réseau génératif antagoniste



RÉSEAUX GÉNÉRATIFS : GÉNÉRATION D'ÉMOTIONS

Collaboration avec Orange.



PERSPECTIVES DE RECHERCHE

- **Adaptation aux données multimodales relatives aux mesures/image de sols :**
  - Satellite.
  - Drone, aérien.
  - Mesure au sol.
  - ...
- **Adaptation des réseaux de neurones à des applications nouvelles :**
  - Déterminer la caractéristique des sols.
  - Générer des données manquantes pour plusieurs modalités.
  - ...

Sami YACOUBI
Co-fondateur, SpaceSense

Capacités et opportunités de l'imagerie satellite pour la caractérisation des sols

Spacesense

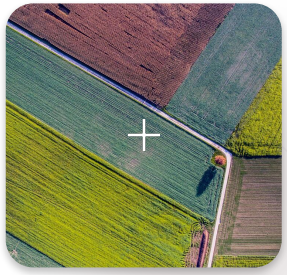
DEMOCRATIZING SPACE INTELLIGENCE

spacesense.ai

We believe that satellite imagery will change the world

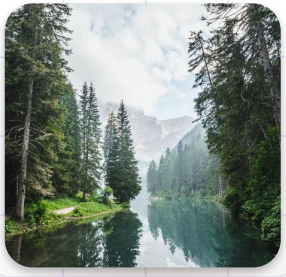
Our mission is to make the use of satellite imagery as widespread as possible, by building solutions that lower the technical barrier to use this imagery

Earth Observation is one of the crucial technologies to better understand and adapt to climate change



AGRICULTURE

INSURANCE

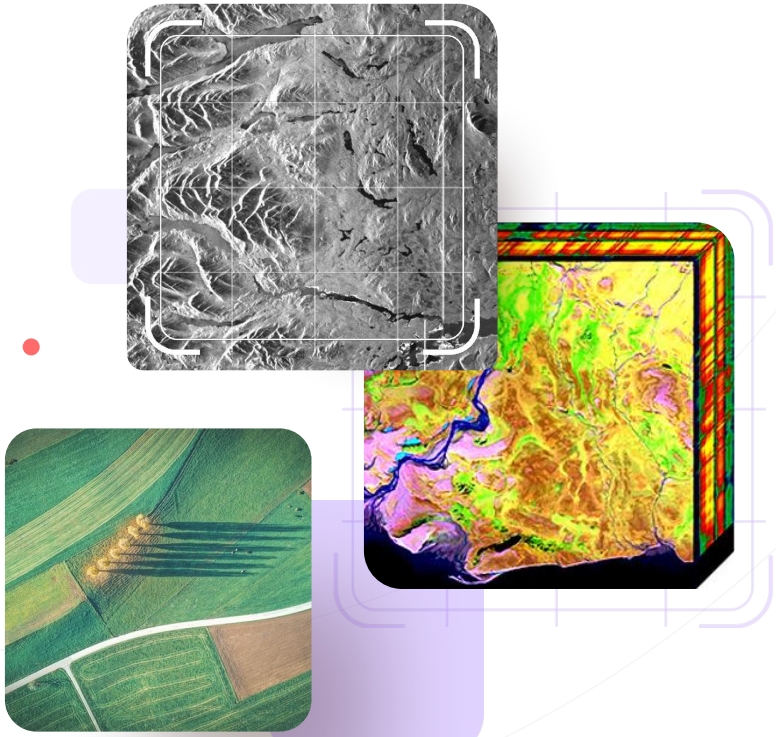


ENVIRONMENT

INFRASTRUCTURE

The complexity of satellite imagery

- Non traditional type of imagery
- Multiplicity of sensors types
- Very large datasets
- Often non optimal (clouds, atmospheric distortion…)



