

L'INFORMATION ET SON COÛT

Journée thématique IMdR maintenance prévisionnelle

AU CŒUR DE LA MAINTENANCE PRÉDICTIVE ET DU RETOUR SUR INVESTISSEMENT
QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRÉS DU FERROVIAIRE

 **65 000**
COLLABORATEURS

 **17 MDS**
D'EUROS DE CA EN 2019

5

ACTIVITÉS

LES VOYAGES
LONGUE DISTANCE

VOYAGES 

TRANSILIEN 

LE MASS TRANSIT
EN ILE-DE-FRANCE

eVOYAGEURS


LES COMPÉTENCES DIGITALES

 ASSISTANT SNCF

80%
DES GRANDES AGGLOMÉRATIONS
FRANÇAISES COUVERTES POUR TROUVER
LE MEILLEUR ITINÉRAIRE EN TEMPS RÉEL

 **33 MILLIONS**

DE COMBINAISONS DE TRAJETS POSSIBLES
EN VENTE EN FRANCE ET EN EUROPE

TER 

LES TRAINS RÉGIONAUX

 **8 200**
TRAINS PAR JOUR

 **1 800**
CARS PAR JOUR

1,1 MILLION
DE VOYAGEURS
PAR JOUR



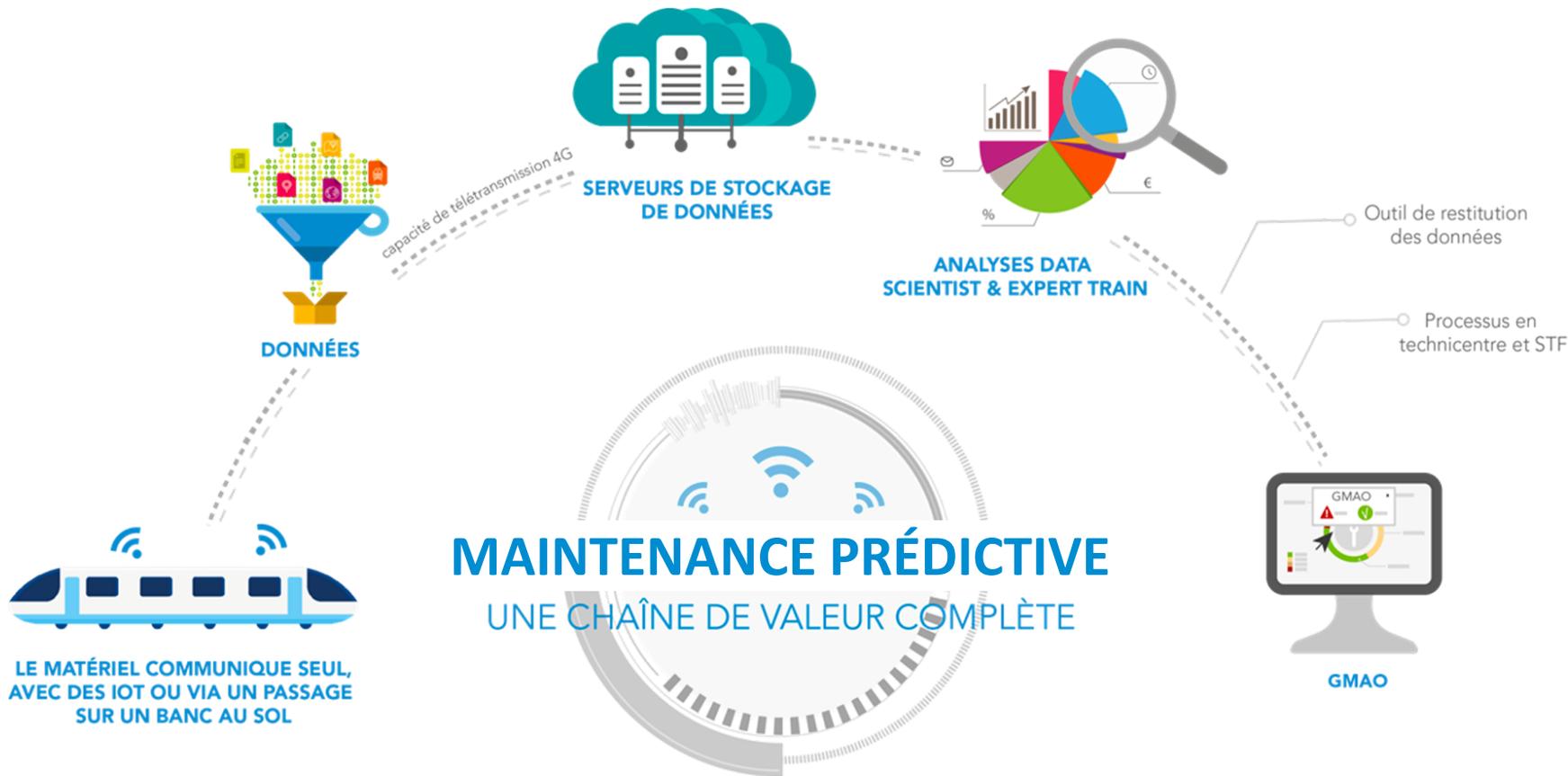
DIRECTION
INDUSTRIELLE

LA PERFORMANCE ET L'INNOVATION

 **2**
MÉTIERES
STRUCTURANTS
INGÉNIERIE ET
INDUSTRIEL

 **17 000**
MATÉRIELS
ROULANTS
MAINTENUS
PAR JOUR





CAS D'ÉCOLE

ET SI ON SURVEILLAIT AUTOMATIQUEMENT LES ORGANES PNEUMATIQUES DE FREINAGE DES TRAINS ?

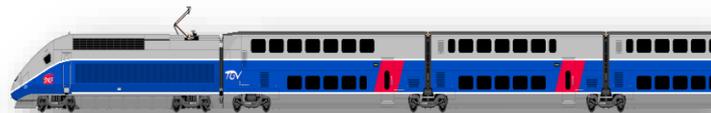
Une idée a priori séduisante

- Temps passé important en visite
- Technologie maîtrisée

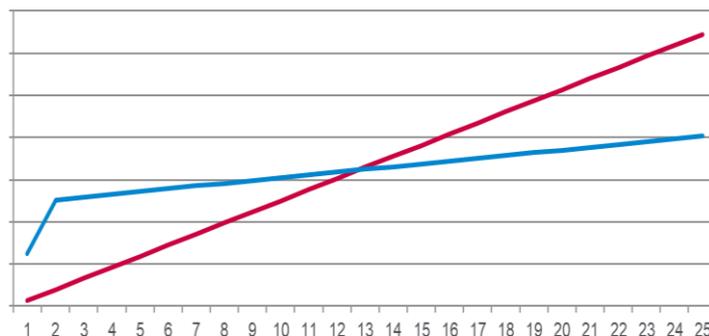
Mais un équipement trop important à ajouter

- Trop de capteurs, de dispositifs
- Trop de capteurs
- Grand nombre de rames

Même en optimisant la solution et le périmètre, ROI > 12 ans



	Temps passé (h)	Temps gagné (h)
GVG - grande visite générale - 36 mois	72	58
VG - visite générale - 18 mois	8	4
