L'essor des objets connectés
Catastrophe écologique ou opportunité pour la recherche ?

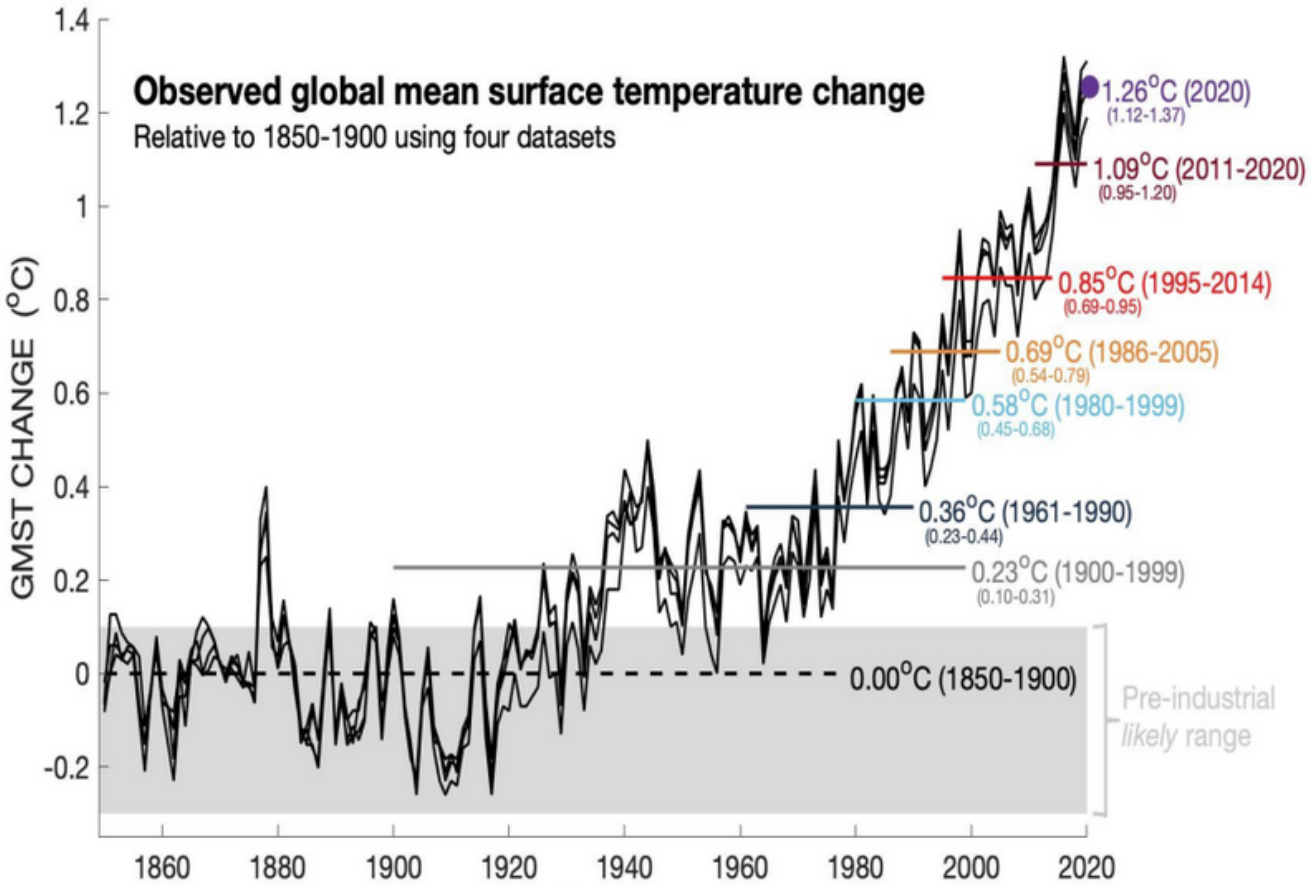
Denis Trystram
Grenoble INP/UGA/LIG/DataMove/Inria/CNRS/MIAI
Denis.Trystram@univ-grenoble-alpes.fr

Scale – avril, 2022

Agenda

- Panorama du Numérique et des IoT
- IA embarquée : le nouvel eldorado ?
- Un exemple d'analyse autour de la voiture autonome

