

Institut français
des sciences et technologies
des transports, de l'aménagement
et des réseaux



Internet des Objets (IOT)

Contexte, Projets et Perspectives

à l'IFSTTAR

Vincent Le Cam

IFSTTAR / COSYS

Dirlab « SII : Structure & Instrumentation
Intégrée »



IFSTTAR



Sommaire:

- IFSTTAR / COSYS / SII
- Introduction et enjeux de l'IOT
- Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE
- Trois projets d'envergure et concrets
 - SNCF : Projet *Demeter*
 - EDF / VINCI : Projet *Electracking*
 - Génie Civil Français (ASF) : Projet *SIPRIS* - Portique Autoroutiers
- Projets notables en cours / à venir
- Vision – enjeux futurs – perspectives...
- Discussion



1) IFSTTAR / COSYS / SII



SII : Structures et Instrumentation Intégrée

RH à ce jour = 20 ETP dont :

1 Chercheurs	3
□ Ingénieurs	2
□ Techniciens	9
□ Assistante	1
□ Post-Doctorant	1
□ Doctorants	2
□ CDD Ingés	2
□ Apprentis	0

(Nombreux stagiaires...)



Lien très fort avec I4S : équipe projet commune Ifsttar / Inria

Inria

Lien avec le CEA LETI via **CARMIN**



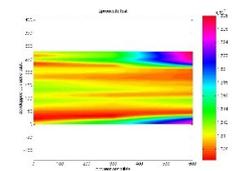
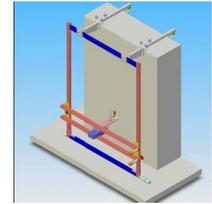
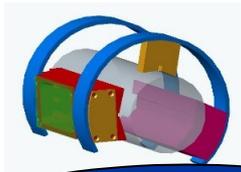
leti



1) IFSTTAR / COSYS / SII



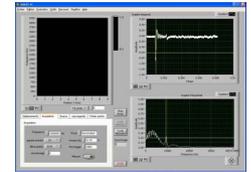
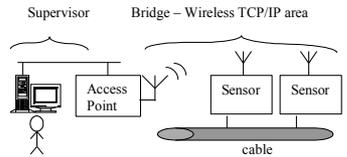
SII : Structures et Instrumentation Intégrée



Imagerie & traitement de signal

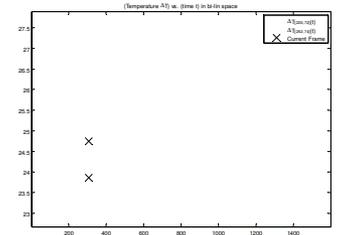
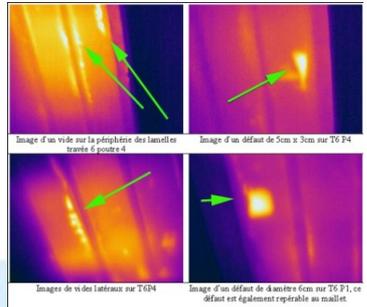
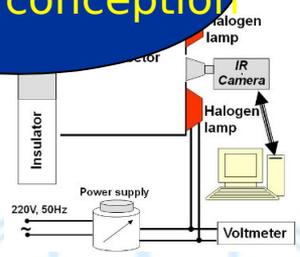
Instrumentation GEII

Méthodes thermiques & optiques pour l'auscultation et le contrôle

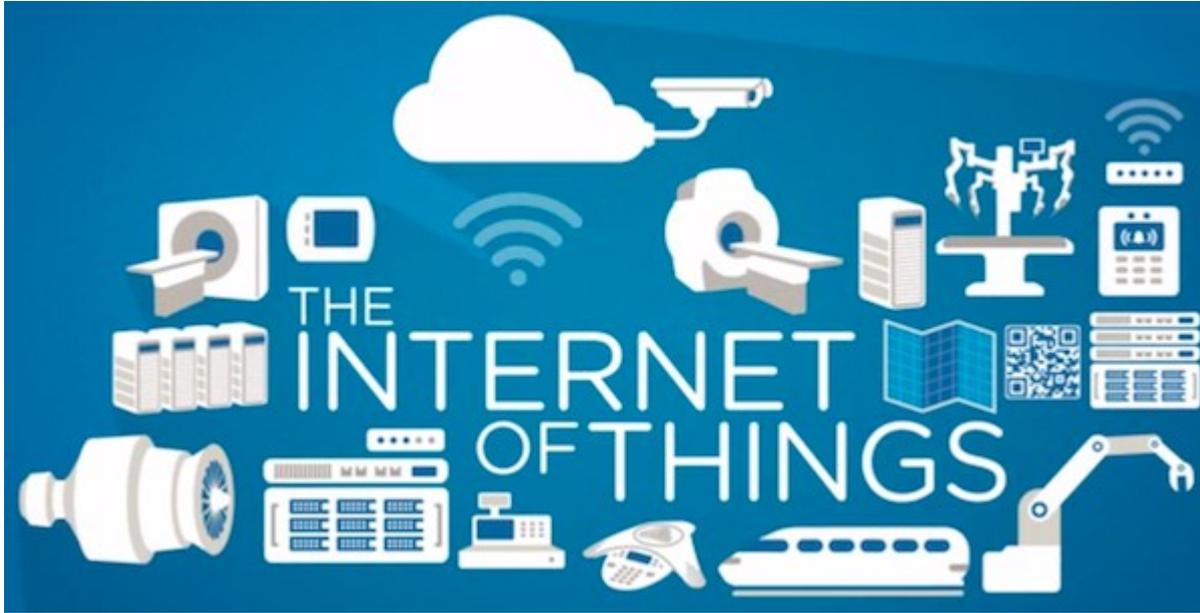


Essais Vibratoires & thermiques

Mécanique Etudes & conception



2) Introduction et enjeux de l'IOT



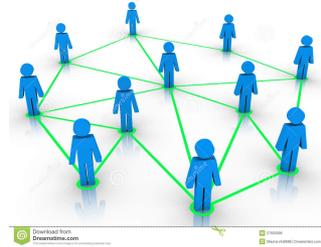
- De quoi parle -t- on ?
- Est ce si nouveau ?
- Pourquoi maintenant ?
- Quels ouvertures et quels enjeux ?

2) Introduction et enjeux de l'IOT



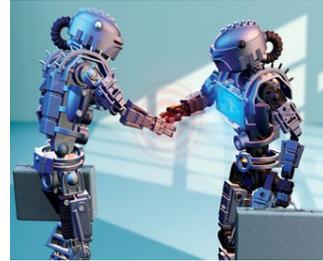
- **De quoi parle -t- on ?**

- La connexion des « choses », des objets y compris des humains
- Plus concrètement : des capteurs, des actionneurs...
- Suite logique et technologique de l'Internet



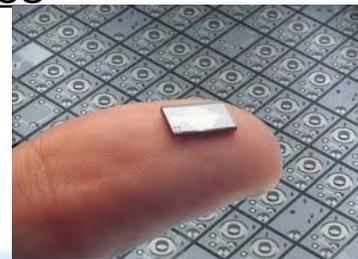
- **Est ce si nouveau ?**

- Historiquement l'homme est *objet* communicant
- ...comme les objets qu'il crée
- Une généralisation du « M2M : Machine To Machine »
- Plus d'humain, plus de centralisation (cloud)



- **Pourquoi maintenant ?**

- Business : les acteurs télécoms (opérateurs, électroniciens...) touchent une limite : 80 % des terriens téléphonent ; besoin de nouveaux marchés
- La technologie électronique a fait de gros progrès :
 - Consommation des systèmes : réduction / récupération
 - Micro (MEMS) et Nano capteurs
 - Standardisation et portée des protocoles wireless
 - Capacité des réseaux IP (IPV6) et du stockage (Big Data)



2) Introduction et enjeux de l'IOT



IOT et structures “à enjeux” : lesquelles ?