SpaceSense

Space sense

The **1st** solution which makes satellite imagery accessible to all

Our current solutions

We are specialised in the combination of satellite imagery and AI

1.5M
hectares

7
countries

10
customers

Our positioning

Farm management solution

Farmer

Some customers

XFARM

agrivi

HUTCHINSONS
Crop Production Specialists

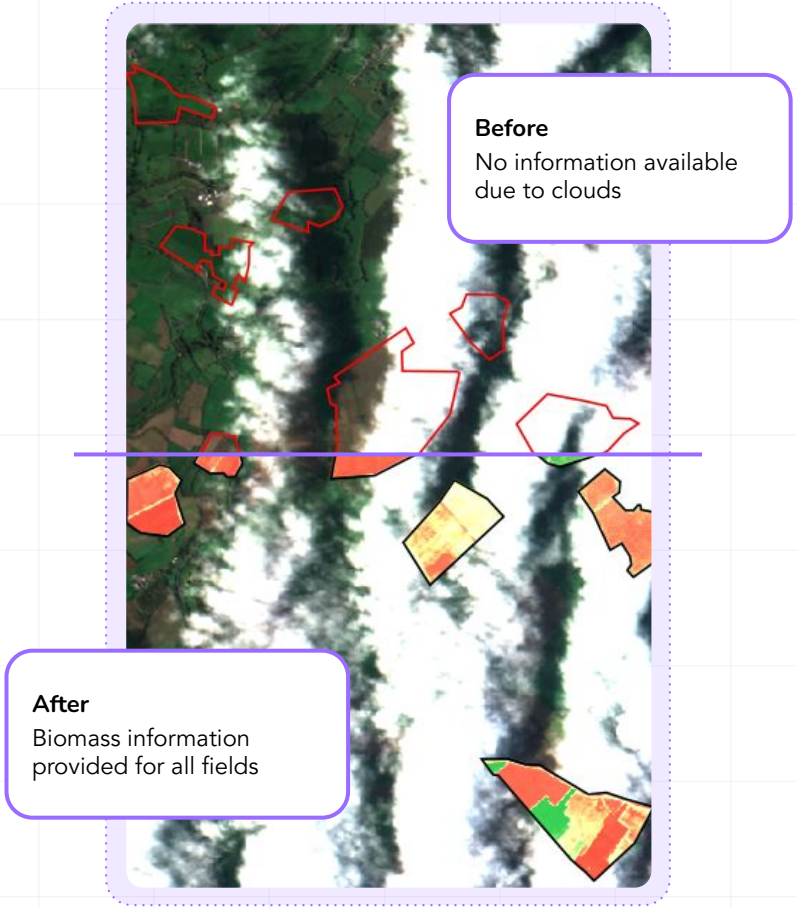
GREENBACK

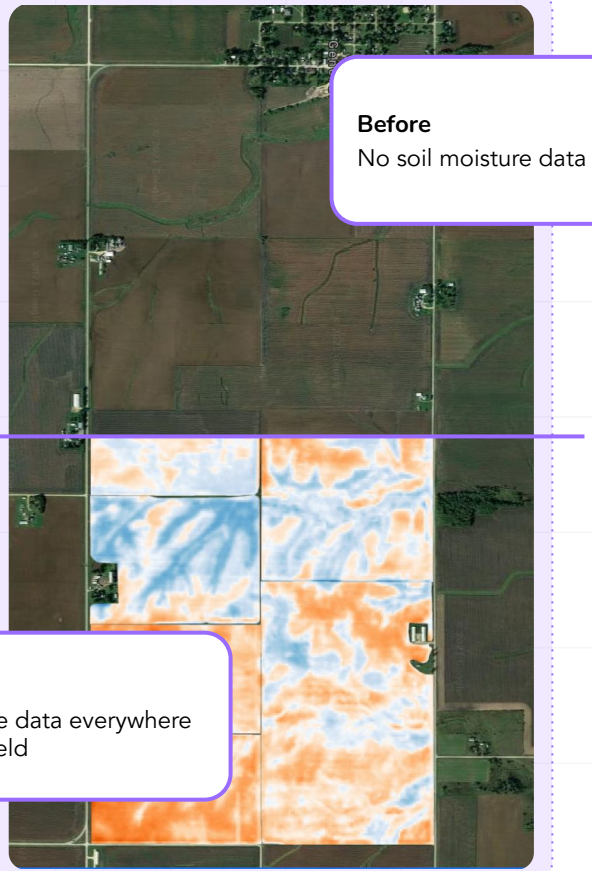
Elaisian

DroneAG

seabex

Beyond Cloud LAI



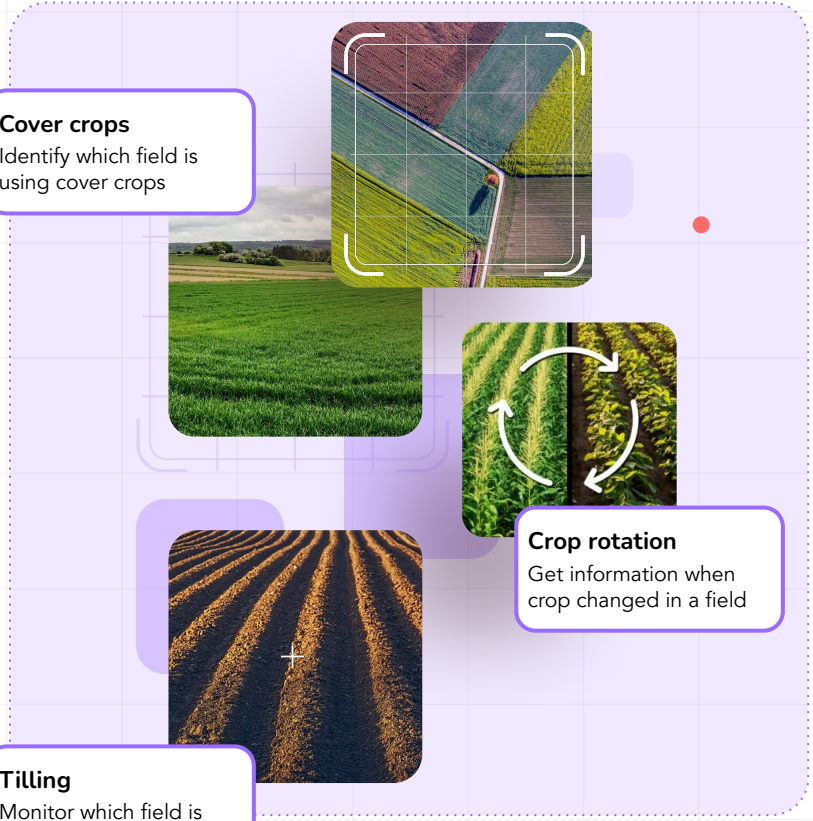


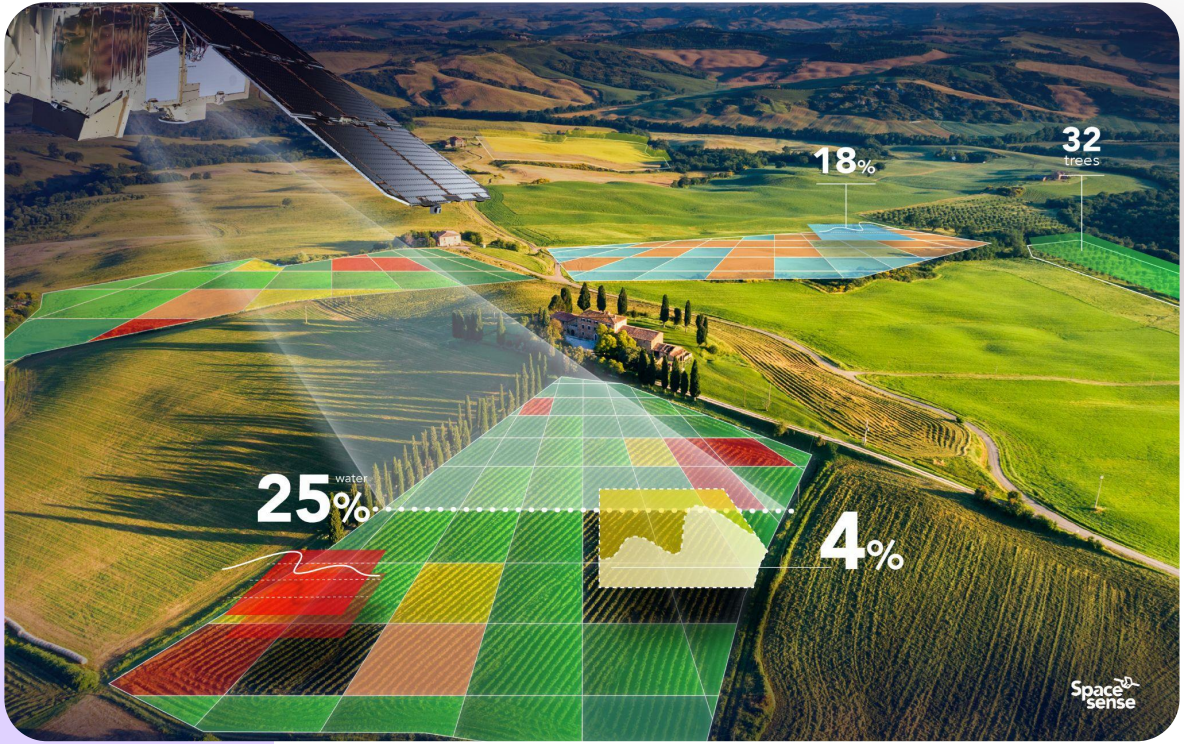
Before
No soil moisture data

After
Moisture data everywhere in the field

Soil Moisture Index

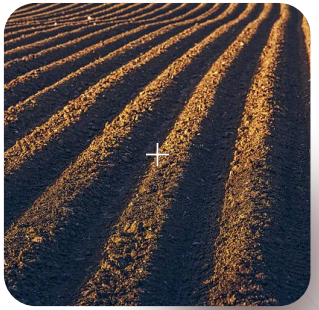
Carbon farming practices





The use of satellite imagery in Agricultural soils

Research on soil from satellites



Mineral, pH and texture

- ***Is it possible to map subsurface soil attributes by satellite spectral transfer models?***, Mendes & al., 2019
- ***Sentinel-2 image capacities to predict common topsoil properties of temperate and Mediterranean agroecosystems***, Vaudour & al., 2019

Research on soil from satellites

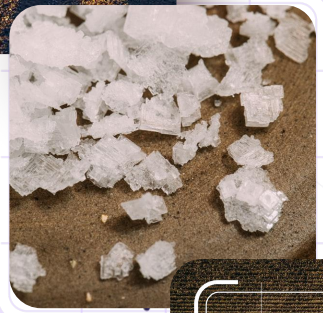
Mineral, pH and texture

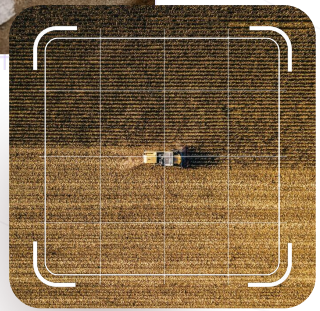
- ***Is it possible to map subsurface soil attributes by satellite spectral transfer models?***, Mendes & al., 2019
- ***Sentinel-2 image capacities to predict common topsoil properties of temperate and Mediterranean agroecosystems***, Vaudour & al., 2019

Salinity

- ***Global mapping of soil salinity change***, Ivushkin & al., 2019

Research on soil from satellites





Mineral, pH and texture

- ***Is it possible to map subsurface soil attributes by satellite spectral transfer models?***, Mendes & al., 2019
- ***Sentinel-2 image capacities to predict common topsoil properties of temperate and Mediterranean agroecosystems***, Vaudour & al., 2019

Salinity

- ***Global mapping of soil salinity change***, Ivushkin & al., 2019

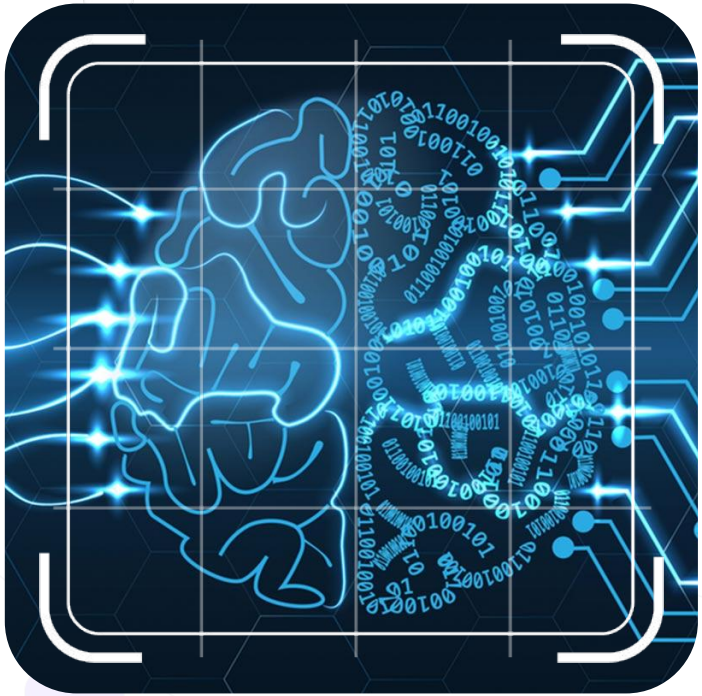
Soil Organic Carbon

- ***Soil Organic Carbon Mapping Using LUCAS Topsoil Database and Sentinel-2 Data: An Approach to Reduce Soil Moisture and Crop Residue Effects***, Castaldi & al., 2019