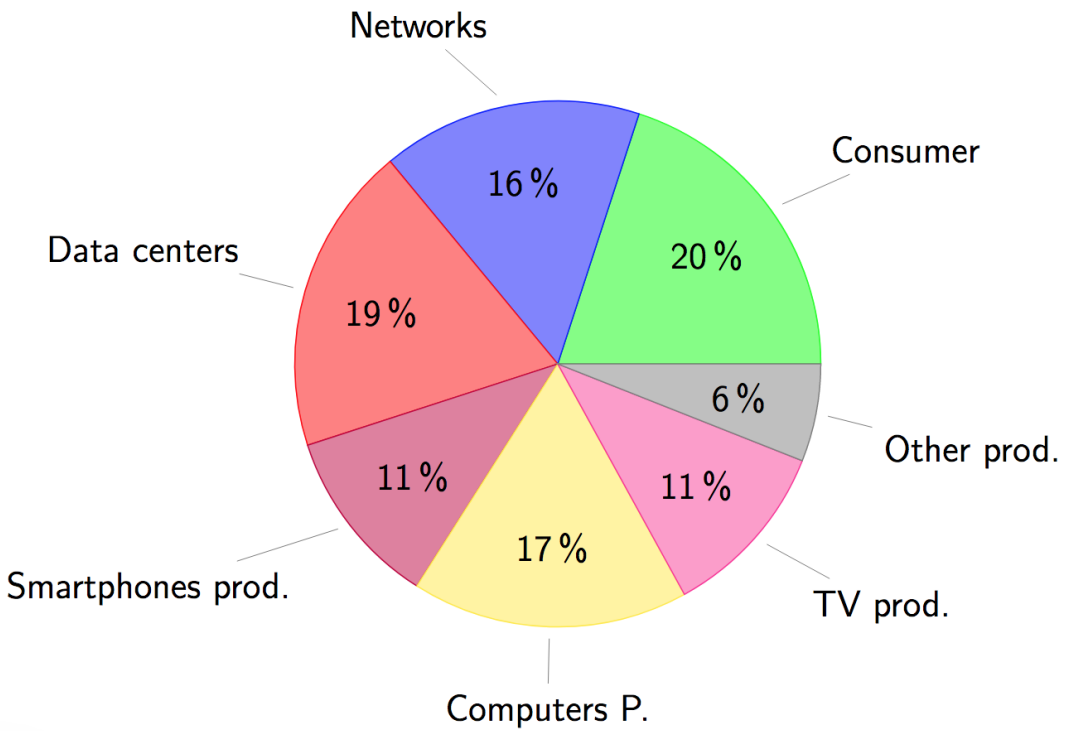
L'état de la planète



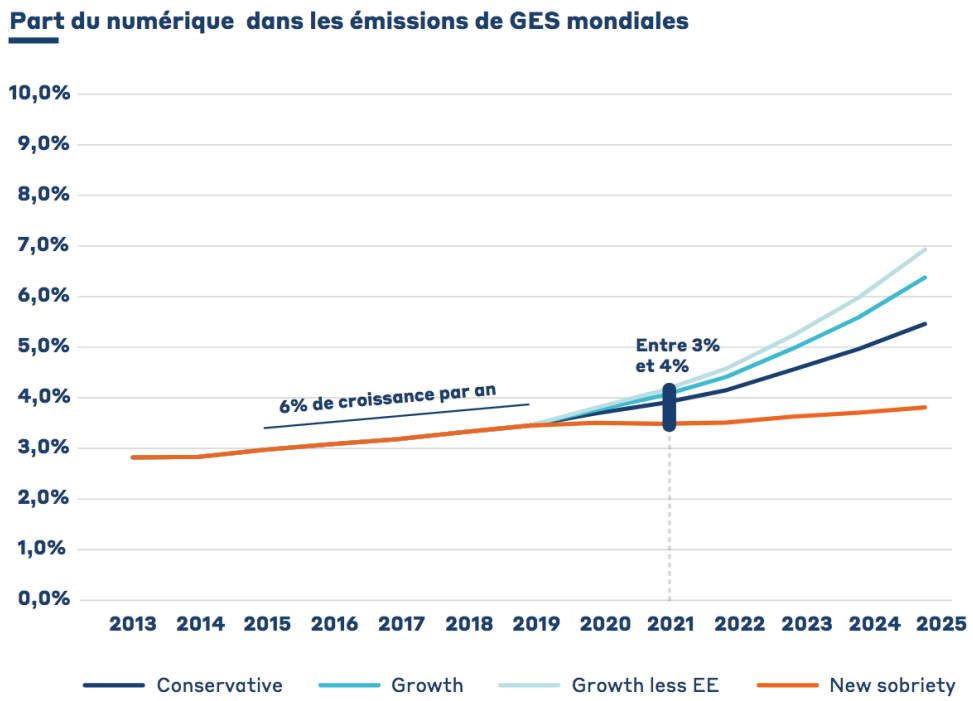
- Ce processus est en constante accélération

La part du numérique dans les émissions

- 35% par an d'augmentation du volume de données stockées dans les data centers dopée en particulier par les applications en IA (et les objets mobiles).
- Le numérique consomme en gros 6% de l'électricité, et ceci est en augmentation alors qu'il faudrait décroitre.