Civil engineering



Aerospace & Aeronautic



Energy

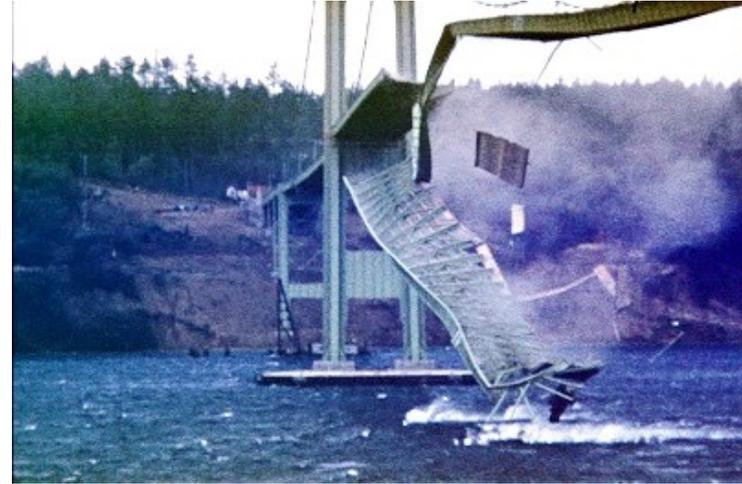


Transport

2) Introduction et enjeux de l'IOT



IOT et structures "à enjeux" : pourquoi ?



2) Introduction et enjeux de l'IOT



IOT et structures “à enjeux” : pourquoi ?



2) Introduction et enjeux de l'IOT



IOT et structures "à enjeux" : pourquoi ?

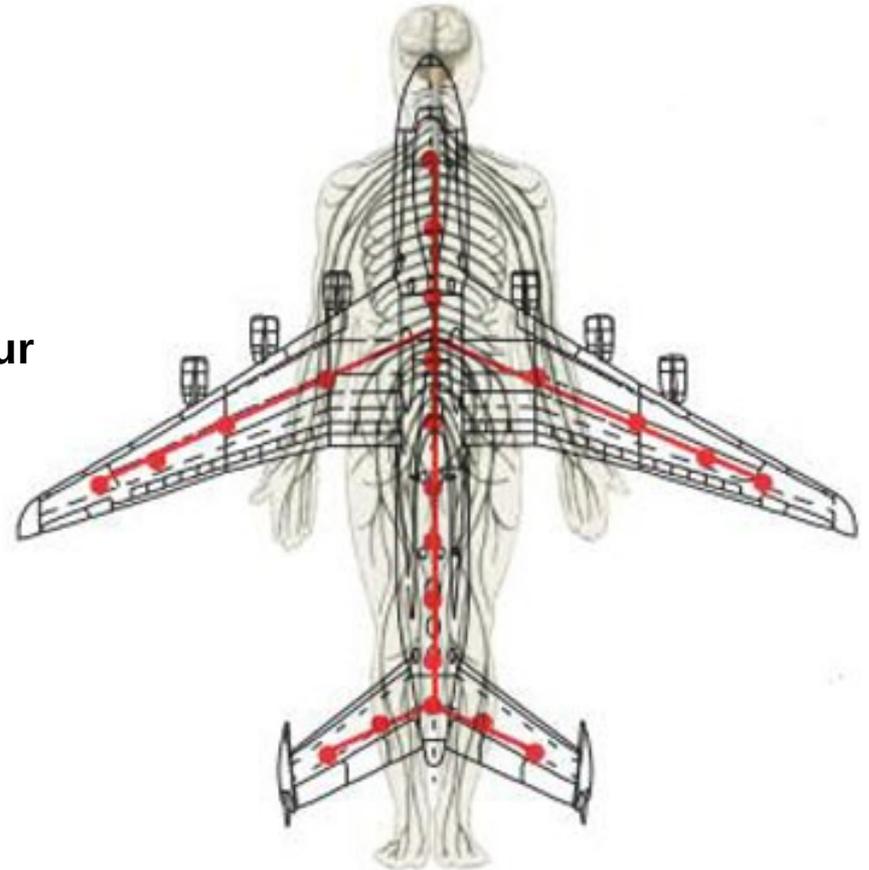


3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

Positionnement Ifsttar : IOT des structures

Analogie entre:

- **Le corps**
 - système nerveux et cerveau
- **La structure**
 - Un réseau de **capteurs** et un **ordinateur**

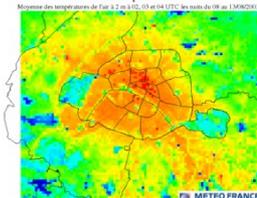


3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

Positionnement Ifsttar : IOT des structures

Le Contrôle de Santé des Structures dans l'équipe :

Modèles numériques



Analyse statistique



Instrumentation et capteur

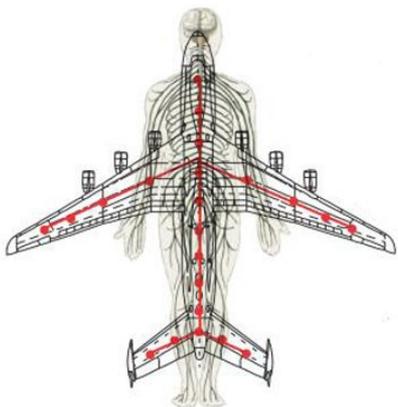


+
+
=



3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

Positionnement Ifsttar : IOT des structures



Une structure n'est pas une **vie humaine** mais beaucoup en dépendent...

Une **analogie qui a ses limites**... l'être humain finit par se sentir malade...et ira chez le médecin...pas le pont !

Tout l'enjeu (définition ?) du SHM : rendre les structures plus **intelligentes** :

→ capables de fournir un diagnostic sur leur état de santé

→ **aller plus loin que la “simple mesure” d'un signal. Un signal + un algorithme = donner un sens qualitatif voire quantitatif de la santé de l'ouvrage**



3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

Positionnement Ifsttar : IOT des structures

- être un apport utile (qui a du sens) pour le gestionnaire de la structure
- améliorer le dialogue Ingénieur / opérateur & gestionnaire

La fissure s'est agrandie de 3 μm

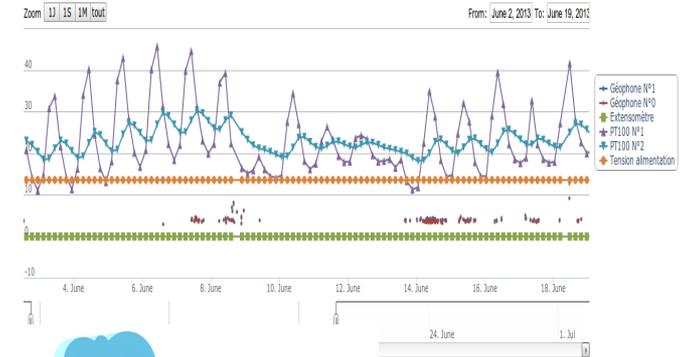


Ah !?! Faites détruire l'ouvrage



3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

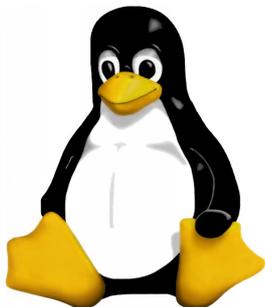
PEGASE : Plateforme Experte Générique pour Applications Sans-fil Embarquées



3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

PEGASE : Plateforme Experte **Générique** pour Applications Sans-fil Embarquées

- V1 (2009...) vendues / installées en qqs milliers d'ex. Via société A3IP
- V2 (2016 ...) en cours de valorisation Ifsttar ; nombreux cas d'utilisation



Coeur : Gumstix OVERO – Linux EMbarqué

Processor DSP : traitement de signal
Port carte μ SD stockage jusque 32 Go
WiFi / Bluetooth

Récepteur GPS NEO6T

Récepteur avancées
NMEA + Données brutes : localisation précise
Principe **synchronisation temporelle absolue**

MEMS Invensense MPU9150 : mouvement

3 accelero
3 gyro
3 magneto
1 Temperature

Gestion native de l'énergie

1 entrée/sortie batterie Lithium
1 entrée Panneau solaire / DC
Gestion embarquée sur PIC : MPPT et SOC

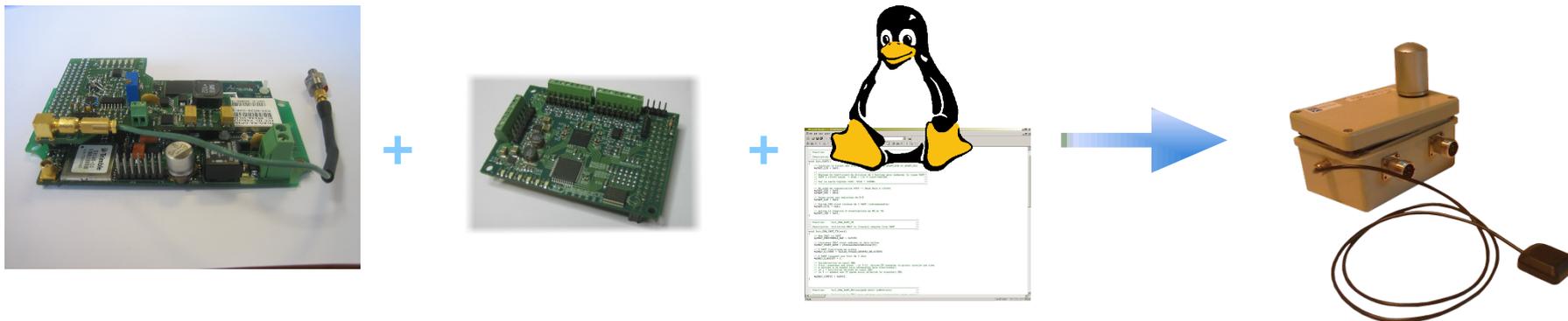
...