VL - visite limitée - 9 mois	1	0,5



Panneau frein (Moteur, RBFA et Manostat)



Vissé sur prise de pression



Embout clipsé sur raccord Staubli RBE.03 (déjà existant sur rame)



Vissé sur Embout femelle G1/4



Connecteur M12 vissé sur capteur



Relié par câble

QUEL TYPE D'INFORMATION CONSERVER ?

TOUT EST-IL BIEN UTILE ET QUE VA-ON-EN FAIRE ?

Information statistique

- permet d'ajuster au réel le (modèle de) comportement de la population,
- et de faire évoluer les critères de maintenance et de conformité par rapport à ce qui est observé.

L'apport des technologies modernes est la disponibilité de l'information statistique en permanence sur toute une population d'actifs → représentativité

Avantages et inconvénients

Si on veut une information sur une population, il faut mettre en œuvre un certain nombre de capteurs, voire un nombre certain de capteurs, donc **ça coûte cher ! → à comparer par rapport aux relevés en maintenance**

Les erreurs, défauts sont masqués par les effets de moyennage.

Le volume d'information à conserver est raisonnable (indicateurs globaux).

QUEL TYPE D'INFORMATION CONSERVER ?

TOUT EST-IL BIEN UTILE ET QUE VA-ON-EN FAIRE ?

Information individuelle

- connaître le comportement individuel de chaque élément
- ajuster la maintenance au besoin individuel et non au besoin moyen de la population.

La révolution des technologies modernes est dans la possibilité de suivre de façon automatisée pour chaque bien une information individuelle sur son état de santé.