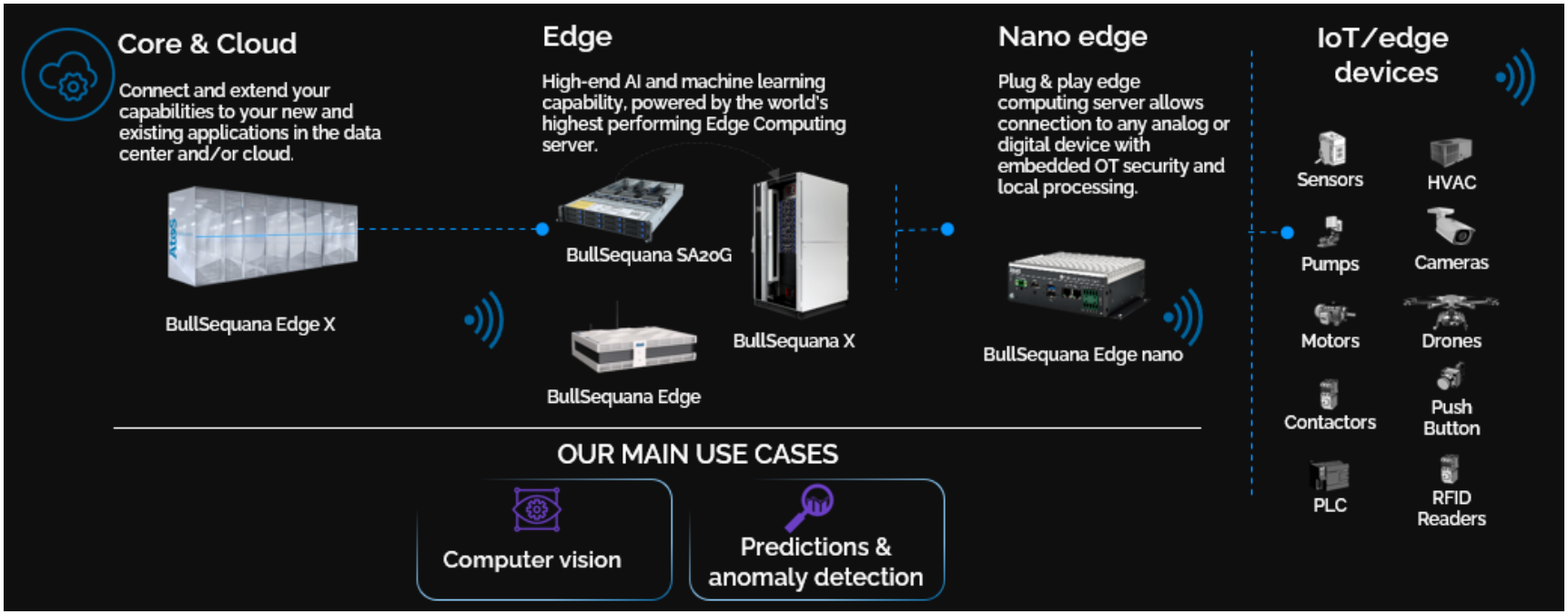


Quel que soit le scénario...

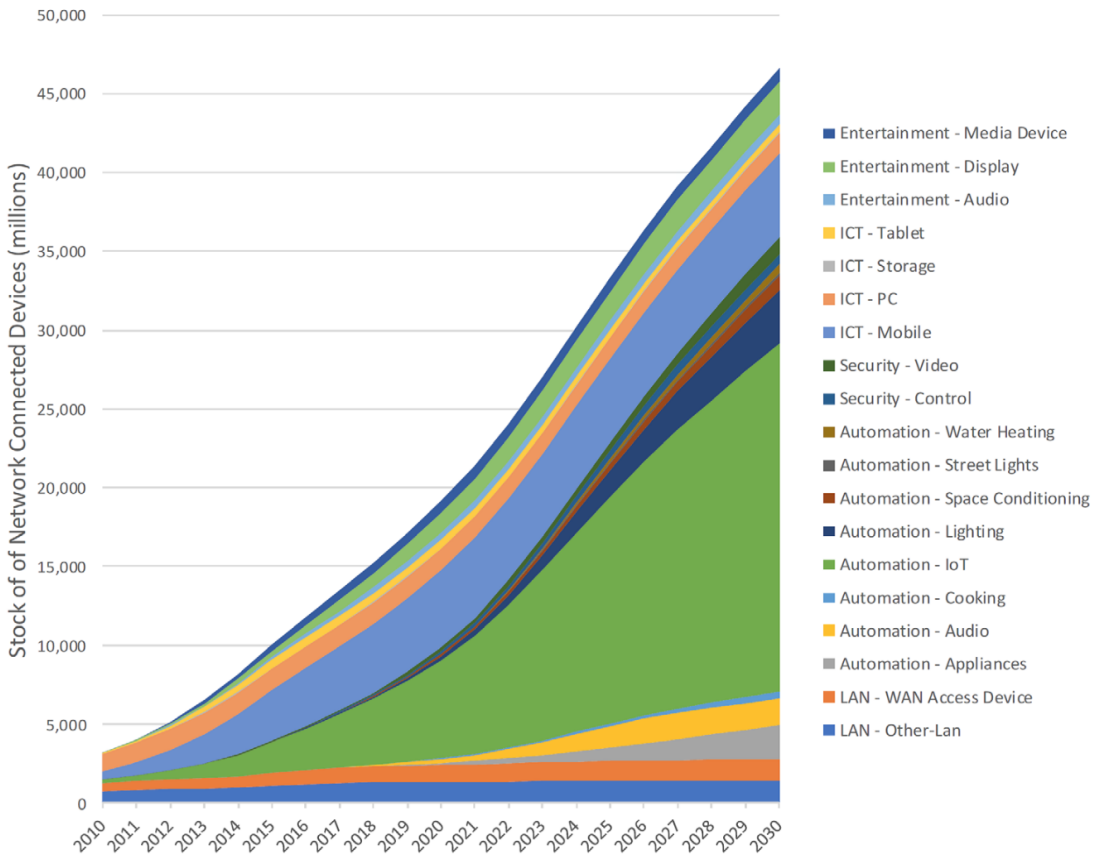


Qu'est-ce que le "calcul" recouvre au juste?

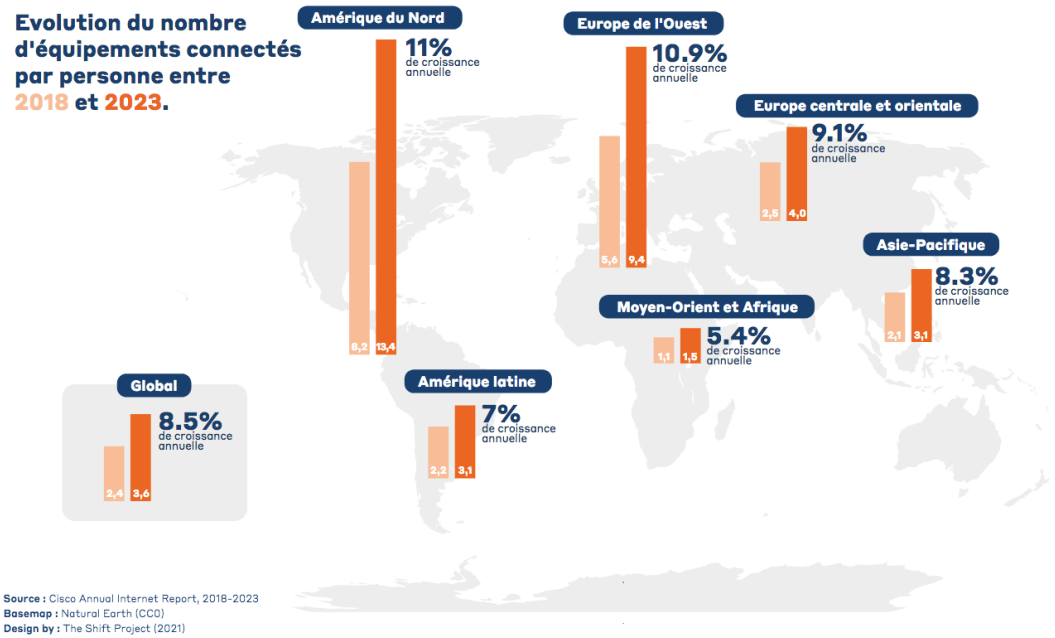
- C'est un continuum !
  Data centre/platforms – Fog – Edge – extreme edge
- Exemple : la gamme ATOS-Bull