3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

PEGASE : Plateforme **Experte Générique** pour Applications Sans-fil Embarquées

Généricité Matérielle : carte fille / carte mère

Généricité Logicielle : Linux embarqué / prg simple en C/C++ standard



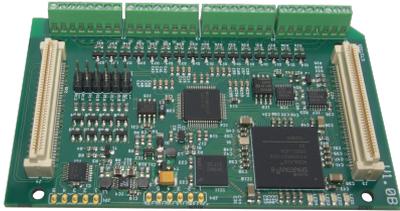
Pour une **application donnée** une **carte fille spécifique** est développée :

- utilisant les **entrées/sorties nécessaires** de la carte mère
- un **convertisseur analogique numérique** (CAN ou DAC), le conditionnement et les capteurs nécessaires :

- Accéléromètres . Inclinomètres . Gyro
- Jauges . Sondes de Température . etc.

3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

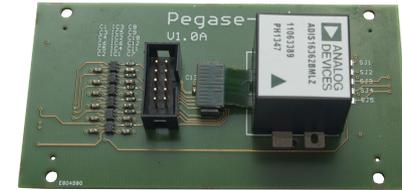
PEGASE : Plateforme Experte Générique pour Applications Sans-fil Embarquées



Carte 8 voies



Carte 3G



Carte ADIS inertielle



Carte POE

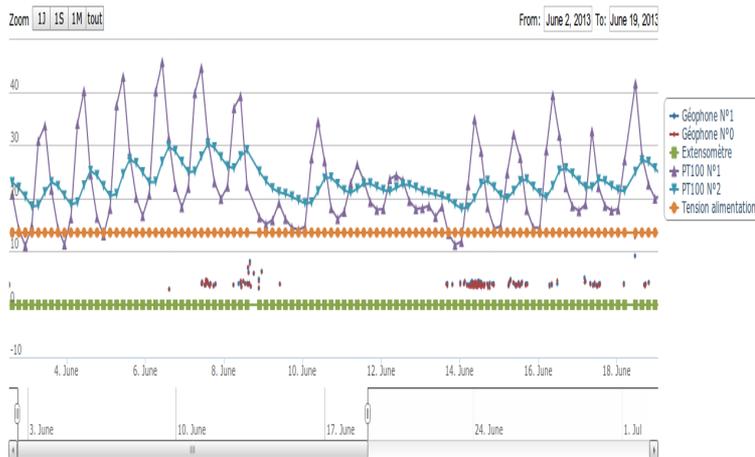


Carte Debug

...

3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

PEGASE : Plateforme Experte Générique pour Applications Sans-fil Embarquées



Superviseur Générique de l'IFSTTAR

- Pourquoi ?
- Monitoring de l'instrumentation de terrain
- Une base de capteurs extensible !
- Une solution **cloud / Big Data**
- Professionnelle et commercialisée (suite appel à licence Ifsttar) par

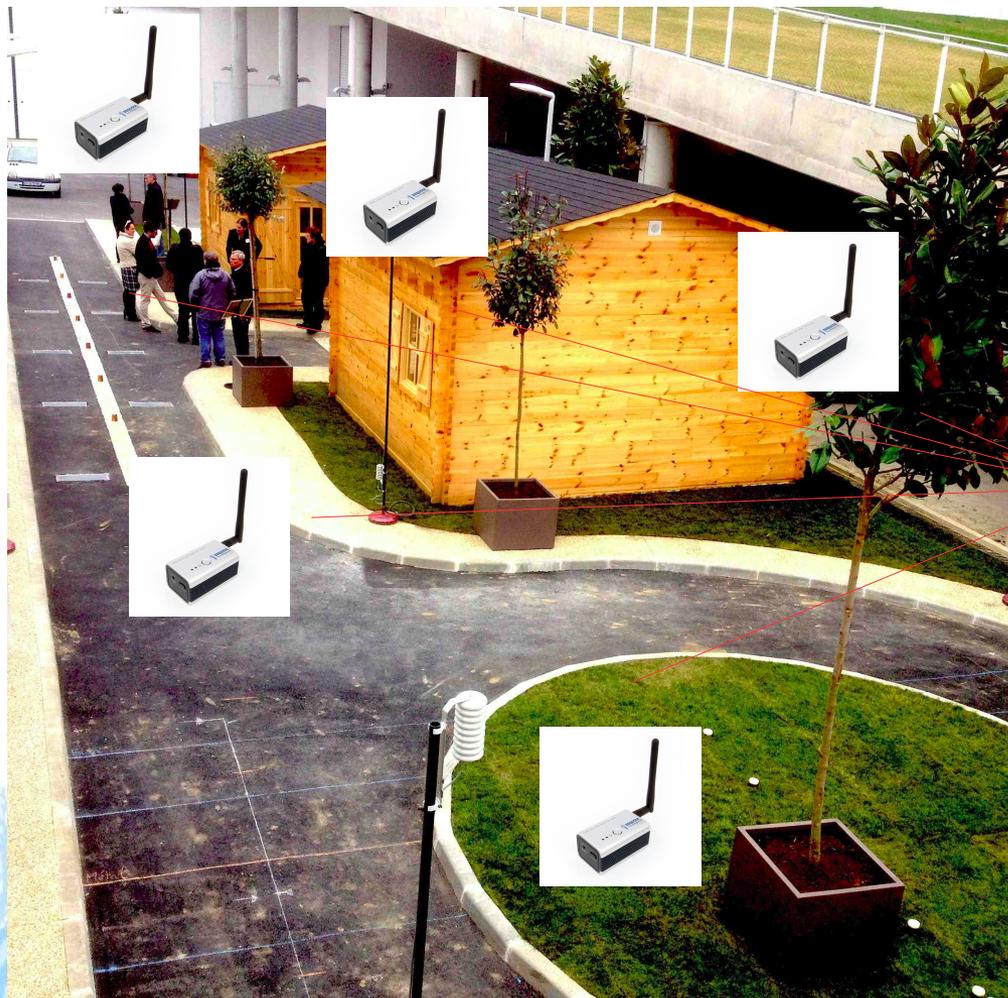


POWERLAN

stimo

3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

PEGASE : Plateforme Experte Générique pour Applications Sans-fil Embarquées



Visualisation Temps réel des données issues des capteurs

Quelques soient les capteurs... PEGASE ou non.

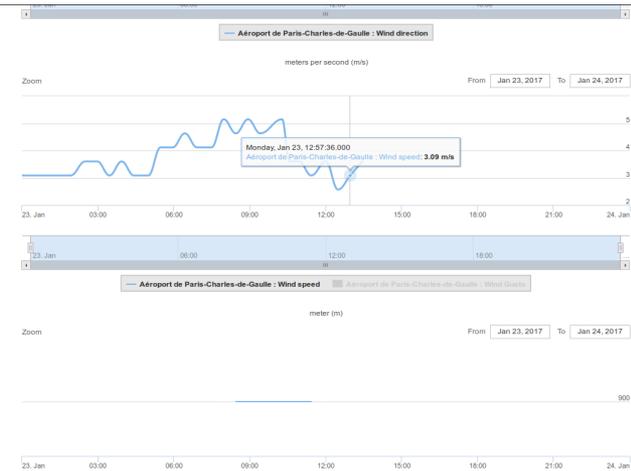
Envoi d'alarmes SMS / EMAIL...