Avantages et inconvénients

- Ajustement à l'individu: gros effet si les durées de vie sont dispersées sur la population
- Réalisation et façon de réaliser la maintenance (ex: éviter du sur-remplissage des batteries)
- Hors maintenance, des avantages pour l'exploitant: « mission readiness » (pleins, batteries, nettoyage...)

MAIS

- Un **besoin de nombreux capteurs**, systèmes de transmission d'information... et de la maintenance
- Et des **données en nombre à conserver** pour chaque système et individu...

DES TRAINS « COMMUNICANTS »



Ingénierie SET
2
5j / 7j
5h – 20h



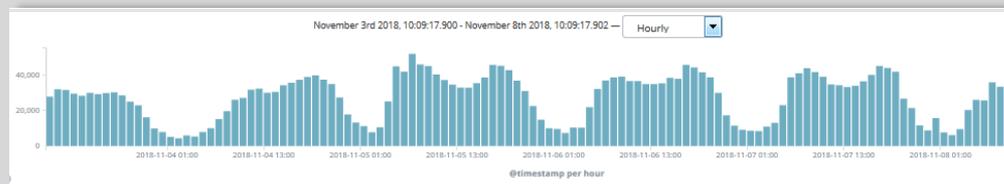
Supervision Technique de Flotte
SET 1
7j / 7j
24h / 24h



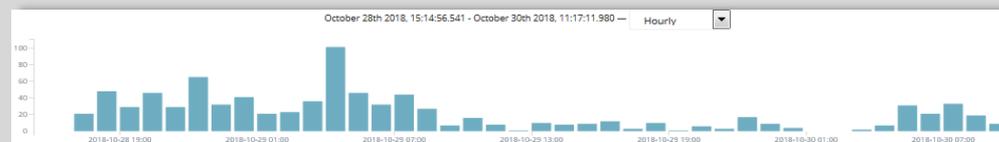
Agent de maintenance
7j / 7j
24h / 24h



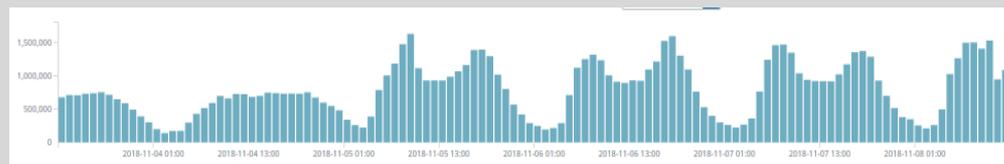
9Go / j
1,5 M fichiers / j



10Mo / j
4000 signalements / j



20Go / j
70M d'objets / j



AU TGV M DEMAIN !

LE DÉFI ANNUEL DEVIENT QUOTIDIEN !

**1 rame TGV M
sur 1 jour
(≈ 5 Go/jour)**

Quantité de
données



$\approx 1/2$ de l'ensemble des données
actuelles du matériel sur 1 jour

$\approx 2\,000$ jours de données décodées
pour 1 rame TGV Réseau

≈ 8 jours de données de l'ensemble
du parc TGV actuel

Et on ne parle pas encore des données « BIG DATA » de capteurs (1To / rame / mois...) !

DONNÉES DE RETOUR D'EXPÉRIENCE

À LA FIN, EST-CE QUE LE SYSTÈME FONCTIONNE ?

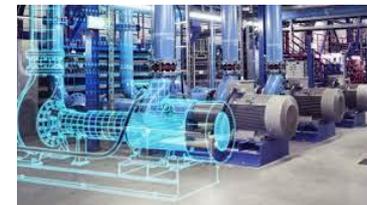
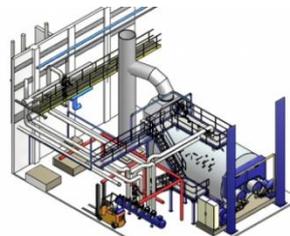
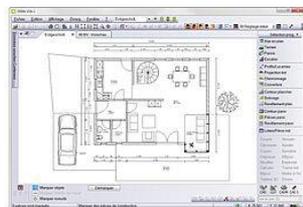
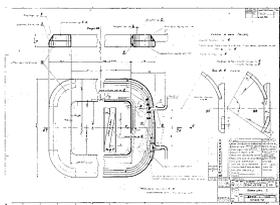
Les capteurs c'est bien, mais :

- Quelles ont été les constatations en maintenance ?
- Qu'est-ce que l'on a été obligé de réparer ?
- Qu'est-ce qui s'est passé en exploitation ?
- Quelles ont été les pannes ?