The rise of constellations

- 900 EO satellites in orbit in 2020
- 6000 EO satellites planned for 2030
- A wide variety of specialised constellations

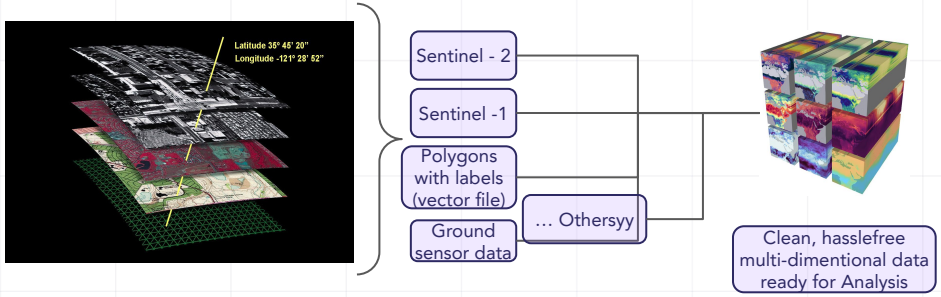
SpaceSense



The arrival of AI

- The access to larger ground truth datasets
- The ability to scale AI model simply
- The access simplification to the technology

Data Fusion



Get a complete view of any situation by combining information from multiple sources with including different types of satellite sensor data within minutes .

Features

- Combine different types of satellite data
- Combine satellite data with your custom raster or vector file information
- Options to customize your constraints for data fusion

Spacesense

CONTACT

SAMI YACOUBI

sami@spacesense.ai

Emmanuelle VAUDOUR
Maître de conférences, AgroParisTech

Illustration par l'étude du carbone des sols

Atelier SOS AMI – 10 décembre 2021

Etude du carbone des sols par télédétection

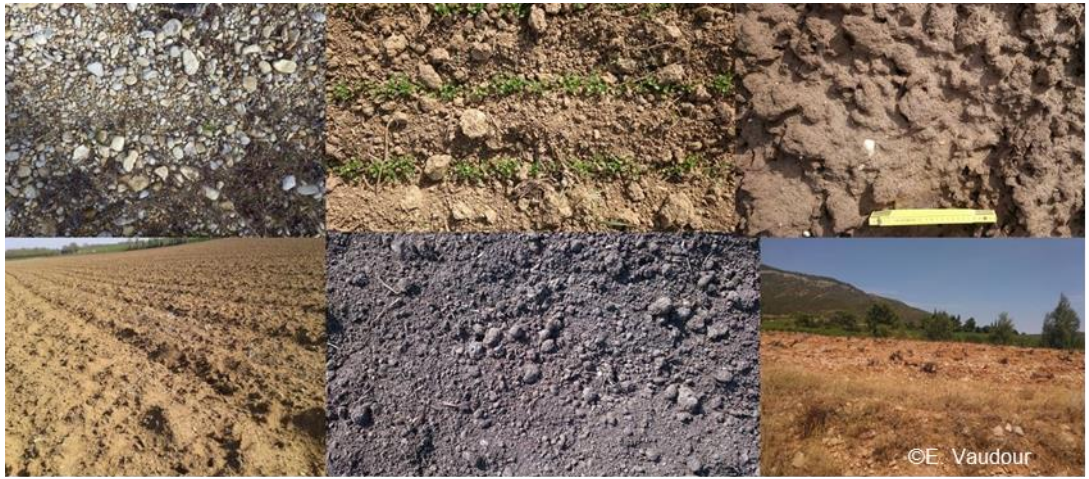
Emmanuelle Vaudour

UMR 1402 INRA/AgroParisTech « ECOSYS »
pole Sol
Université Paris-Saclay

AgroParisTech ECOSYS INRAE université PARIS-SACLAY

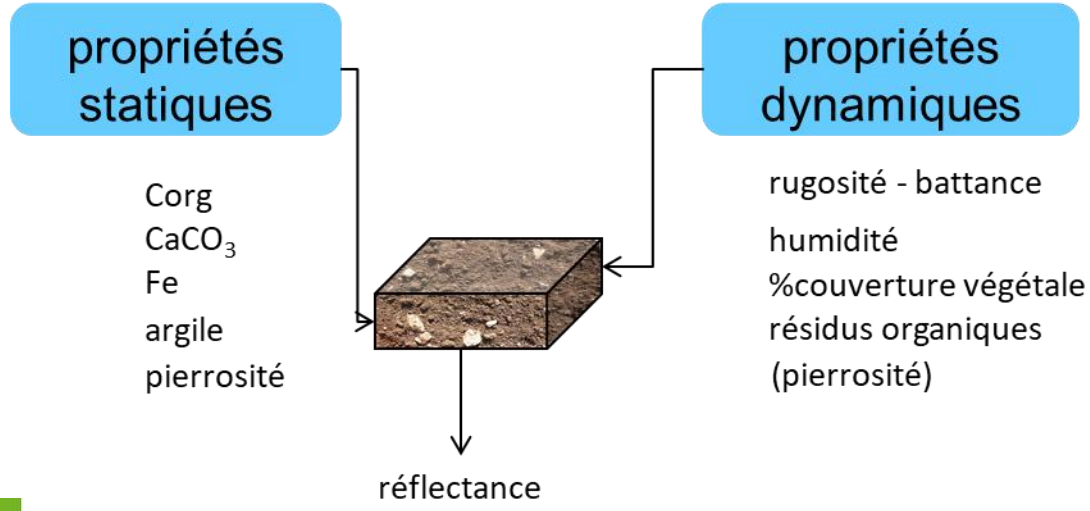
Notion d'état de surface du sol

« composition et organisation de la surface du sol à un instant donné» - R. ESCADAFAL, 1989



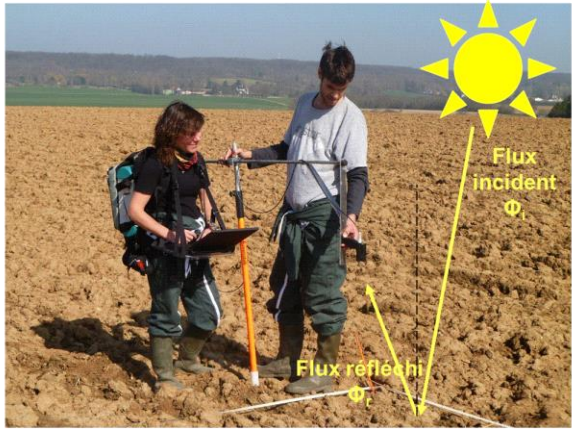
VAUDOUR E., GIRARD MC., 2010, *Pédologie*, chapitre 23. In Girard MC et Girard CM, Traitement des images de télédétection, Dunod, Paris.

Principales propriétés influant sur la réflectance du sol nu



VAUDOUR E., GIRARD MC., 2010, *Pédologie*, chapitre 23. In Girard MC et Girard CM, Traitement des images de télédétection, Dunod, Paris.