Prévisions IoT par secteurs (1)



Prévisions par régions (2)



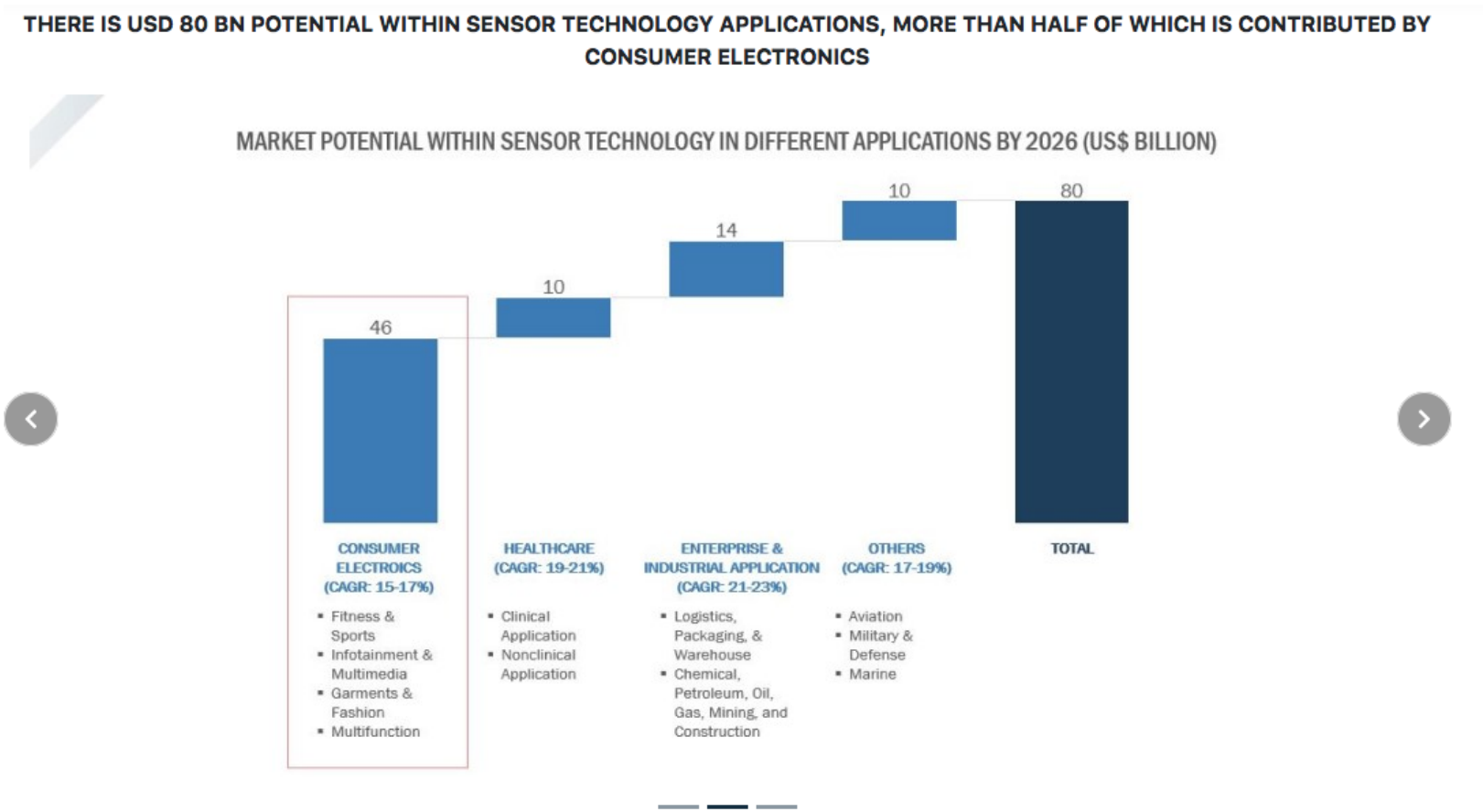
edge computing

Historiquement, le edge était de déporter des traitements du cloud

Aujourd'hui, les systèmes edge embarquent stockage, traitements, énergie.
"The promise of the Industrial Internet includes significant investment in the coming years. Management consulting firm, McKinsey, estimates that the Industrial IoT will create 7.5 Tdollars in value by 2025.
The Industrial IoT brings together minds and machines—connecting people to machine data that accelerate digital industrial transformation. "