DONNÉES PATRIMONIALES

INDISPENSABLES À LA CONTEXTUALISATION DES INFORMATIONS DE FONCTIONNEMENT



Plans
papier



plans numérisés
(vectorisés, cotés...)



objets 3D
manipulables,
structurés



jumeau numérique
couplé aux données
de divers SI

Coût d'accès à l'information

Investissement pour migrer et connecter
l'existant (*)

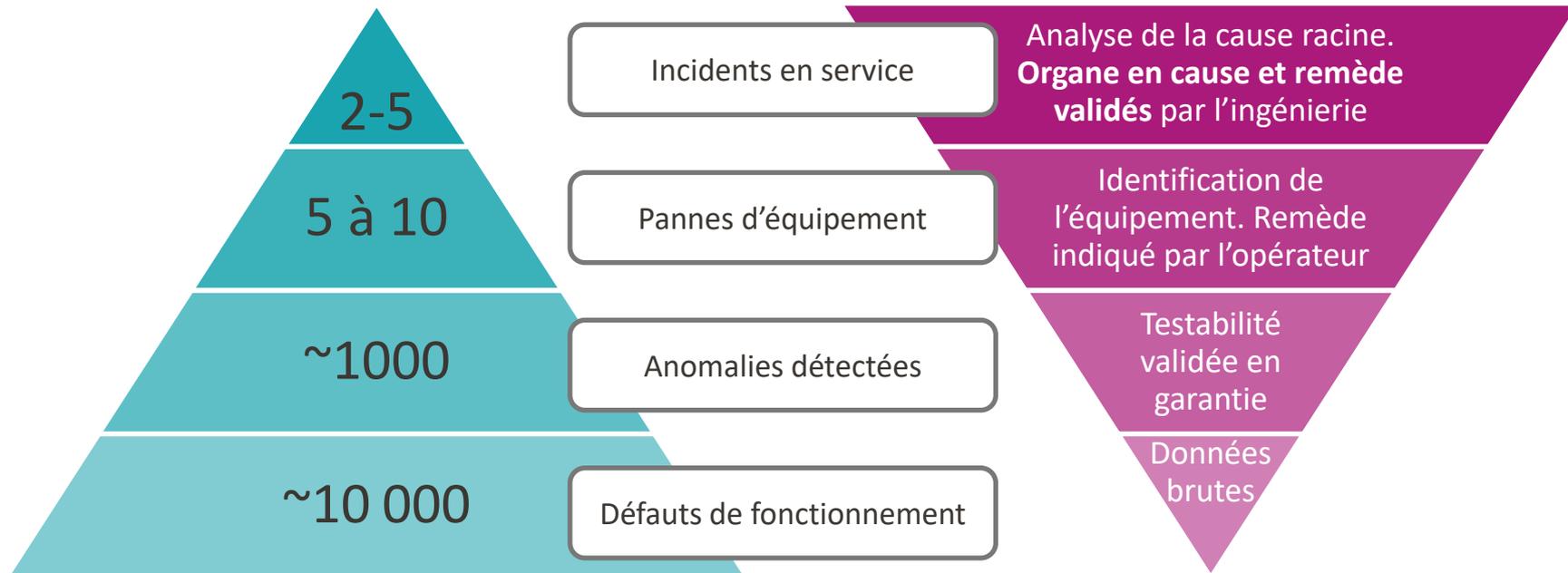
QUANTITÉ ET QUALITÉ DES DONNÉES

FAN-TAS-TIC ! I'LL DO YOUR PREDICTIVE MAINTENANCE WITH MACHINE LEARNING !



Faire du Big Data n'a jamais été aussi facile....

... faire des big bêtises non plus !



COMMENT VA-T-ON CONNECTER LES SYSTÈMES ?