Configuration des capteurs

You can select a period of view by clicking on time duration in the box on top of the chart. You can also zoom in by selecting with the mouse a period directly in the chart.

CHANNELS (CONTINUOUS DATA)
Data channel can contains more data than the chart can display, if you select a too large period compared to the data acquisition frequency. In this situation, the envelope of the signal is show on the chart.

CHANNELS (TRIGGERED DATA)
Each point displays an acquisition sequence. You can click on it to view all data triggered in the same time.



3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

PEGASE : Plateforme Experte Générique pour Applications Sans-fil Embarquées

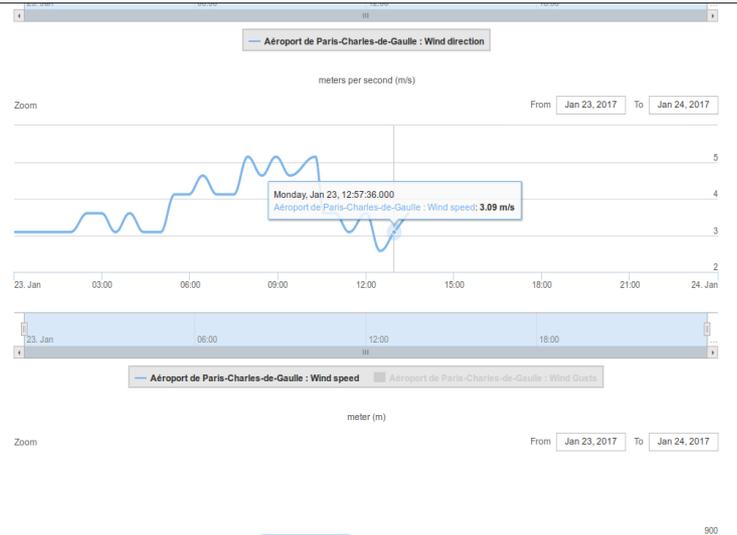
You can select a period of view by clicking on time duration in the box on top of the chart. You can also zoom in by selecting with the mouse a period directly in the chart.

CHANNELS (CONTINUOUS DATA)

Data channel can contains more data than the chart can display, if you select a too large period compared to the data acquisition frequency. In this situation, the envelope of the signal is show on the chart.

CHANNELS (TRIGGERED DATA)

Each point displays an acquisition sequence. You can click on it to view all data triggered in the same time.



Stockage en Big Data

- Hébergement en data-center (ex OVH) ou SI du client
- Stockage, sauvegarde sécurisés



3) Quelques solutions IFSTTAR : concept PEGASE

PEGASE : Plateforme Experte Générique pour Applications Sans-fil Embarquées

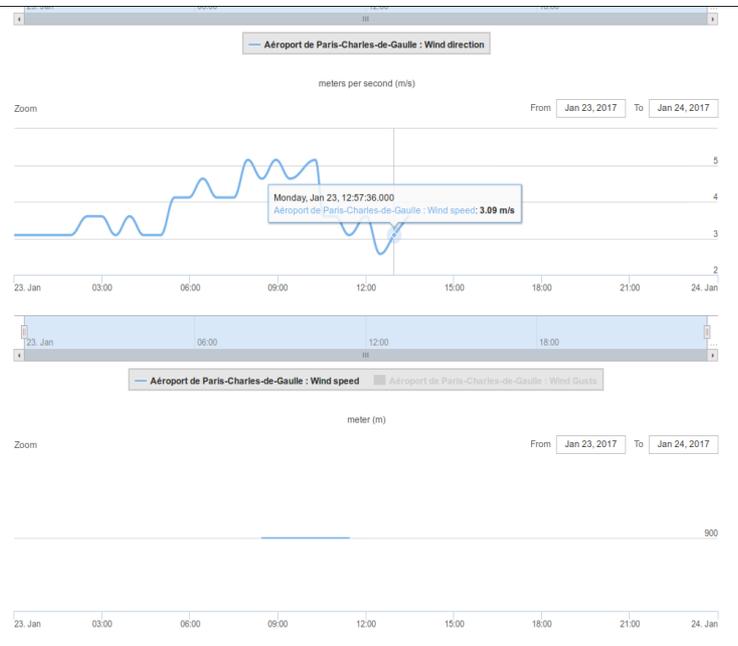
You can select a period of view by clicking on time duration in the box on top of the chart. You can also zoom in by selecting with the mouse a period directly in the chart.

CHANNELS (CONTINUOUS DATA)

Data channel can contains more data than the chart can display, if you select a too large period compared to the data acquisition frequency. In this situation, the envelope of the signal is show on the chart.

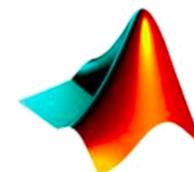
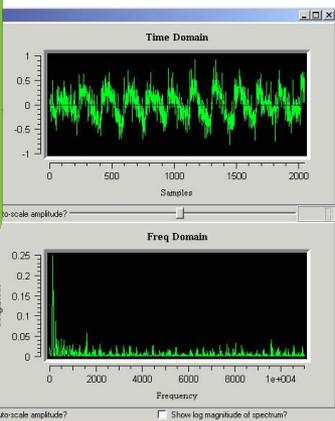
CHANNELS (TRIGGERED DATA)

Each point displays an acquisition sequence. You can click on it to view all data triggered in the same time.



Exploitation et interfaçage

- Via une « API »
- Connexion à des applis tierces (temps réel, automatique ou manuel...)
- Algorithmes métiers....



MATLAB

4) Trois projets d'envergure et concrets





4) Trois projets d'envergure et concrets



DEMETER



4) Trois projets d'envergure et concrets

DEMETER : LES ENJEUX

- « Accompagner SNCF dans l'IOT : Internet Of Things »
- Evaluer l'apport des solutions Wireless and Smart Sensors de l'IOT (comme PEGASE) pour les applications de mesures ou de suivi de santé des infrastructures SNCF
- Valider une ou des familles de solutions matérielles et logicielles pour que SNCF envisage des déploiements industriels
- IFSTTAR met son savoir faire PEGASE à l'épreuve d'applications de monitoring de terrain. Accélération de la valorisation :
 - De la nouvelle carte PEGASE2
 - Du Superviseur Générique
- Rendre **communicant** et un peu plus **intelligents** des items ferroviaires constitue **une rupture pour SnCF** pour
 - La maintenance prédictive
 - La maintenance temps-réel
 - Et donc **la sécurité intrinsèque du ferroviaire**