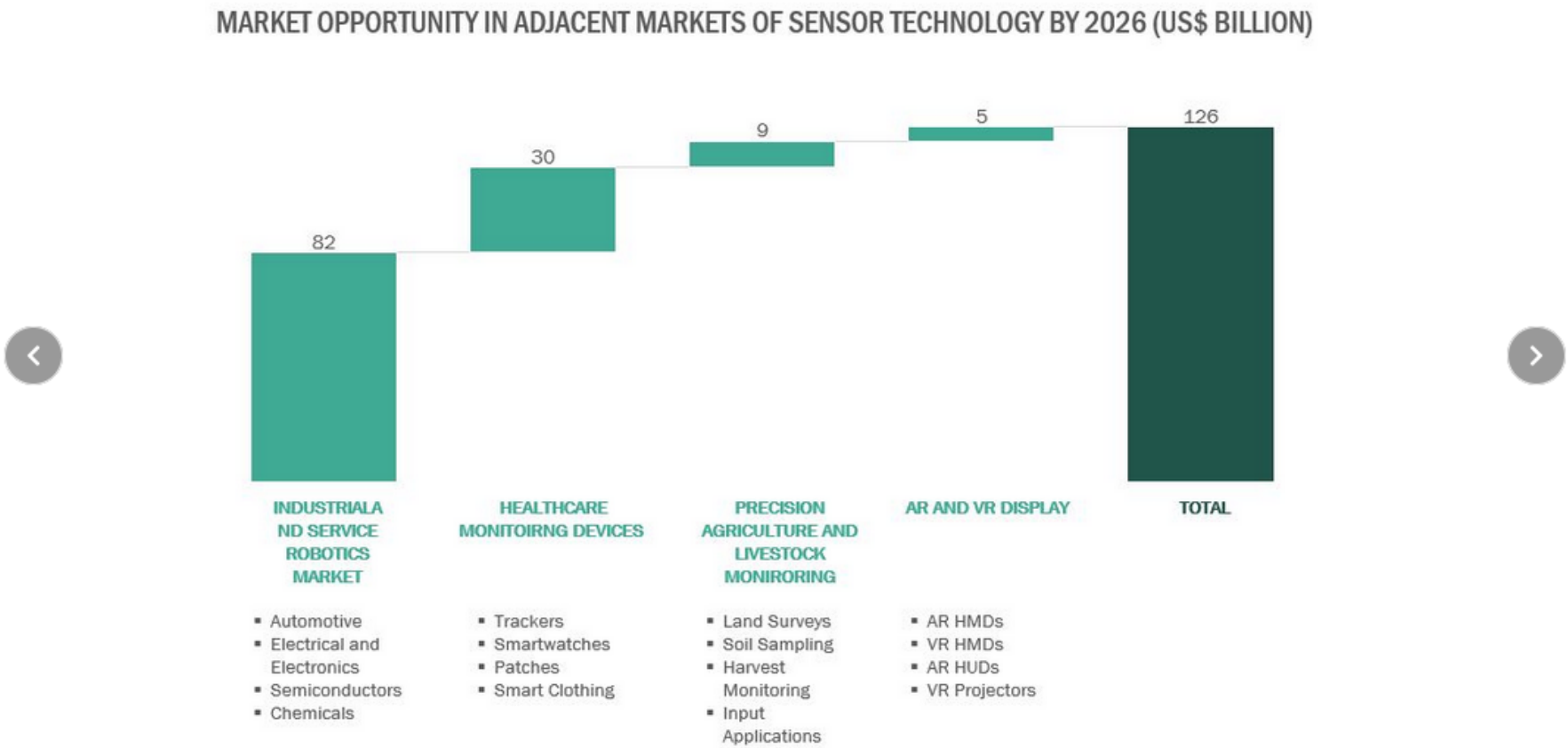
Evolutions directes du marché Capteurs et IoT

source IEEE Spectrum:
https://www.marketsandmarkets.com/practices/sensors-control?