SUR L'EXEMPLE DES MATÉRIELS ROULANTS FERROVIAIRES



Capteurs

Capteurs intégrés au
fonctionnel train ou au
réseau maintenance

Objets connectés
indépendants du
fonctionnel train

Objets connecté
indépendant du
fonctionnel train



Connectivité

Câblage sur le réseau bord
du matériel roulant

HUB de communication
embarqué + réseau mobile

Connectivité directe du
capteur au sol
via un réseau IOT

Coût de mise en
œuvre
1ers capteurs



Très élevé hors
matériel neuf ou
rénovation



Modéré :
intégration du
HUB nécessaire



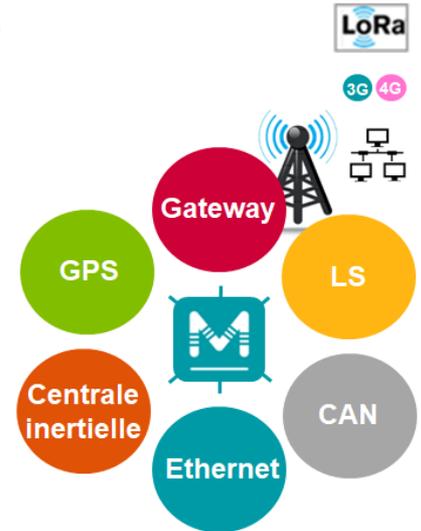
Le plus faible pour
capteurs isolés

MARTI / MELI C'EST QUOI?

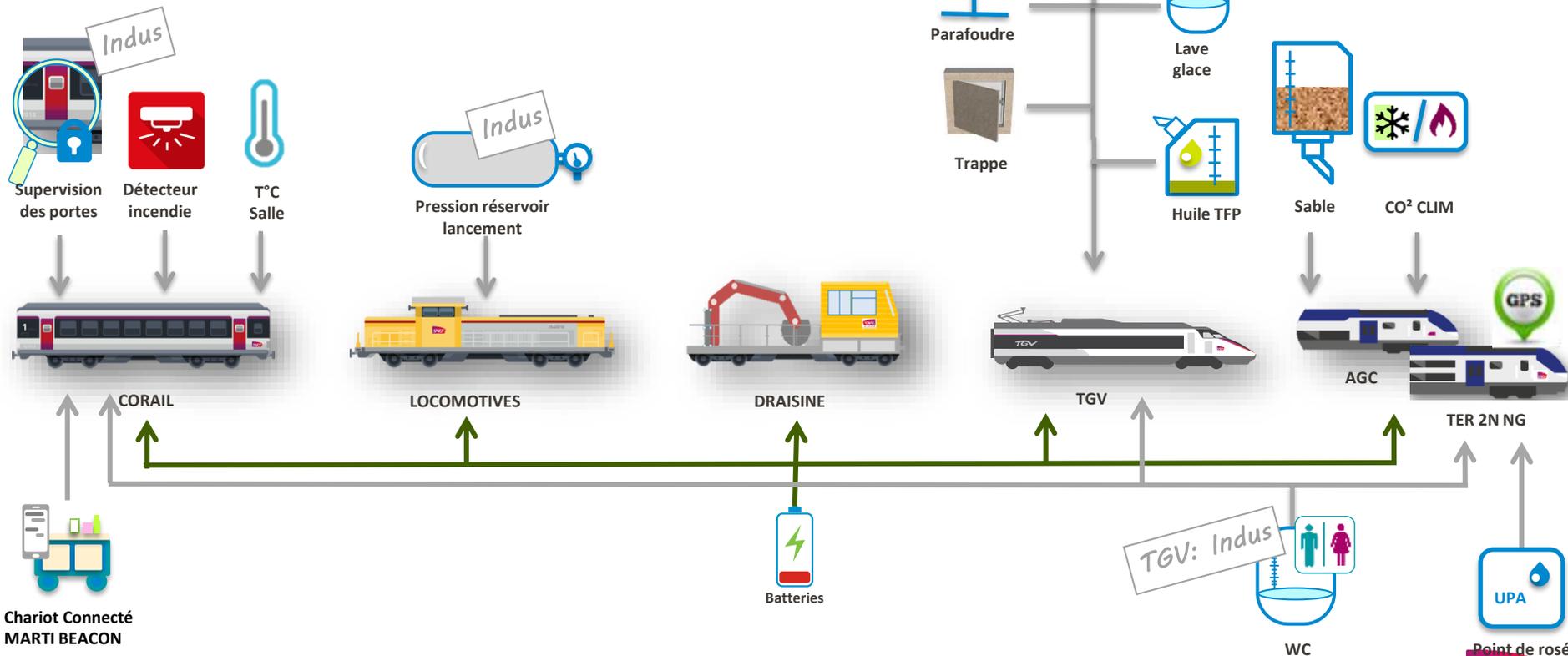
[MARTI] MODULE AGILE DE RÉCEPTION ET TRANSMISSION D'INFORMATIONS



[MELI] MODEM EMBARQUÉ DE LIAISON DE L'INFORMATION



EXEMPLES ACTUELS D'APPLICATIONS



Chariot Connecté
MARTI BEACON

FACTS SHEET

[MARTI] MODULE AGILE DE RÉCEPTION ET TRANSMISSION D'INFORMATIONS

AGILE MODULE FOR DATA TRANSMISSION

MARTI: Every user can connect his sensor(s)