Spectres de sols cultivés



©UMR EGC-Equipe Sol, cliché E. Vaudour, mars 2012

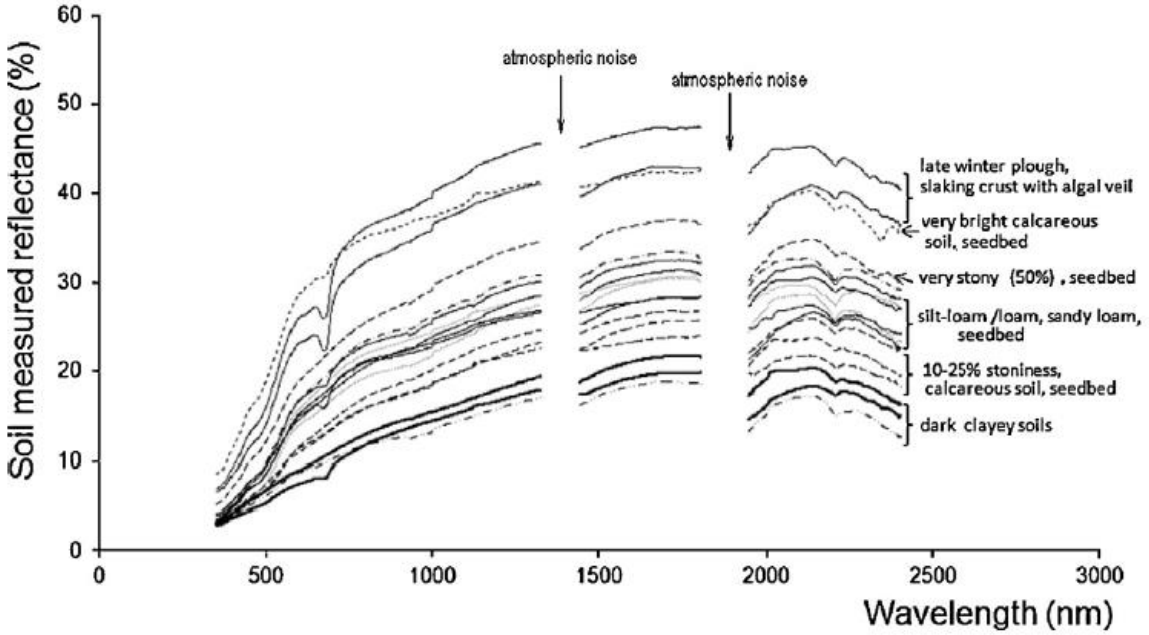
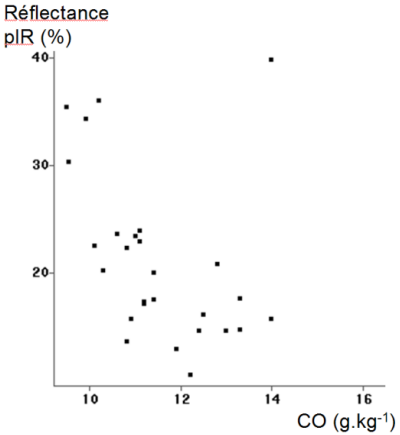
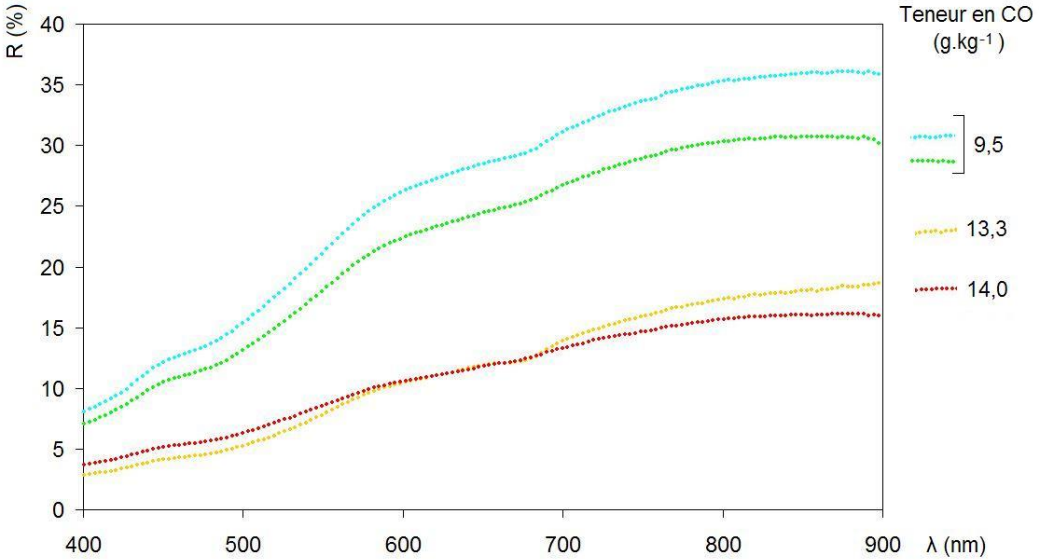


Fig. 2. Selection of various soil reflectance spectra measured in the study zone and covering the whole dataset reflectance range.

Vaudour et al., JAG 2014. DOI:10.1016/j.jag.2013.07.003

Example : influence du carbone organique sur la réflectance du sol



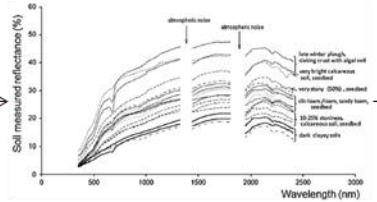


Berthier et al., Etude et Gestion des Sols 2008

Construction de modèles spectraux

Mesure réflectance terrain + prélèvements sols

Analyses chimiques



spectres réflectance terrain

Régression multiple PLSR

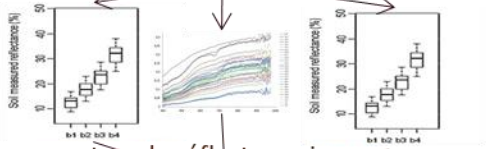
propriété prédite

satellite avion drone

spectres bruts images

correction atmosphérique

(Vaudour et al., JAG 2014a)



spectres de réflectance images

Régression multiple PLSR ou MLR

propriété de sol prédite

(Vaudour et al., EGU2012, EGU2017; Gilliot et al., 2017; Vaudour et al., 2013, 2016, 2021; Urbina-Salazar et al., en révision)

Bases de données régionales

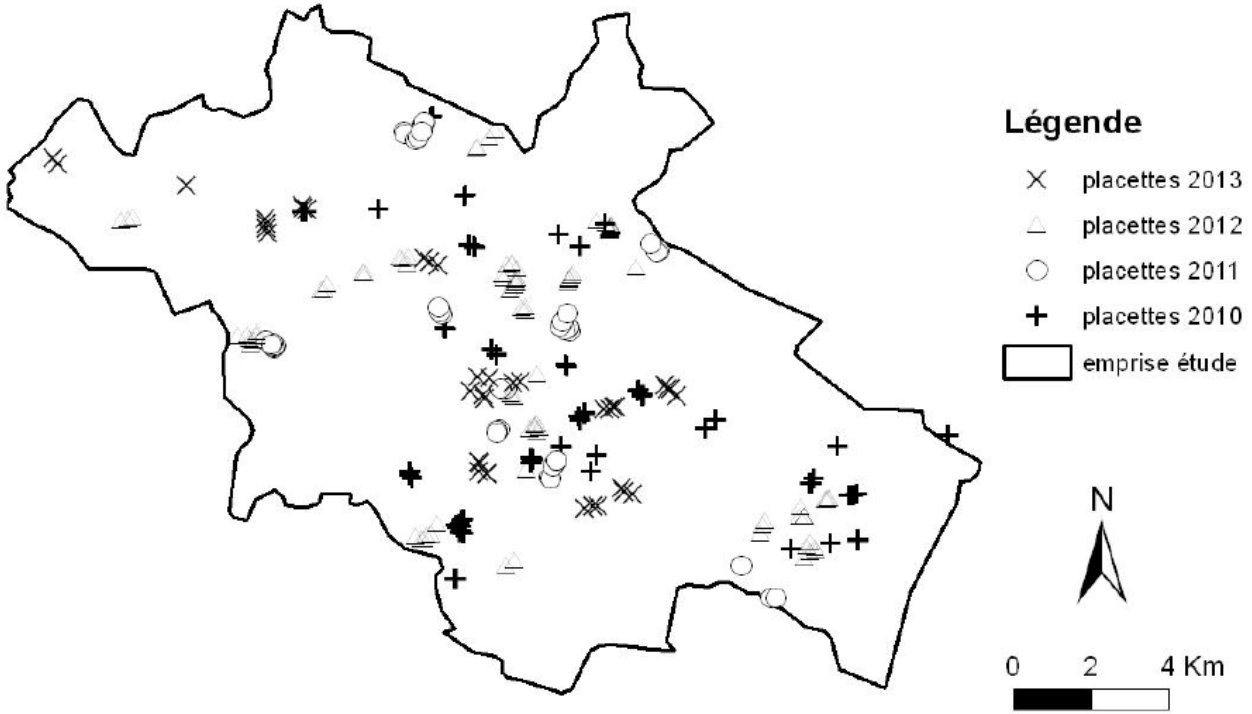
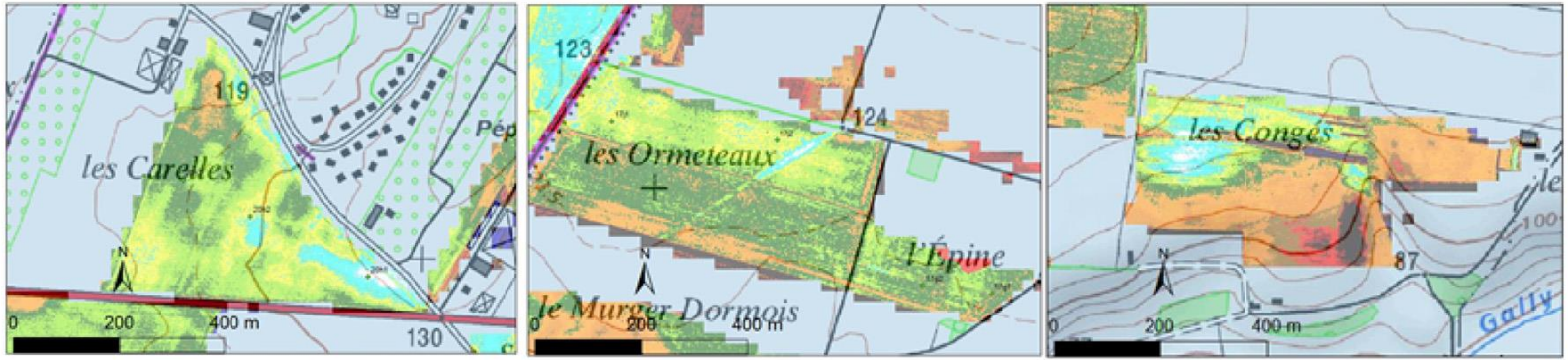