4) Trois projets d'envergure et concrets



50 000 Moteur PN



27 000 ouvrages d'art



Réseau ferré national :
30000 kms de rail



2300 aiguillages



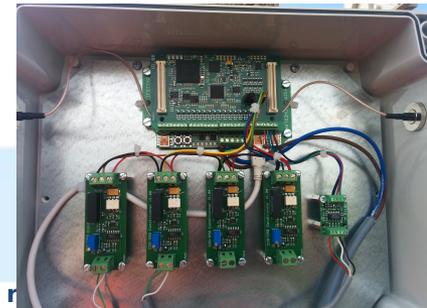
1000
Compteurs
essieux

4) Trois projets d'envergure et concrets



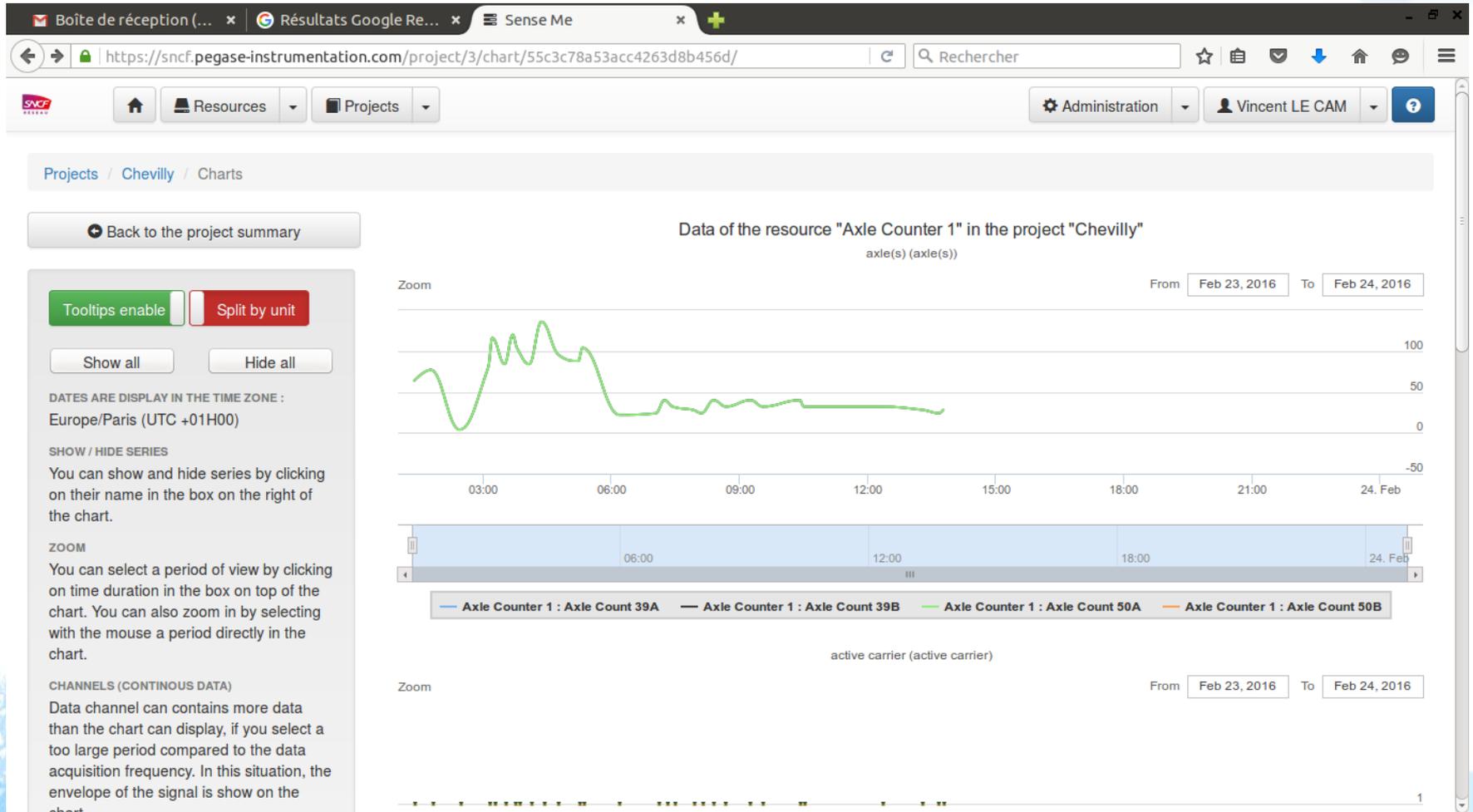
Monitoring des Compteurs Essieux

- Présence/absence des porteuses 39 / 50 kHz en sortie des Compteurs Essieux
- Comptage des essieux en 2 points (ou +) par site instrumenté, détection de défaut
- Evaluation vitesse moyenne du train, dé/accélération du train vu des 2 points de mesures
- Connaissance de la vitesse de chaque wagon : phénomène de battement de caisse
- Instrumentation 2 PEGASE CE sur site de Chevilly



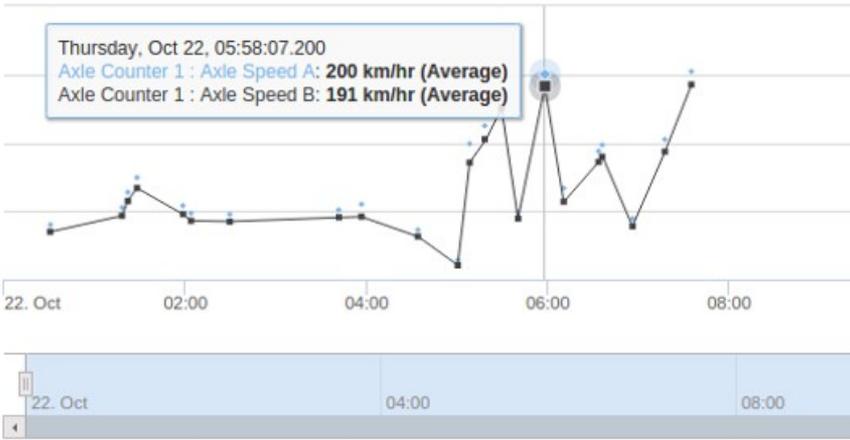
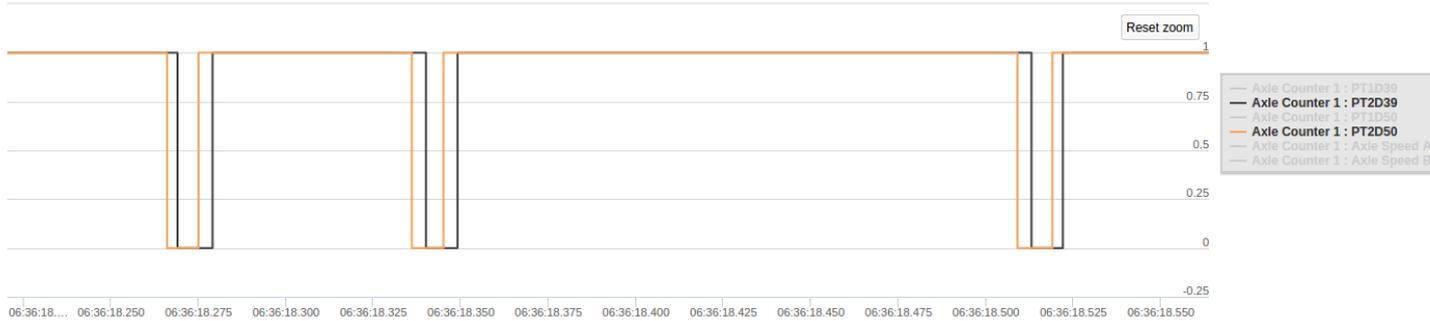
4) Trois projets d'envergure et concrets

<https://snCF.pegase-instrumentation.com>

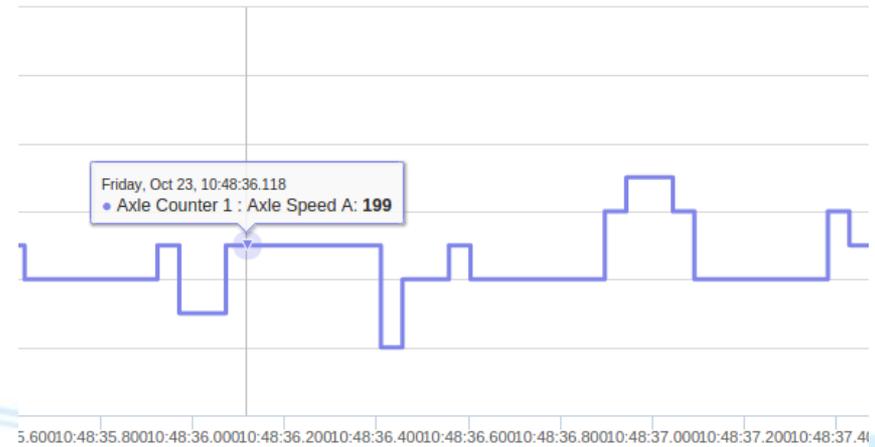


4) Trois projets d'envergure et concrets

<https://snCF.pegase-instrumentation.com>



23/10/2015 10:48:34



4) Trois projets d'envergure et concrets

The screenshot displays the SNCF software interface with three main sections highlighted by blue boxes:

- Connexion:** A login form with fields for 'Serveur' (snf.pegase-instrumentation.com), 'Login' (api@example.com), and 'Password'. Below it is a 'Projet(s)' dropdown menu showing 'Chevilly'. At the bottom of this section are 'Manuel' and 'Automatique' tabs, and date selection fields for 'Date début' (10.11.2015) and 'Date fin' (11.11.2015) with a 'Search' button.
- Liste des Trains:** A table listing train schedules for 'mar. 10 novembre' from 01:25:55 to 14:50:50. The entry for 07:19:08 is highlighted in blue.
- Analyse d'un Train:** A detailed view for the selected train, showing 'Date: mar. 10 novembre 07:19:08', 'Essieux: 40', 'Speed: 144', and 'Model: BB 63000-64700 error = 18 %'. It includes a photo of a train and a 'Schéma' diagram.