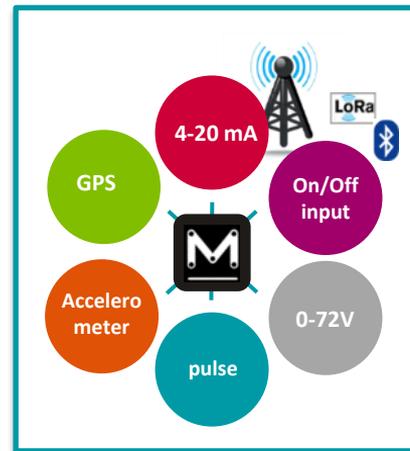
MARTI – main features

- Various sensor types (4-20mA, “all or nothing”, Tension 0V-72V, pulse counting...),
- Embedded GPS & accelerometer
- Certified for onboard railway rolling stock
- Android maintenance & configuration software

Figures

- 5000+ deployed on railway rolling stock
- MTBF: 300,000 Hrs
- Autonomy: (use case depending)
 - 10 years for sparse data (e.g. water level on TGVs) (*)
 - 5 years for more intense usage (*)

(*) XXL batteries could still be implemented in the same casing for extra duration



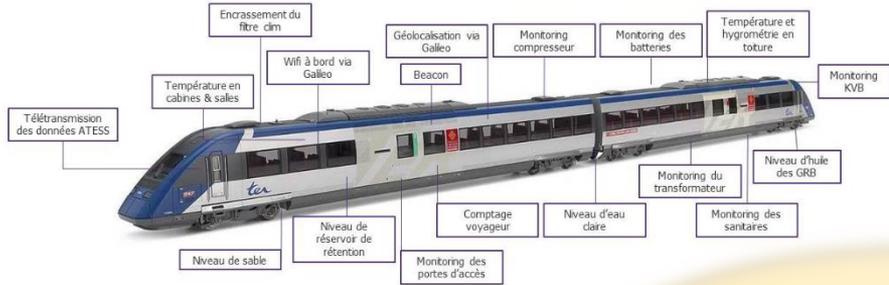
AUTOMATISER... DIVERSES FAÇONS DE LE FAIRE

LE SYSTÈME FERROVIAIRE PERMET D'ENVISAGER DES INSPECTIONS CROISÉES !

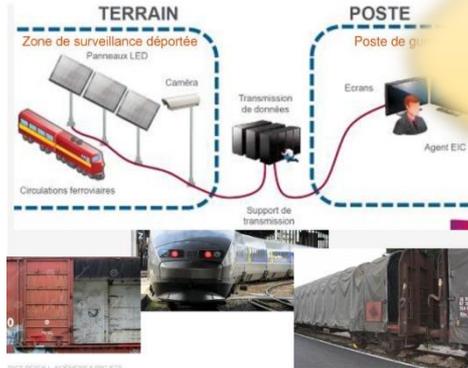
Surveillance à pied	Surveillance par engin dédié	Surveillance par les trains commerciaux
<ul style="list-style-type: none">➤ Équipement simple➤ Œil humain	<ul style="list-style-type: none">➤ Équipement dédié spécialisé➤ Tournées adaptées au besoin➤ Effort humain limité	<ul style="list-style-type: none">➤ Équipement standard➤ Pas de sillons consommés➤ Fréquence importante des données
<ul style="list-style-type: none">➤ Forte intensité de main d'œuvre➤ Fréquence d'inspection faible	<ul style="list-style-type: none">➤ Consommation de sillons➤ Investissement important➤ Fréquence modérée (toutes les 6 semaines par exemple)	<ul style="list-style-type: none">➤ investissement important➤ on ne choisit pas ses tournées

SURVEILLANCE AUTONOME OU RÉCIPROQUE ?