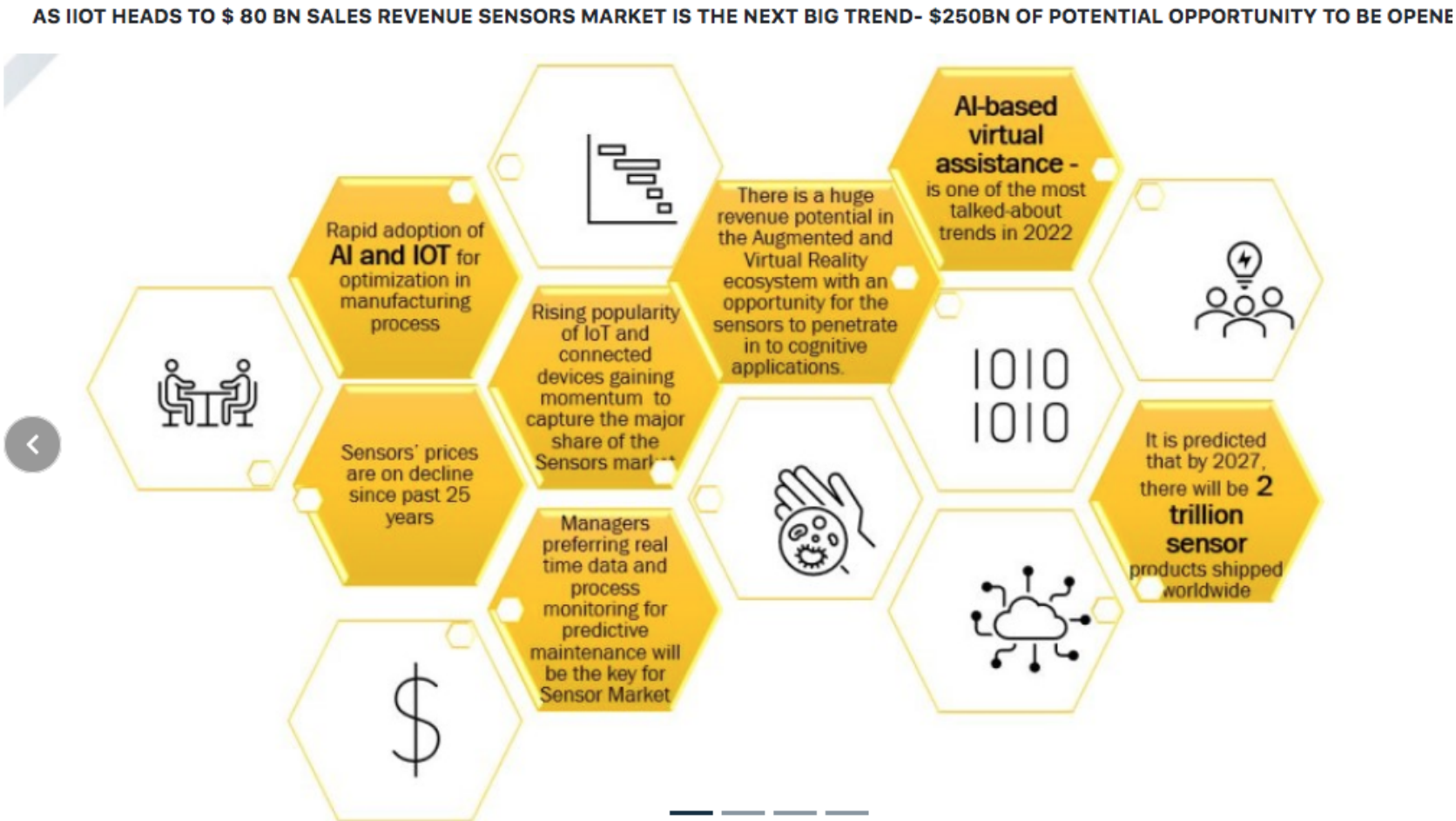


Evolutions périphériques du marché Capteurs et IoT

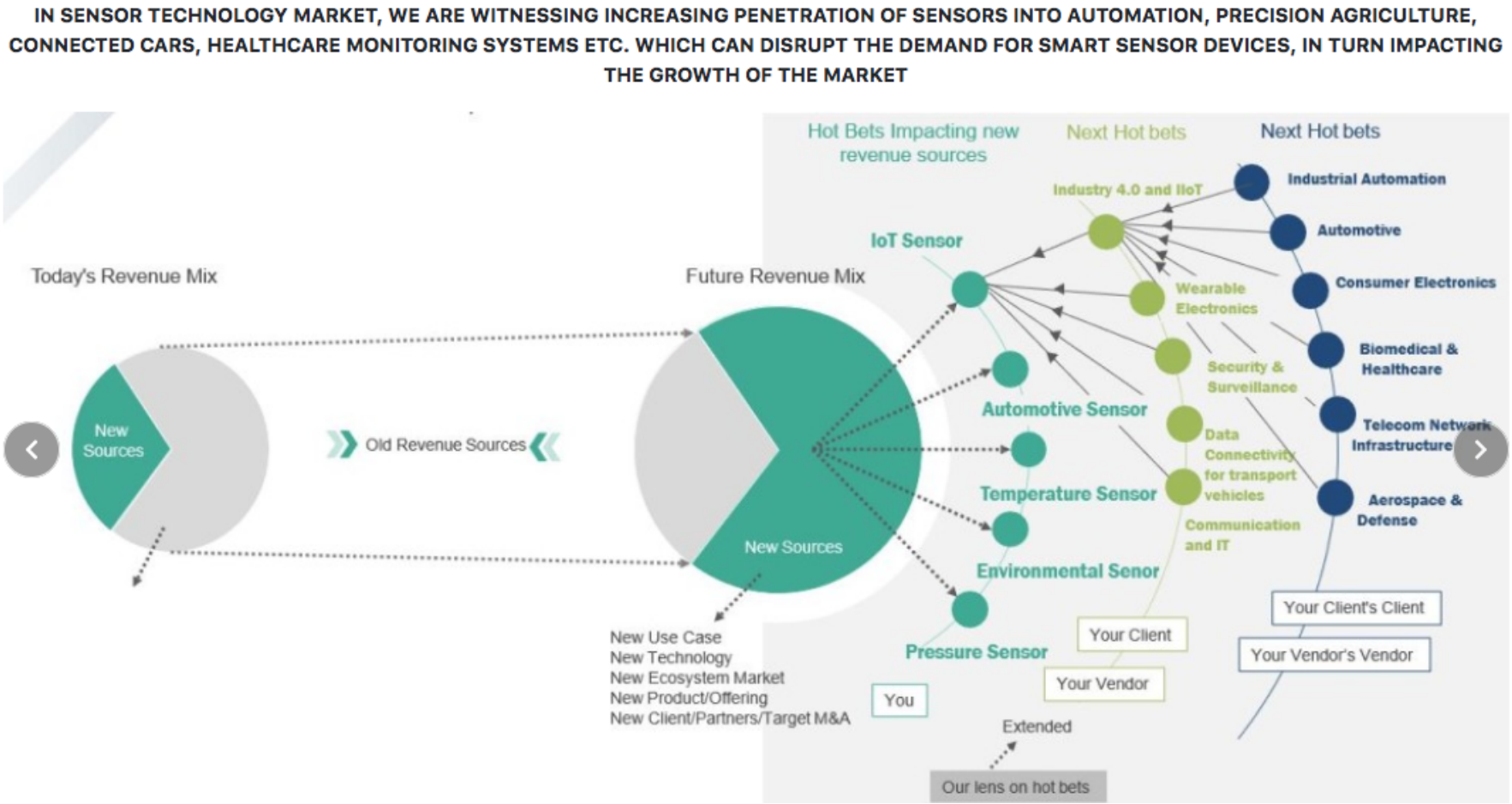
THERE IS USD 80 BN POTENTIAL WITHIN SENSOR TECHNOLOGY APPLICATIONS, MORE THAN HALF OF WHICH IS CONTRIBUTED BY CONSUMER ELECTRONICS