Additional annotations and elements include:

- A 'Liste des Projets' label pointing to the 'Projet(s)' dropdown.
- A 'Mode de recherche' label with arrows pointing to the 'Manuel' and 'Automatique' tabs.
- A 'Déttection de défaut' label pointing to a warning icon and an 'Explication du défaut' field in the 'Analyse d'un Train' section.
- Two smaller inset windows at the bottom: one showing a calendar for 'novembre 2015' with the 10th highlighted, and another showing search parameters like 'Periode d'analyse en minute' and 'Nombre de train à afficher'.
- The SNCF logo is centered at the bottom of the main interface.

4) Trois projets d'envergure et concrets

Où l'on va plus loin qu'on ne pensait :

- Chaque type de train (loco) étant modélisée par le nombre et l'espacement entre ses essieux
- => reconnaissance automatique du Type de Trains
- => détection de défaut sur les essieux (et quel numéro d'essieux)
- => à l'étude : envoi alarme /SMS en temps réel....

The screenshot displays a software interface titled 'SNCF-software' with three main panels: 'Connexion', 'Liste des Trains', and 'Analyse d'un Train'. The 'Connexion' panel includes fields for 'Service' (SNCF), 'Login' (jeanjacques.mogoro@snct.fr), and 'Password'. The 'Liste des Trains' panel shows a list of train arrivals and departures for November 10th and 11th, 2015. The 'Analyse d'un Train' panel displays details for a train on November 10th at 07:19:08, including speed (144), axle counts (40), and error rates for different axle types (BB 16000 error = 7%, BB 25100-25200 error = 7%, BB 9200-9300 error = 7%, BB 66000 error = 17%, BB 63000-64700 error = 18%). It also shows a 'Type de train' image and a 'Schéma' diagram. A 'Mode de recherche' section is highlighted with arrows pointing to 'Manuel' and 'Automatisé' options. A 'Détection de défaut' section is also visible. The SNCF logo is present at the bottom center of the interface.

4) Trois projets d'envergure et concrets

Autres instrumentations DEMETER - SNCF



4) Trois projets d'envergure et concrets



PEDALE – LORA :

- Développement d'un boîtier communiquant en **LORA**
 - Longue Portée (~15 km)
 - Et/ou **Sigfox**
- Mesurant les temps de montée/descentes des bras de la pédale selon simple modèle en $f(t)$ et seuils SnCF
- Détection de perte d'alimentation électrique / Autonomie du système
- Envoie données + alerte (SMS/email) via le Superviseur Ifsttar en cloud



4) Trois projets d'envergure et concrets

SNCF + IFSTTAR : obtention du prix ERCI !!!
(Échelon national – Échelon Européen → 23 sept)



4) Trois projets d'envergure et concrets



- **Suite du projet PEDALE-LORA :**
 - Valorisation / assistance MOA par Ifsttar pour **2000 exemplaires**
 - Accompagnement : **vers plus de modèles prédictifs embarqué / + de science**
- Suite du projet PEGASE-Compteur Essieux => **projet envergure ODICE :**
 - Montée en TRL sur concept existant
 - Ajout de lois de SHM et de contrôle / commandes
 - Intégration dans une stratégie métier Sncf
- Idem pour **Moteur de Passage à Niveau connectés + MIEH**
 - Démarche Scientifique avec Inria : qu'est ce qu'un PN en bonne santé
 - Ajout de modèles simples de maintenance temps réel et prédictive
 - Basés sur la consommation
 - Temps de montée/descente
- Donner une **échelle plus haute à ces collaborations :**
 - Valorisation (VITTE), capitalisation...
 - Au niveau COSYS , apport inter labo
 - **Accord Cadre Sncf-Ifsttar** en cours de réflexion pour formaliser une **FORUM**





4) Trois projets d'envergure et concrets



FI ELECTRACKING



IFSTTAR

Rte

Réseau de transport d'électricité

Lien vers projet ELECTRACKING





130

RAPPET

RAPPET
130P 4116

4) Trois projets d'envergure et concrets

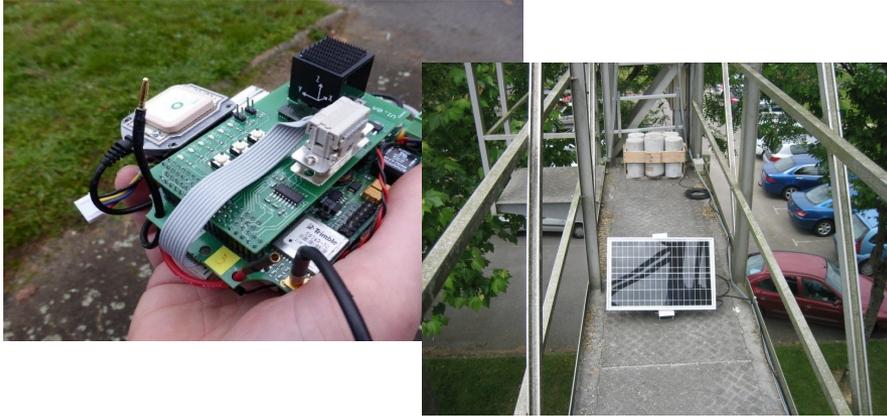


Monitoring des portiques / enjeux

- Des milliers de portiques opérés sur réseaux public et privés
- Essentiel livré avant EUROCODE dédié
- Accidents rares mais graves
- Intervention / Maintenance compliquée...voire pas de maintenance
- Structures souples par nature
- ...



4) Trois projets d'envergure et concrets



Objectif : Détecter les endommagements des portiques de façon précoce



IFSTTAR

Inria

Description :

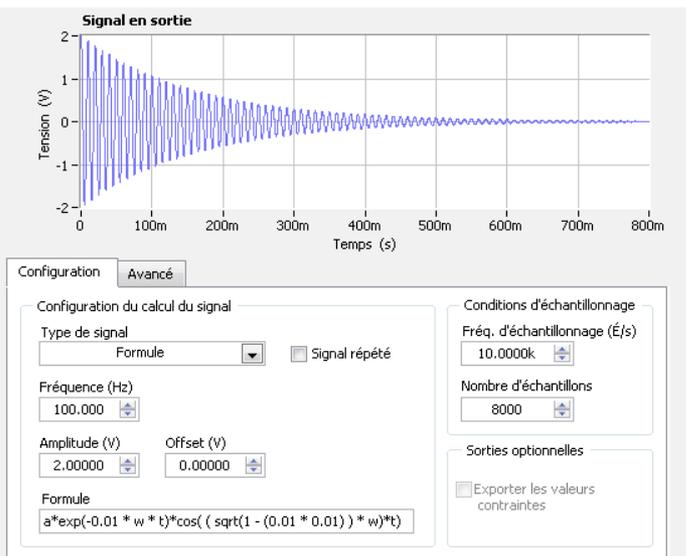
- Fruit du travail de l'équipe commune **I4S**
- Détection de défaut par **analyse vibratoire**
- Suivi de l'évolution des modes du portique
- But : proposer un outil de monitoring clé en main, autonome (énergie) et communicant (3G, SMS)...



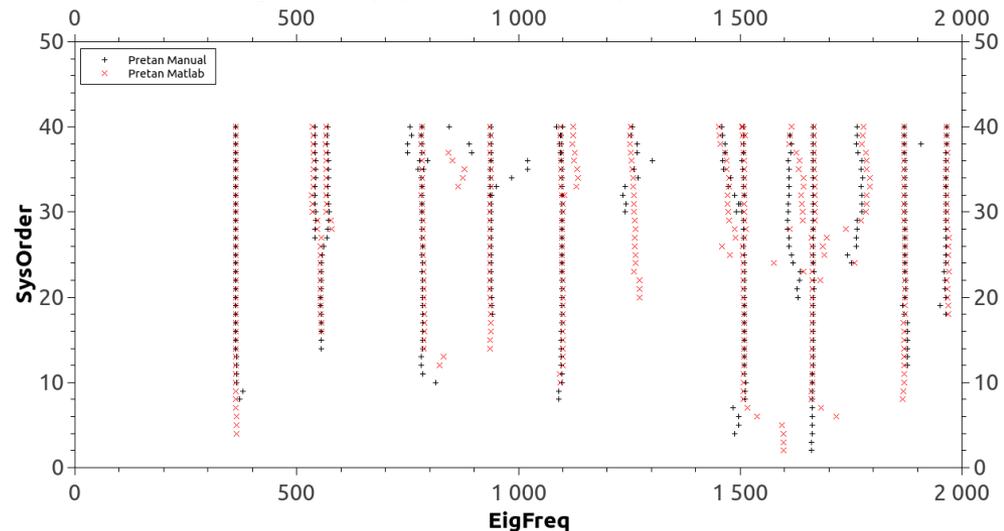
4) Trois projets d'envergure et concrets



- Evaluation et transfert en cours...
- Valorisation
- Extension aux structures « souples »



Diag Stability pretanMatlab vs pretanManual



5) Projets notables en cours / à venir



Vue du futur équipement

IOT de la Ville Numérique et Sensible

5) Projets notables en cours / à venir



Efficacity : des gares RATP «vertes »

5) Projets notables en cours / à venir



R5G: Route de 5ième Génération...