Figure 4. Emplacements des placettes de mesure collectées de 2010 à 2013

In Vaudour (coord) 2014. Rapport final Prostock – GESSOL3

AgroParisTech

Carte de Corg des sols issue d'image hyperspectrale aéroportée AISA-Eagle (400 -1000 nm)



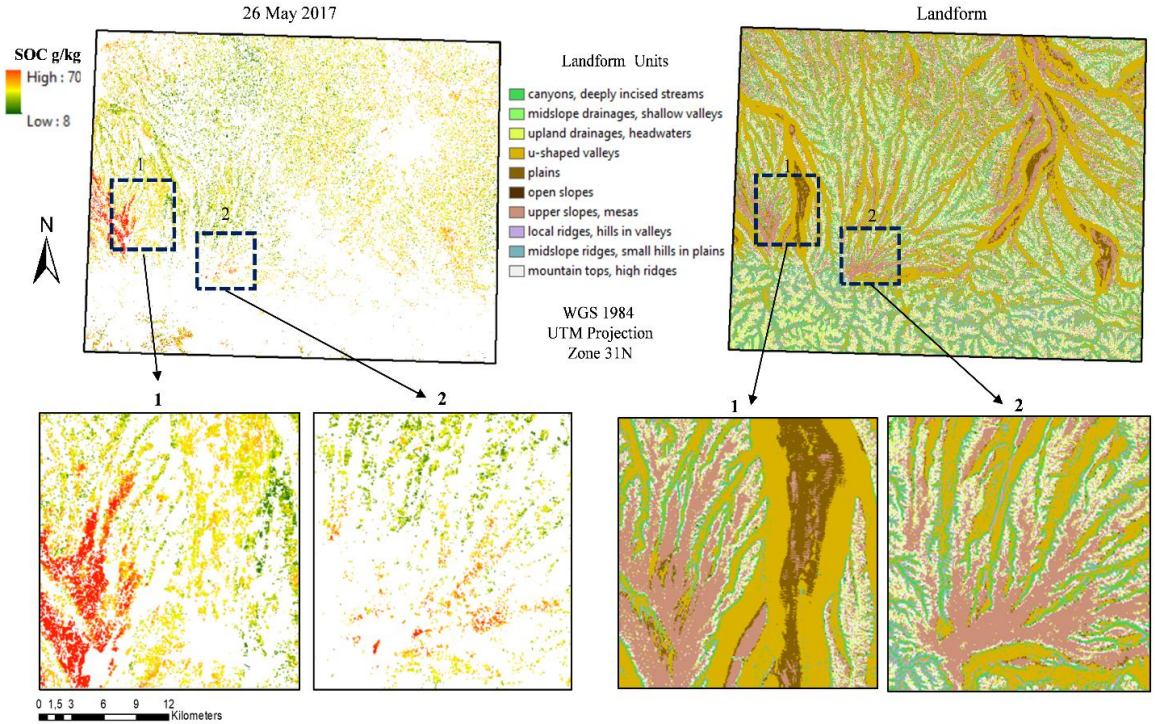
SOC (g.Kg^{-1})

- < 9.5
- 9.5 - 10.8
- 10.8 - 11.6
- 11.6 - 12.6
- 12.6 - 14.1
- 14.1 - 15.9
- 15.9 - 17.7
- 17.7 - 20.0
- 20.0 - 22.4
- 22.4 - 24.0
- 24.0 - 25.0
- 25.0 - 36.0
- > 36.0
- mask

Vaudour et al., JAG 2016.

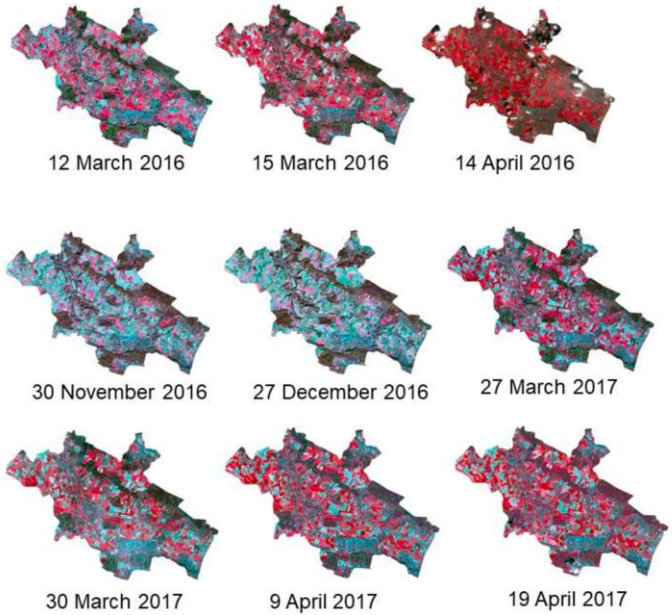
DOI: 10.1016/j.jag.2016.01.005

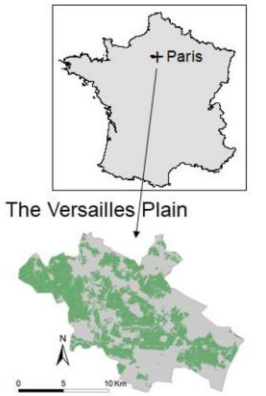
Carte de Corg des sols issue d'image Sentinel-2