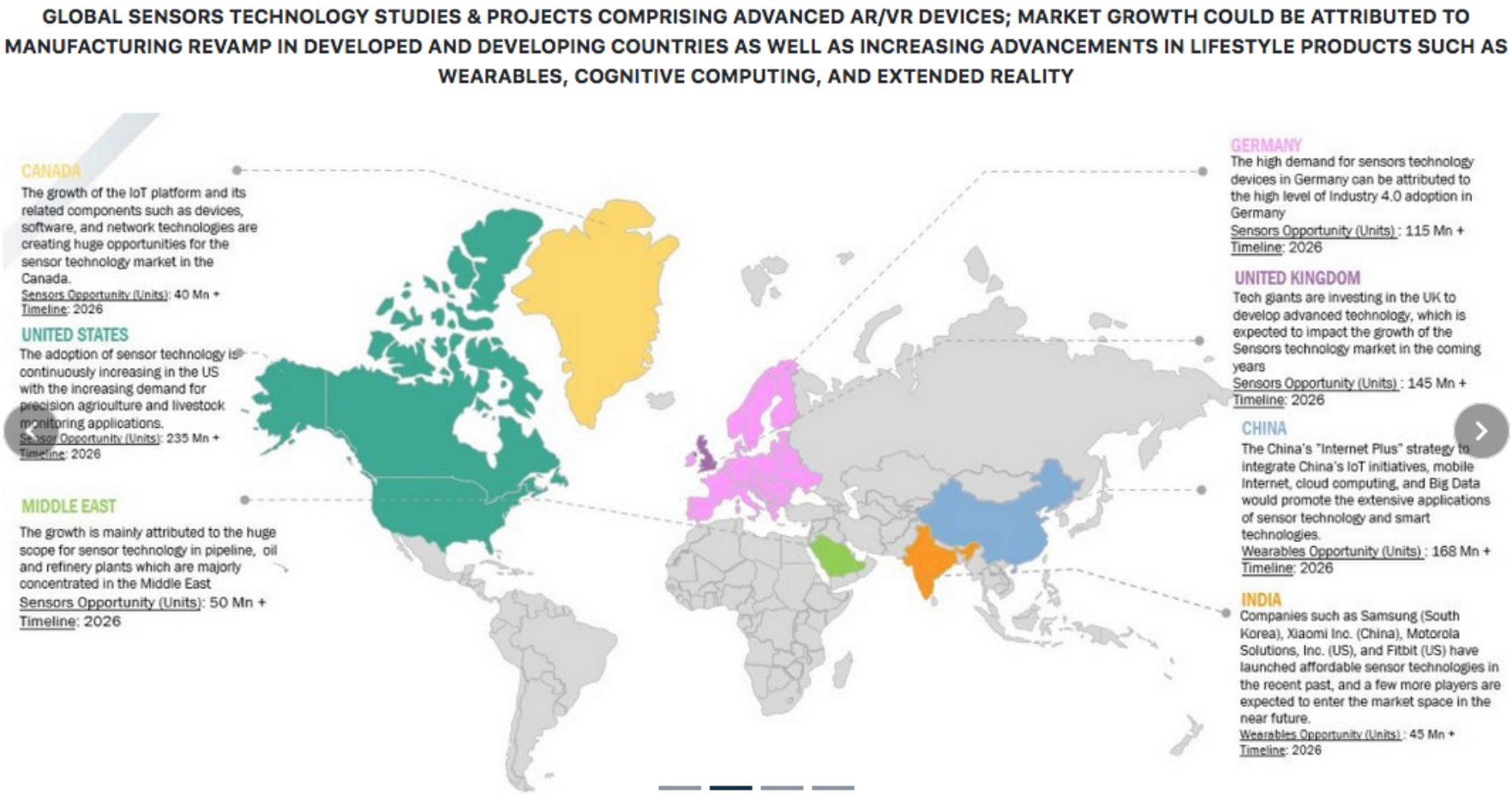
Prévisions du marché



Prévisions du marché (par secteurs)



Prévisions du marché (par pays)



Conséquence(s) de cette évolution

Faut-il vraiment s'en réjouir ?

Le développement toujours plus massif de l'IoT pose la question de l'alimentation en énergie de ces objets connectés et nomades, capables de faire des calculs, de recevoir et/ou transmettre des informations, et que l'on veut également pouvoir rendre autonomes en énergie.

IoT et AI sont étroitement liés

- Pour résumer : Un marché en plein essor !
  MAIS, la croissance, toujours la croissance...

Comment justifier le rapprochement des deux notions ?

- La vision de l'IA sur gros calculateur nourrit le fantasme de BigBrother
  Déporter les calculs, c'est s'en affranchir...
- Mettre de l'intelligence dans les objets
- Mettre en place des nouveaux paradigmes

IA n'est pas un marché en soi, c'est tentaculaire et cela ruisselle dans tous les secteurs !