6) Vision – enjeux futurs – perspectives...



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Deux constats forts :

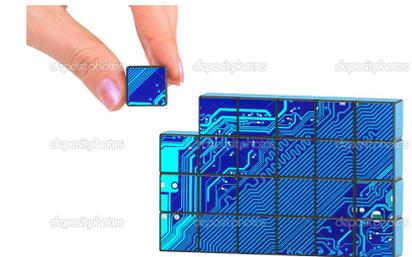
Les technologies IOT semblent proposer des coût négligeables au regard des coûts classiques de maintenance et exploitation des structures à enjeux.

Or le business-model de l'IOT reste à être posé (de façon sectorielle)

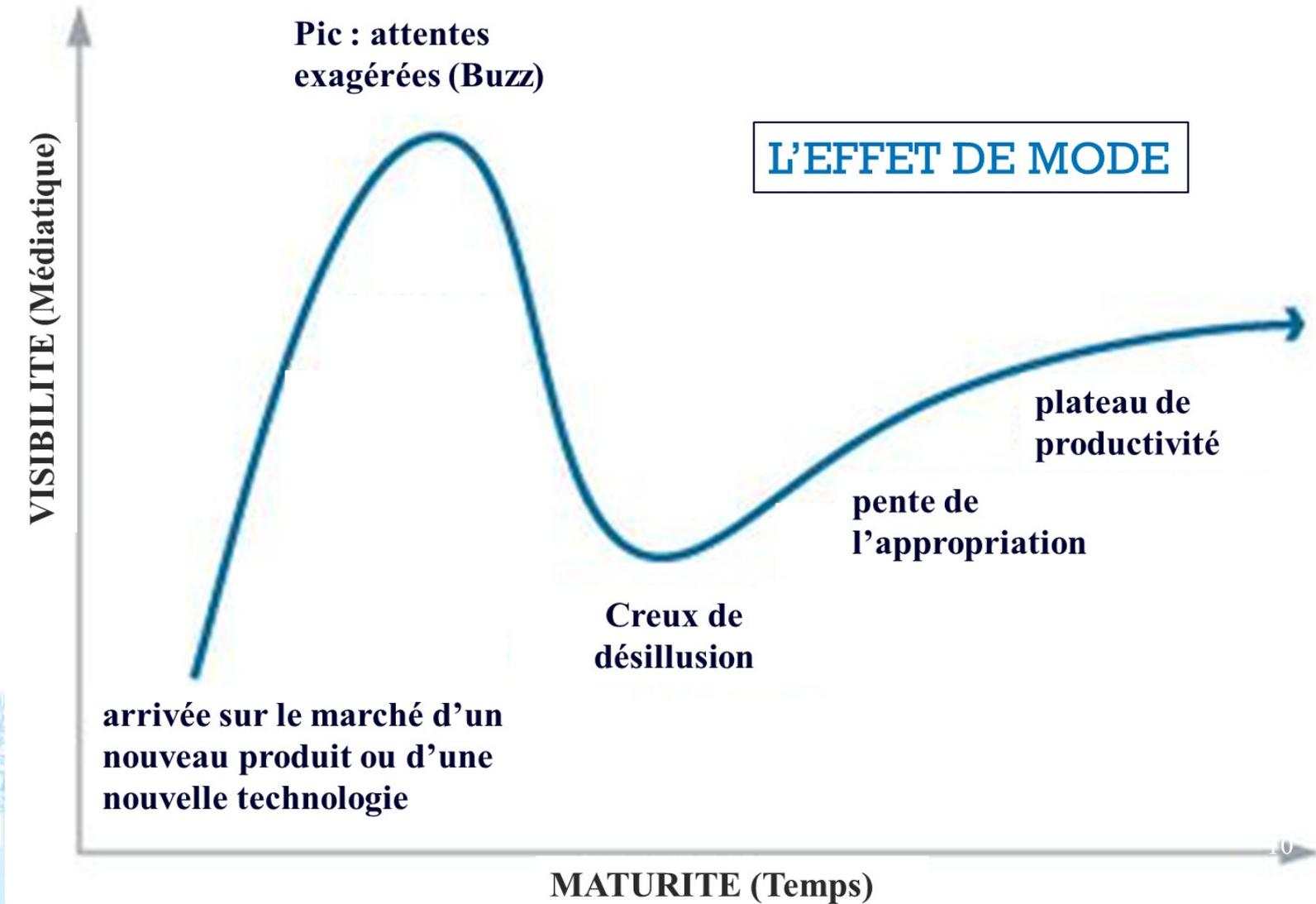
De nombreuses briques technologiques (RPI, LORA, BLE, BigData...) inondent l'actualité. Induisent une vision « technologique » des problèmes, donnent le sentiment erroné que le « puzzle est prêt et qu'il reste simplement à assembler les pièces ». C'est le syndrome de la « pensée magique ».

Or les millions de capteurs IOT « tout le monde en parle, personne n'en déploie »

- syndrome "frites mac cain"
- courbe de Hype

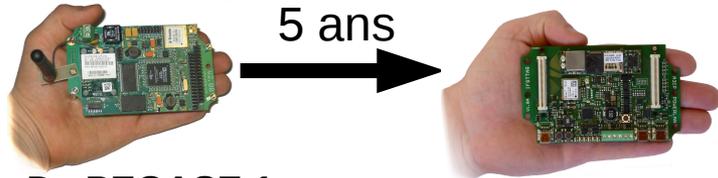


6) Vision – enjeux futurs – perspectives...



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Enjeux du coûts et de l'obsolescence :



De PEGASE 1...

... à PEGASE 2



2000 ans



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...



Enjeux du coûts et de l'obsolescence :

11 sur 19 10 GROUP 98,53%

BIG DATA at Airbus Group
We are sitting on a huge amount of data we do not fully leverage
Example: Aircraft Operation Data

		Stored & limited use			Take-Off / Year	Total Fleet / year	
		Flight Test	A/C In-Service Data			Std ACMS	Potentially Recordable
A350	#Parameters	670 000	4000	400 000	N/A	N/A	N/A
	Data Recorded/flight	500 GB <small>450 TB produced for the certification process in 2014</small>	450 MB	300 GB	N/A	N/A	N/A
A380	#Parameters	320 000	4 000	400 000	5.800	2,6 TB	1,1 PB
	Data Recorded/flight	250 GB	450 MB	200 GB			
Long Range	#Parameters	14 000	1 500	40 000	84.000	17 TB	2,5 PB
	Data Recorded/flight	10 GB	200 MB	30 GB			
Single Aisle	#Parameters	12 000	1 500	13 000	744.000	37 TB	9 PB
	Data Recorded/flight	10 GB	50 MB	12 GB			

Stored & used (green text) points to Flight Test data.
Stored & limited use (orange text) points to A/C In-Service Data.
Not stored & not used (red text) points to Potentially Recordable data.

x 50 in ~30 years (Flight tests) (blue arrow pointing up)

AIRBUS GROUP

11

BIG DATA at Airbus Group
BIG DATA Understanding and Maturity within Airbus Group

6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Enjeux du coûts et de l'obsolescence :

Le « vrai coût » du big data est encore caché par les opérateurs (concurrence) et les GAFAs (piratage industriel)

- Coût du stockage des données : *fermes* de serveur
- Coût de l'électricité nécessaire
- Coût induit par le maintien des « données accessibles à tout moment »
- ...