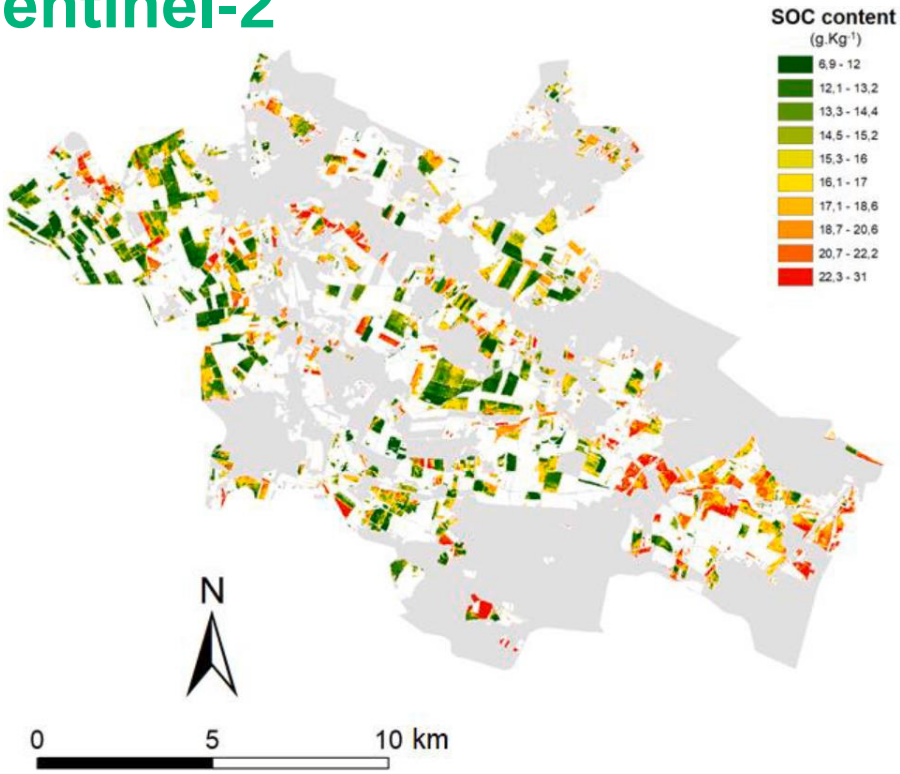


Urbina-Salazar et al., Remote Sensing, en révision

Carte de Corg des sols issue de mosaïque temporelle d'images Sentinel-2



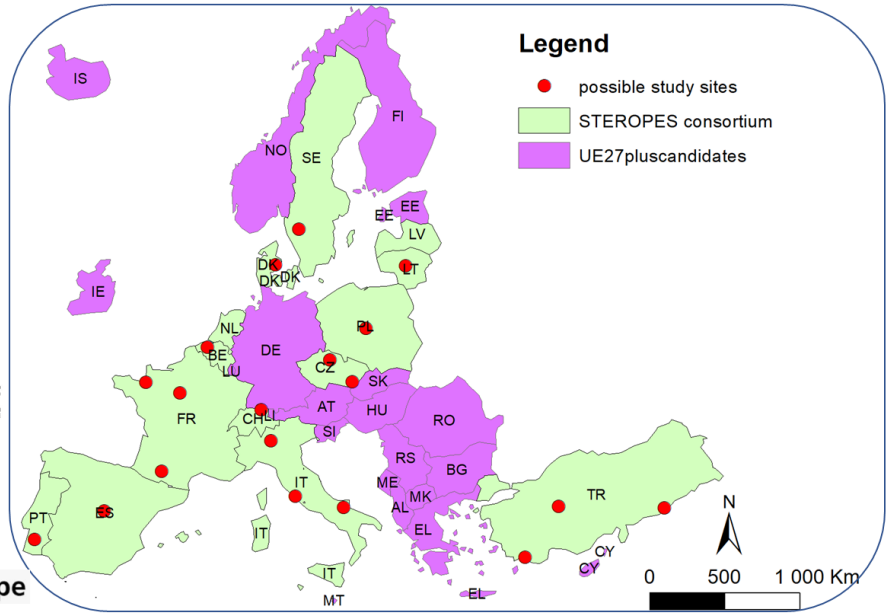




Vaudour et al., 2021. doi.org/10.1016/j.jag.2020.102277

Projet STEROPES EJP 2021-2024

https://ejpsoil.eu/soil-research/steropes/



Vaudour E., 2017 - https://imaggeo.egu.eu/view/12252

emmanuelle.vaudour@agroparistech.fr

Abdelkrim DOUFENE
Directeur stratégie et programmes, IRT SystemX,
VP R&D du Hub Drone Systematic Paris-Region

Présentation du Hub Drone

Systematic
Paris Region Deep Tech Ecosystem

Hub Drones

Abdelkrim Doufene
VP Projets R&D, Hub Drones @Systematic
Directeur Stratégie & Programmes @IRT SystemX

Ambitions du du Hub Drones

Ambitions pour Le Hub

Renforcer la capacité d'innovation française dans les drones : Projets collaboratifs de R&D issus de l'animation sur le territoire francilien ;

Accélérer le passage à l'échelle industrielle : Outil opérationnel adapté aux expérimentations et cas d'usage des drones ;

Faire émerger des champions industriels français des drones : Augmenter la visibilité, faciliter l'accès aux donneurs d'ordre et marchés notamment à l'export ;

Accompagner la puissance publique dans la validation et la certification des opérations et aider la France à tenir son rang de nation aéronautique de 1er plan.

Trois piliers stratégiques

VISIBILITE :

PROMOTION ET STRUCTUR. DE LA FILIERE

- **Structurer et promouvoir le hub drones auprès des acteurs de la filière**
  - Définir un calendrier d'activités (Salon, News letter…)
  - Mieux faire connaître le processus de labélisation
- **Partager et vulgariser les enjeux et les bénéfices pour la société et l'économie**
  - Définir et mettre en œuvre les actions de communications
- **Contribuer à la formation des talents et aux compétences clés pour la filière**

R&D :

TECHNOLOGIES ET REGLEMENTATIONS

- **Identifier et accompagner des projets de R&D**
  - Cartographier les enjeux technologiques et les projets de R&D
  - Sélectionner, labéliser et accompagner des projets de R&D
  - Détecté les appels à projets nationaux et Européens
  - Favoriser les échanges entre les Hubs
- **Favoriser l'évolution des aspects règlementaires et standards au niveau Européen**
- **Déployer et mettre à disposition le centre d'excellence drones d'Ile de France**

BUSINESS :

CAS D'USAGES ET GRANDS EVENEMENTS

- **Accompagner le développement et l'industrialisation des cas d'usages**
  - Disposer d'un outil cartographique et de suivi des cas d'usages
  - Accompagner et suivre le développement & l'industrialisation des concepts d'opération
  - Accompagner et suivre les PME et start-up franciliennes
- **Cartographier et accompagner les grands évènements**
  - Cartographier les grands évènements d'Ile-de-France
  - Mettre à disposition le CEDIF comme centre certificateur pour les JO 2024

Quatre axes d'enjeux technologiques

En addition, l'action du Hub drones vise à structurer, prioriser et dynamiser les sujets de R&D technologiques et réglementaires

Technologies de l'espace aérien

- Gestion dynamique puis déconfliction dynamique
- Systèmes de surveillance « drone » abordables
- Open-UTM
- …

Technologies de l'aéronef

- Detect & Avoid
- Navigation en environnement perturbé
- Emploi de l'hydrogène
- Décision autonome
- Miniaturisation vs. Certification
- …

Technologies de l'usage

- Drone santé : transport à température contrôlée
- Drone Défense : interception de drones non coopératifs
- Drone agricole : Optimisation du traitement des champs
- …

Technologies transverses

- Utilisation du réseau mobile 5G pour le pilotage des drônes
- Mise en œuvre des technologies d'intelligence artificielle
- …

Observatoire des Technologies Drones

- Co-construction de la feuille de route R&D
- Démarche proactive de co-construction, avec les partenaires, de la feuille de route R&D du Hub Drones

Co-construction de la feuille de route R&D

Une démarche proactive de co-construction, avec les partenaires, de la feuille de route R&D du Hub Drones

- Cartographier l‘écosystème des parties prenantes autour des systèmes de drones.
- Identifier les nouveaux usages, les problématiques, les verrous scientifique et technologiques, les contraintes et les nouvelles tendances.
- Identifier les sujets d’intérêt communs et les problématiques nécessitant des efforts R&D mutualisables.
- Proposer des projets R&D et un planning de mise en œuvre.