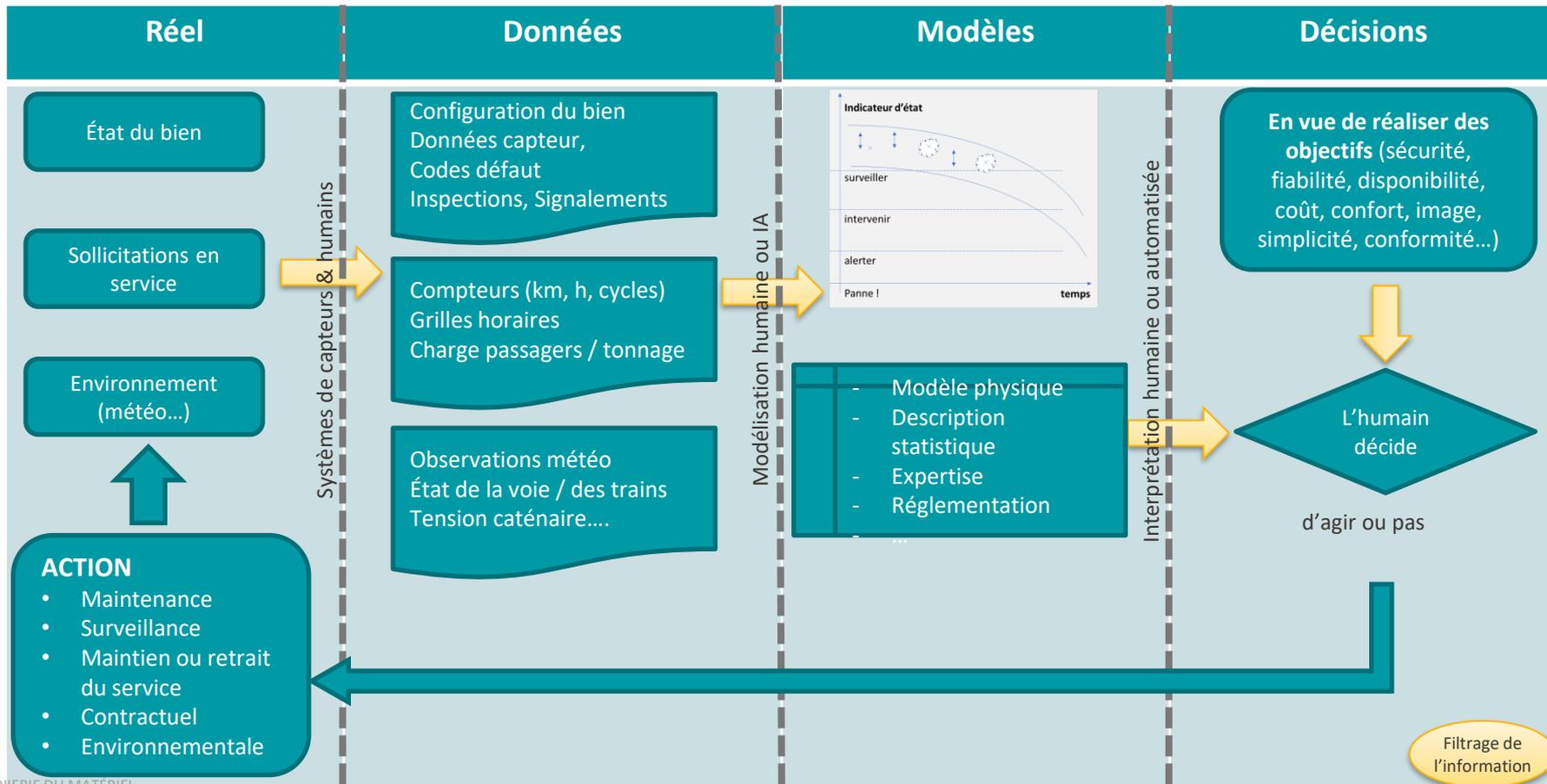
DES CHOIX QUI DÉPENDENT DU CAS D'USAGE



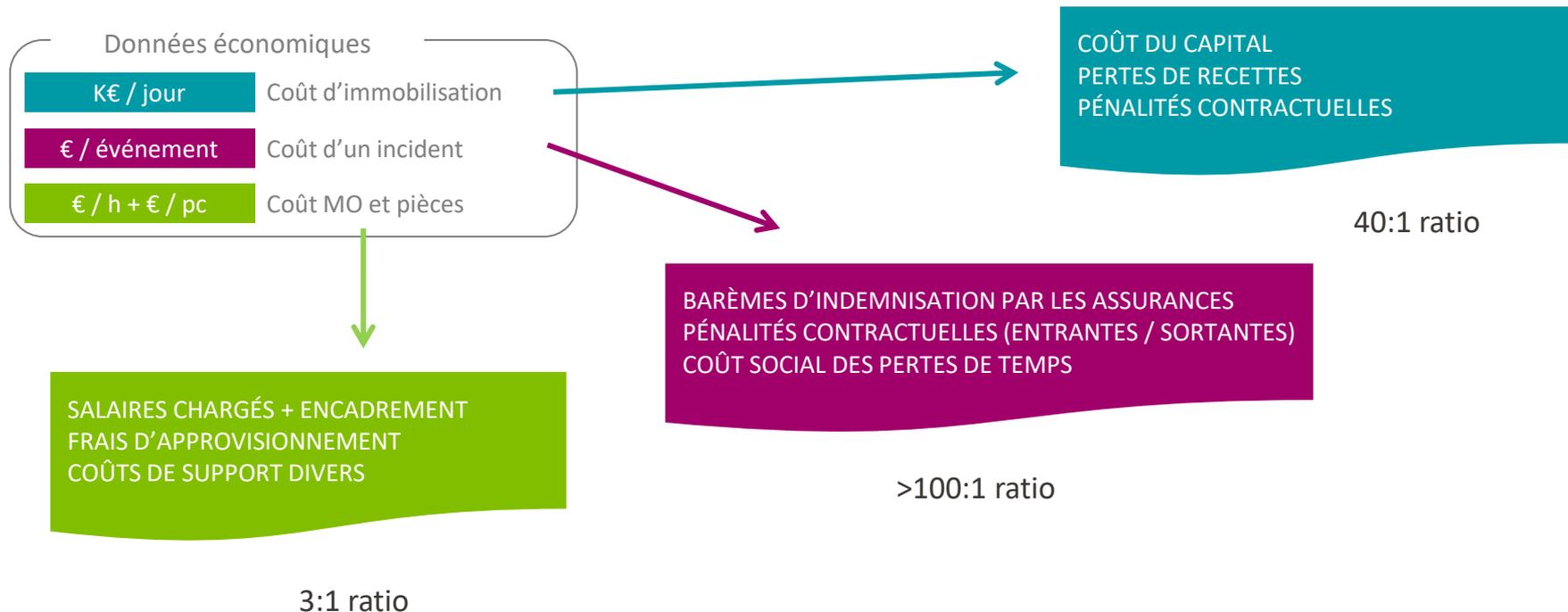
Probabilités de défaillance, impacts, intrusivité, immobilisation, section efficace...



REVENONS À LA MODÉLISATION



AVOIR UN CADRE DE REFERENCE COMMUN



ET SE RAPPELER QUE LES BARÈMES NE SONT QUE
DES INDICATEURS AU SERVICE DE MODÈLES !

ON REPARLE DES ORGANES DE FREIN ?