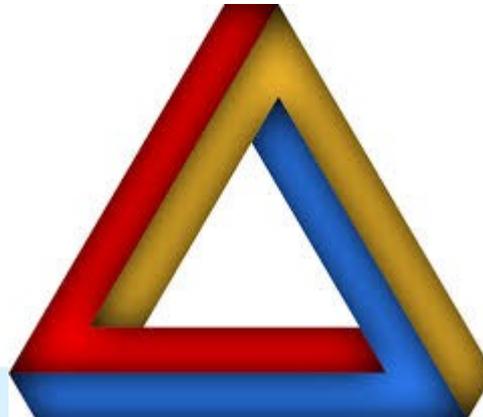
6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Enjeux et verrous technologiques :

- **Autonomie énergétique des capteurs** : remplacement de pile / process ; quid de capteurs enfouis ; récupération d'énergie à poursuivre...
- **Fiabilité dont la Sécurité Cyber -Sécurité**
problème de hacking, usurpation, intrusion, masquage...
→ Capteurs : grave → Actionneurs : critique
- **La sûreté de fonctionnement** : confiance en des objets « zéro défaut »
cf le Véhicule contrôlé à distance
- **Qualité et fiabilité des données mesurées** après 1 mois, 1 an, 50 ans...



Fiabilité



Utilité

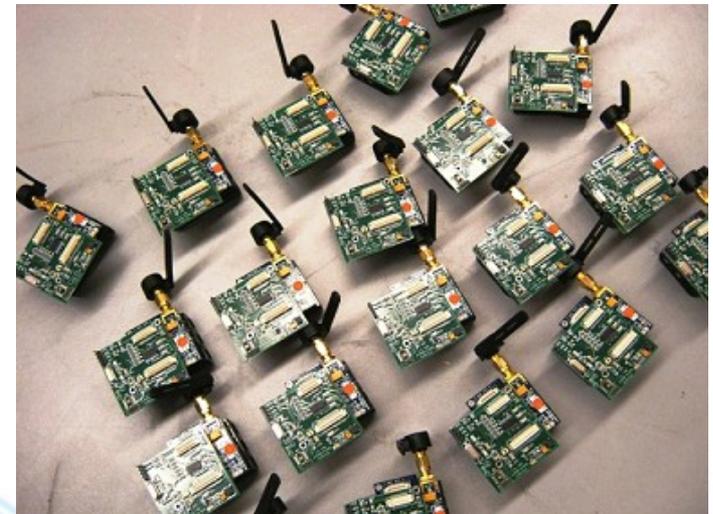
Confiance

6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Nos 2 prochaines thèses :

- Récupération de l'énergie du souffle de l'air
 - Tunnels SNCF
 - Ouvrages d'art
 - ...

- Pour des capteurs « hyper » intelligents :
 - Synchrones
 - Fiabilité des mesures ds le temps
 - Au-adaptation à l'énergie disponible
 - Evalue le réseau wireless disponible
 - ...



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Dans la jungle des protocoles sans-fil....

Dans la guerre du LAN (réseau local) contre le WAN (réseau global)



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Deux nouveaux **standards français** bouleversent le marché WIRELESS international :

- Des réseaux d'opérateurs de capteurs sans fils => notion de service
- Faible conso (qqz 10 mW)
- Faible coût
- Faible débit (qqz kilo octets / jour)
-



A. Lauvergeon
USA, Europe...



The SNCF logo, consisting of the letters "SNCF" in white on a red and purple background.



Bouygues, Orange...
Bidirectionnel

6) Vision – enjeux futurs – perspectives.

Acceptabilité :

- Avec toute la **chaîne IOT** (capteurs, opérateur LoRa/Sigfox, hébergement cloud, ...)
 - Qui est responsable ?
 - Qui est propriétaire ?
 - Combien de temps ?
 - ...
- **Nouvelles technologies :**
 - nouveaux métiers / formation...
 - Conduite du changement...
 - Plus de capteurs => moins de maintenance humaine
 - => perte d'expertise métier ?



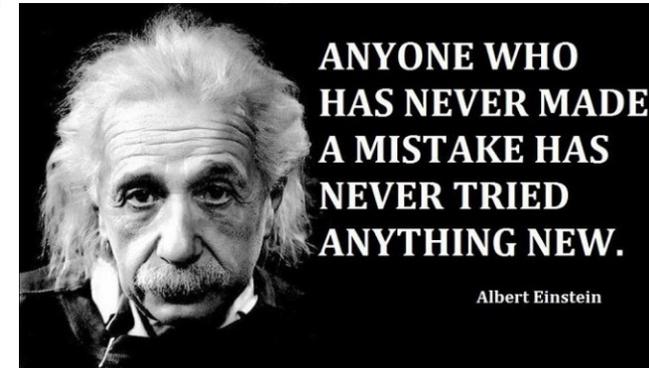
6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Le Big Data : un plaidoyer pour plus de science

- **Le Big Data** n'est pas ce qu'attend le end user
 - Un médecin doit vous indiquer votre santé
 - Et pas vous fournir 200 kilo octets de données
- **Le Big Data** est un semi-ami :
 - Qu'il faut digérer pour une **info utile**
 - Qui permet d'identifier de nouveaux modèles
 - A minima de traiter les « objets » plus globalement
 - Statistiquement
 - Analytiquement
 - Auto apprentissage, deep learning

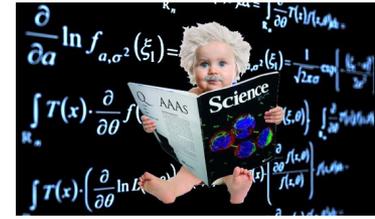


Ce qui est vrai sur 1
moteur ; peut être projeté
sur N moteurs ?



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

Le Big Data : un plaidoyer pour plus de science



PROTOCOLES BAS DEBIT => DES CAPTEURS PLUS INTELLIGENTS !!!

6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

La technologie a rattrapé la science, c'est l'heure des choix !

- se poser les bonnes questions, anticiper la Révolution Digitale
- faire des choix ne pas laisser venir...
- Echecs connus de mauvais choix ou d'absence de choix...



NOKIA



ALCATEL



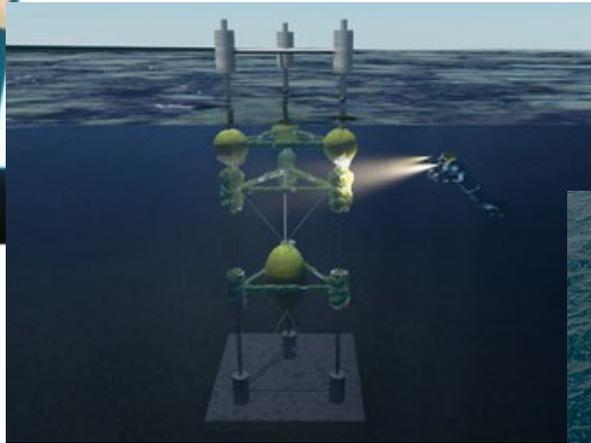
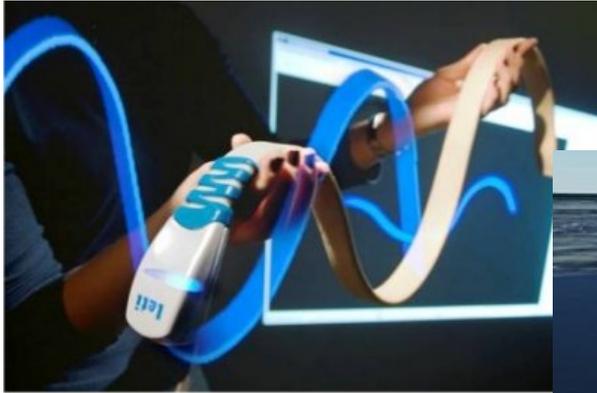
Kodak



Microsoft ?

6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

C'est l'heure des choix y compris pour le RST pour le monitoring et l'IOT
Que n'en faut il pour les acteurs du GC et de l'Energie



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

C'est l'heure des choix y compris pour le RST pour le monitoring et l'IOT
Que n'en faut il pour les acteurs du GC et de l'Energie



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

C'est l'heure des choix y compris pour le RST pour le monitoring et l'IOT
Que n'en faut il pour les acteurs du GC et de l'Energie



6) Vision – enjeux futurs – perspectives...

C'est l'heure des choix y compris pour le RST pour le monitoring et l'IOT
Que n'en faut il pour les acteurs du GC et de l'Energie



7) Discussion

MERCI !



Discutons...