S'acheter une bonne conscience

On distingue deux positions extrèmes

- ceux qui pensent que la High-tech et l'informatique pourra sauver la planète.
  - Par exemple, via des dispositifs IoT ou des algorithmes qui permettent de changer les pratiques et de se tourner vers l'écologie...
  - Est-il possible de construire un IoT sobre et comment faire la part entre les "bons" IoT et les "mauvais" ?
- Les alarmistes et techno sceptiques

Edge computing (et apprentissage embarqué)

L'idée de base

- Traiter localement les données, proche de là où elles sont produites[1].
- Faire l'inférence en local par federated/distributed learning, parfois aussi l'entrainement, voire *on-device*
- La meilleure pratique est toujours de se restreindre aux données les plus utiles et d'évaluer les bénéfices potentiels d'une telle approche avant de la développer !

Notons qu'il n'est pas si clair que ces approches soient vraiment plus vertueuses, **il conviendrait de le prouver**...

[1] http://edge-intelligence@imag.fr

Edge computing (et apprentissage embarqué)

L'idée de base

- Traiter localement les données, proche de là où elles sont produites[1].
- Faire l'inférence en local par federated/distributed learning, parfois aussi l'entrainement, voire *on-device*
- La meilleure pratique est toujours de se restreindre aux données les plus utiles et d'évaluer les bénéfices potentiels d'une telle approche avant de la développer !

Notons qu'il n'est pas si clair que ces approches soient vraiment plus vertueuses, **il conviendrait de le prouver**...

[1] http://edge-intelligence@imag.fr

Comment établir une recherche "vertueuse" ?

- Le thème de l'impact des technologies digitales sur le climat se diffuse rapidement dans la société.
  Mais la prise de conscience est plus lente dans le secteur professionnel.
  Elle est même un peu contradictoire dans les entreprises dont l'objectif premier est la production (et la rentabilité)...

Approches possibles

1. On optimise, et on continue en ciblant d'autres critères
2. Ajuster l'objet de nos recherche pour être moins en dissonance
3. Passer à l'action en rupture[2]

Le changement de comportement pourrait faire changer l'offre

C'est possible ! C'est là que se situe le levier.
Exemple : l'application *Yuka*, adoptée par près d'un quart de la population française, qui a eu un effet sur la grande distribution...

[2] on peut aussi ne rien faire du tout !

Une autre façon d'envisager les choses

- L'approche scientifique classique se situe vers les avancées technologiques et les innovations.
- Elle suppose un accès illimité et pas cher aux ressources et à l'énergie

La convivialité de [Illich 1973]

"il est grand temps de **conduire une recherche à contre courant** sur la possibilité d'utiliser la technologie afin de créer des institutions au service des interactions personnelles, créatrices et autonomes et de permettre l'apparition de valeurs qui ne puissent pas être soumises aux règles des technocrates."

Une nouvelle perspective

- **Soutenabilité** sans effets rebonds ou induits, fiable, avec des ressources disponibles.
- **Equité** bien réparti dans les couches de la société qui génère de la stabilité
- **Résilience** capable de s'adapter aux situations de crises et catastrophes.
- **Utilité** démontrée des fruits de la recherche.
- **Ecologique** faible empreinte environnementale.
- **Maitrise** des outils, réparabilité, accroissement de la durée de vie, etc.

Un exercice d'entrainement

Purement fictif, imaginez le lancement d'un gros programme ANR.

Voiture autonome

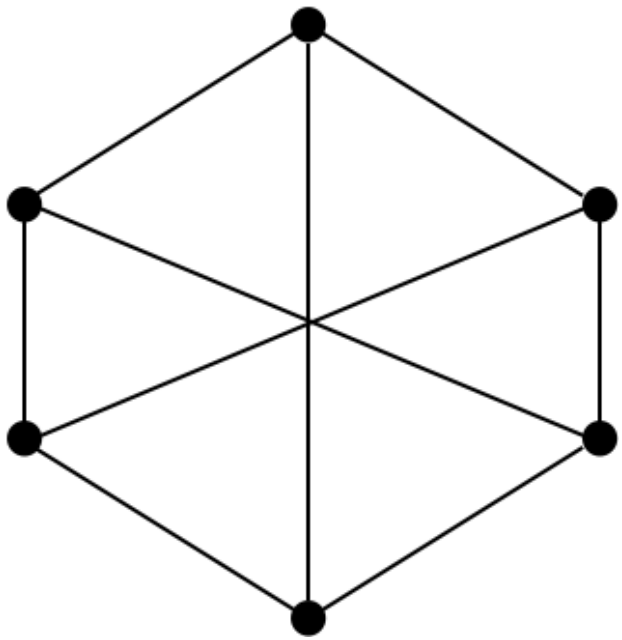
- Doit-on candidater à ce programme ?
- Est-ce utile ou indispensable ?
- Quels besoins en calculs faudra-t-il ?
- Que peut-on faire localement ?
- Comment évaluer les coûts complets ?
- Est-ce que les citoyens perdront le contrôle d'une techno trop complexe ?

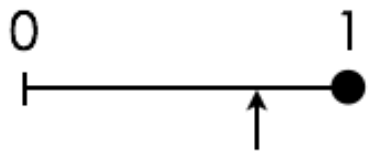
Le véhicule autonome

- Le véhicule autonome est essentiellement un petit data centre sur roues
- Le edge computing est au centre du développement
- GE Digital avec son partenaire Intel estiment qu'il faut embarquer plusieurs centaines de capteurs intelligents correspondant à 40TBytes de données pour 8 heures de route.
- Cela fait un gros paquet de données !
  C'est peu sûr, impossible et inutile de les transmettre au cloud, même avec la "5G and beyond".

Analyse qualitative rapide

On reprend les critères précédents sur une échelle de 0 à 1





Bilan et alternatives

- Vélo-cargo en ville
- Voitures électriques
- Drônes spécialisés

Des réactions ?