ET SI ON SURVEILLAIT AUTOMATIQUEMENT LES ORGANES PNEUMATIQUES DE FREINAGE DES TRAINS ?



MAT FLASH

NUMÉRO 97 / 29 NOVEMBRE 2021

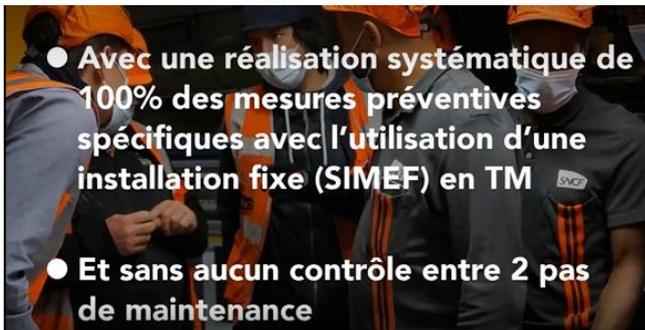
**LE CBM FREIN ARRIVE SUR LA NAT ET ÇA
CHANGE TOUT !**

ON REPARLE DES ORGANES DE FREIN ?

ET SI ON SURVEILLAIT AUTOMATIQUEMENT LES ORGANES PNEUMATIQUES DE FREINAGE DES TRAINS ?



Qu'est-ce qui a changé ?



**Bilan: temps de traversée réduit de 50%,
et dans ce cas-là c'est très important !**

MERCI