Planning prévisionnel

Une **démarche active** de co-construction de la **feuille de route**

Octobre - Décembre 2021	• Étude bibliographique et identification des acteurs clés
Janvier - Février 2022	• Interviews et identifications des besoins et priorités
Février - Mars 2022	• Synthèse des retours et de l'état de l'art
Mars 2022	• Consolidation, génération et priorisation des cas d'usage
Avril 2022	• Séminaire de restitution
Mai 2022	• Consolidation et proposition de « concept projets »
Juin 2022	• Présentation des résultats lors d'un évènement thématique

Rémi LAURENT
Directeur Innovation Recherche et Développement, Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie

Besoins du monde agricole pour la valorisation et la gestion des sols

Atelier SOS-AMI

Besoins du monde agricole pour la valorisation et la gestion des sols

Rémi LAURENT, Directeur Innovation-R&D - Chambres d'agriculture de Normandie

Visio-conférence
10 décembre 2021

aGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE NORMANDIE

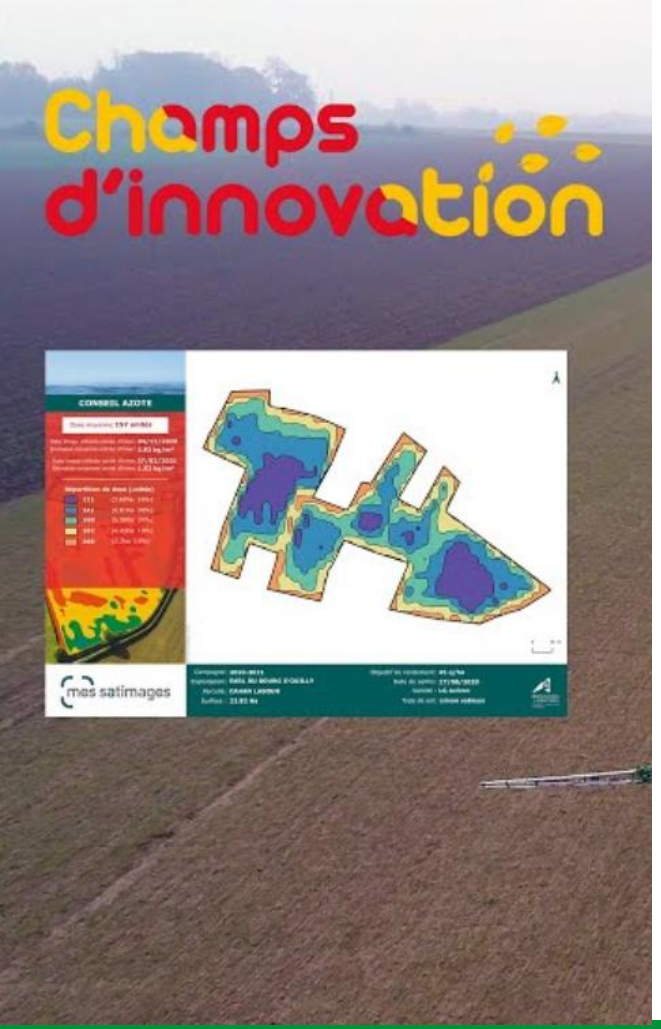


Illustration « plein champs »

Champs d'innovation

INNOV ACTION

PORTE OUVERTE

MODULER SA FERTILISATION AZOTÉE

REYNALD & BENOIT FREGER [RAFFETOT - 76]

Les grands enjeux auxquels est confrontée l'agriculture

Répondre aux attentes de la société en matière de quantité, qualité et sécurité de la production agricole

Atténuer les effets du changement climatique

S'adapter au changement climatique

et cela de façon durable et donc en assurant :

Le revenu des agriculteurs et la compétitivité de leur activité

Une capacité de production répondant aux besoins et respectueuse des ressources

Une adaptation permanente de son activité à son environnement

Maintenir une capacité de production

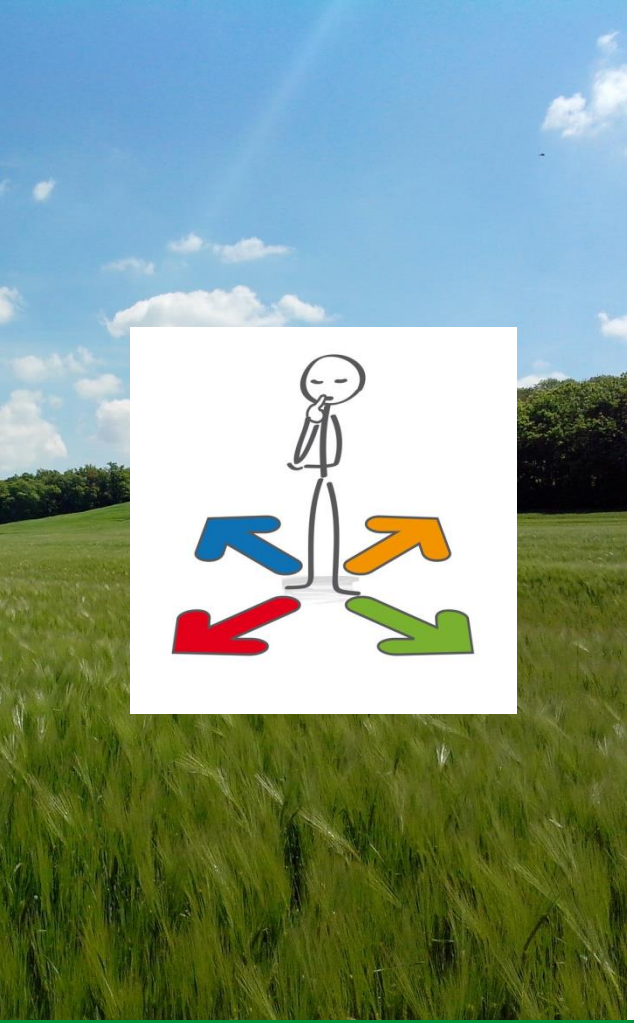
Des hommes, des femmes et des compétences (renouvellement des générations, attractivité des métiers, formation continue…)

Des équipements adaptés et supportables par les exploitations (investissements, coopération, délégation…)

Des sols en quantité et qualité suffisantes

Limiter la concurrence foncière

Garantir une capacité optimale de production des sols (agriculture de préservation, conservation ou de régénération)



Adapter son activité

2 leviers :

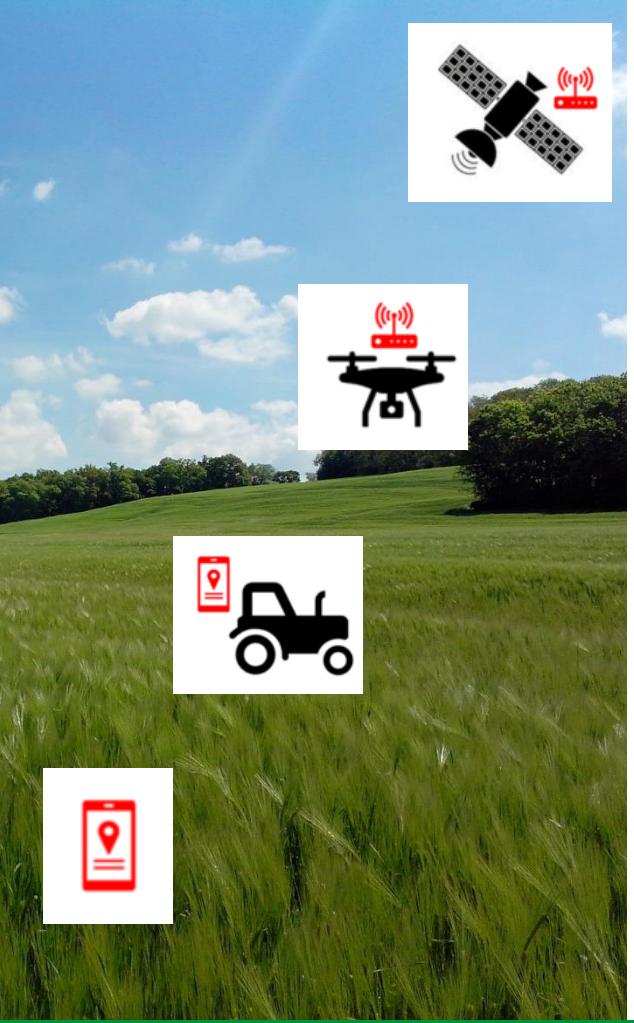
- Les productions (génétique, filières…)

- Les pratiques (désherbage, fertilisation, rotations….)

Les éléments clés qui orientent les décisions :

- De façon conjoncturelle : les marchés, la météo …

- De façon structurelle : les politiques publiques, les habitudes de consommation, le contexte pédoclimatique…



Connaître son sol pour mieux le piloter

Connaître la fertilité pour exploiter le potentiel des sols (capacité à produire)

Les outils actuels :

- L'observation au champ (l'œil et la bêche)
- Les analyses de sol

  Des juges de paix du sol …

  … onéreux à réaliser de façon exhaustive et régulière
- Les images vues du sol (caméras fixes ou embarquées)
- Les images vues du ciel (satellites, drones)

Et si nous disposions demain d'outils d'aide à la décision qui soient à la fois accessibles et universels (en tout lieu et en tout temps) ?

Dominique CAGNON
Directeur des services numériques, AgroParisTech et membre de l'Alliance Harvest

Antoine CORNUÉJOLS
Professeur en Computer Science, AgroParisTech et membre de l'Alliance Harvest

Présentation de l'Alliance Harvest

Fondation AgroParisTech
Sous égide de la Fondation ParisTech
Ensemble, citoyens du vivant

AgroParisTech

TELECOM Paris

IP PARIS

Agreen Tech Valley
LA VALLÉE NUMÉRIQUE DU VÉGÉTAL

Alliance H@RVEST

Le numérique au service du monde agricole

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

SystemX
INSTITUT DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

UniLaSalle
Terre & Sciences

EXEL INDUSTRIES

SOFIPROTEOL

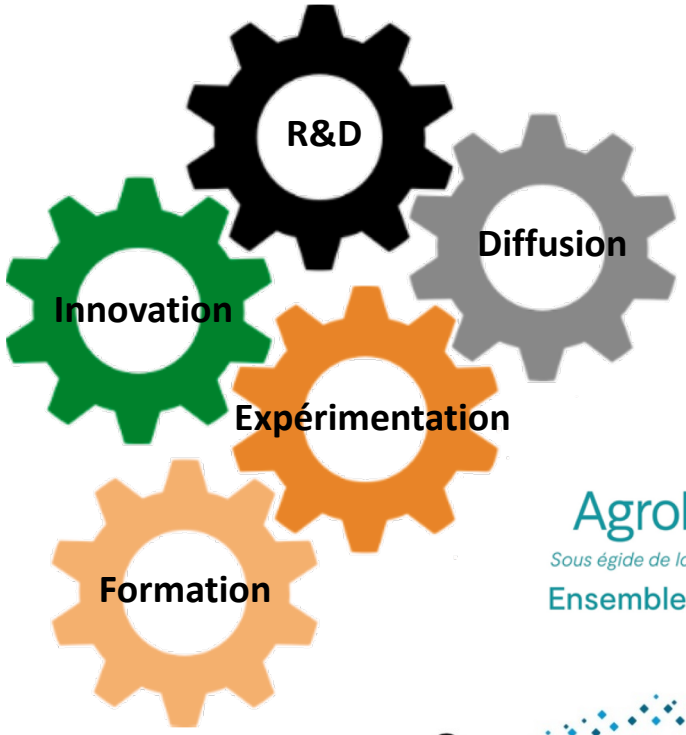
Avril

SCP Partager l'eau, construire l'avenir

Alliance H@rvest : **Missions** et **objectifs**

- Face aux **enjeux** de la transition des systèmes de production agricole en lien avec la révolution numérique
- Une **ambition** : relever les défis agricoles et alimentaires d'aujourd'hui et de demain
- Un **objectif** : accompagner l'usage du numérique au bénéfice de la filière agricole pour optimiser la stratégie, la gestion et la conduite des exploitations et des chaînes d'acteurs
- Des **résultats attendus** : produire des expertises, des talents et des solutions inédits, en alliant recherche, développement, formation initiale et continue, économie et social
- Une **méthode : Fédérer** les écosystèmes du **monde agricole** et du **monde numérique** pour élaborer des projets de recherche et de formation appliquées au secteur de l'**AgriTech**

Alliance H@rvest : les partenaires



- De la Chaire vers l'Alliance combinant
  - une **chaire partenariale** de mécénat dédiée à l'intérêt général
  - des **projets d'innovation** financés par des industriels et le programme d'investissement d'avenir.

Fondation AgroParisTech
Sous égide de la Fondation ParisTech
Ensemble, citoyens du vivant

AgroParisTech

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

SystemX
INSTITUT DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE

Agreen Tech Valley
LA VALLÉE NUMÉRIQUE DU VÉGÉTAL

TELECOM Paris
IP PARIS

UniLaSalle
Terre & Sciences

SCP Partager l'eau, construire l'avenir

SOFIPROTEOL

Avril

EXEL INDUSTRIES

Alliance H@rvest : réussir ensemble

1. L'alliance originale de **multiples compétences** : digitales, agronomiques, économiques, environnementales et sociales,
2. Un **réseau** d'acteurs de secteurs et expertises complémentaires : fondation, académiques, entreprises, interprofessions, instituts de recherche
3. Un **ancrage** opérationnel :
   - les cas d'usages sont portés par des acteurs de la filière agricole,
   - les technologies sont apportées par des acteurs du monde numérique
4. Un **passage de relais** entre *intérêt général* et *industrialisation*

Trois grands **axes**

1. **Capteurs** et gestion des **données** (la ***perception*** *augmentée*)
   - Quels **capteurs** ?
   - Quels besoins en **transmission** ?
   - Comment **gérer**, **partager**, **contrôler** les données ?

2. Aide à la **décision** (la ***cognition*** *augmentée*)
   - Prévision
   - Décision

3. **Formation** & **diffusion** des connaissances (la ***transmission*** *facilitée*)
   - **Formation** initiale et continue
   - **Colloques**
   - Ingénierie **numérique** : Cours en-ligne, blogs, forums, ...
   - **Co-construction** avec les producteurs et les consommateurs

L'alliance H@rvest : **5 actions** pour 2022

- Deux sujets thématiques
  - **Irrigation** et services éco-systémiques associés
    - **Impact** sur les sols et **rôle** des **sols**
    - **Impact** de l'irrigation sur les **maladies** : encore très mal connu
    - Capteurs et modèles OAD pour le suivi **en temps réel** et **à plus long terme**
  - **Bio-agresseurs** et protection des plantes
    - **Détection**, quantification, lutte
    - Quels **capteurs**
    - Suivi en **temps réel** et **prévision**

Question commune sous-jacente : *quel **rôle du numérique** dans l'agriculture ?*

L'alliance H@rvest : **5 actions** pour 2022

- Trois sujets transversaux
  - **Fusion de données** à partir de sources hétérogènes
    - Enjeu de la **normalisation**
    - Quel **business model** à partir des données et de leur exploitation ?
    - Qui en profite ? Comment en faire profiter les agriculteurs ?
  - **Traitements de confiance** des données
    - Enjeux de **cybersécurité**
    - **Souveraineté** des données. **Durée de vie** des données
    - **Traçage** (e.g. blockchain)
  - « **Moisson énergétique** »
    - **Limiter** la **consommation** d'énergie et **l'impact environnemental** du numérique

Les **instances de gouvernance**

- Un Comité d'Orientation et d'Évaluation :
  les représentants stratégiques des fondateurs
  - **Supervision** et le **contrôle** de l'activité de l'Alliance, dont diffusion des résultats
  - **Approbation** de nouveaux partenaires
  - **Choix** de la prospection de partenaires potentiels, identification de cas d'usage
- Un Comité de Pilotage : les représentants opérationnels des fondateurs
  - **Définition** et **suivi** des activités et des sujets scientifiques et techniques
  - L'**élaboration** des actions menées
  - **Propositions** budgétaires associées à ces actions, à destination du COE ;
  - **Communication**
  - Rédaction des **rapports** d'activité
- Des Comités de pilotage / projet

Financement

- Un programme partenarial sur **cinq ans**
- Un **budget** global de 7 M d'€
  - Moitié :
    - Auto-financement
    - Mécénat de compétences
  - Moitié :
    - Mécénat financier
    - Appels à Projets

Michel HAGEGE
Chargé de mission, IRT SystemX et VP de la commission Agritech de Systematic Paris-Region

Conclusion

la France est le 3ème pays au monde en termes de startups AgriTech créées par habitant

- 1er pays de l'Union européenne en terme de levées de fonds pour l'Agritech et la Foodtech
- 215 start-ups et entreprises référencées dans de domaine de l'AgriTech et de la Foodtech dont 7 font partie du classement FrenchTech120 et 2 sont membres du Next40
- 120 000 élèves ingénieurs agronomes formés chaque année
- Excellence universitaire, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, UniLaSalle, etc …

Numérique, robotique et génétique
sont les trois piliers de la stratégie d'accélération du PI4

13h30 – 15h30 | **Atelier de montage du projet SOS_AMI**

Le PIA mobilisé aux côtés des agricultrices et des agriculteurs français

- Développer des solutions innovantes au service de la résilience et de la compétitivité du monde agricole et de l'industrie agro-alimentaire dans la transition agroécologique (428 millions d'euros)
- Concevoir et déployer les solutions pour une alimentation plus durable et favorable à la santé (449,5 millions d'euros)
- Innover pour réussir la transition agroécologique (90 millions d'euros)
- Répondre aux besoins alimentaires de demain (110 millions d'euros)

13h30 – 15h30 | **Atelier de montage du projet SOS_AMI**

Merci de votre attention

RDV à 13h30

CONTACTS

Karine.laval@unilasalle.fr
gwenaelle.berthier@irt-systemx.fr