



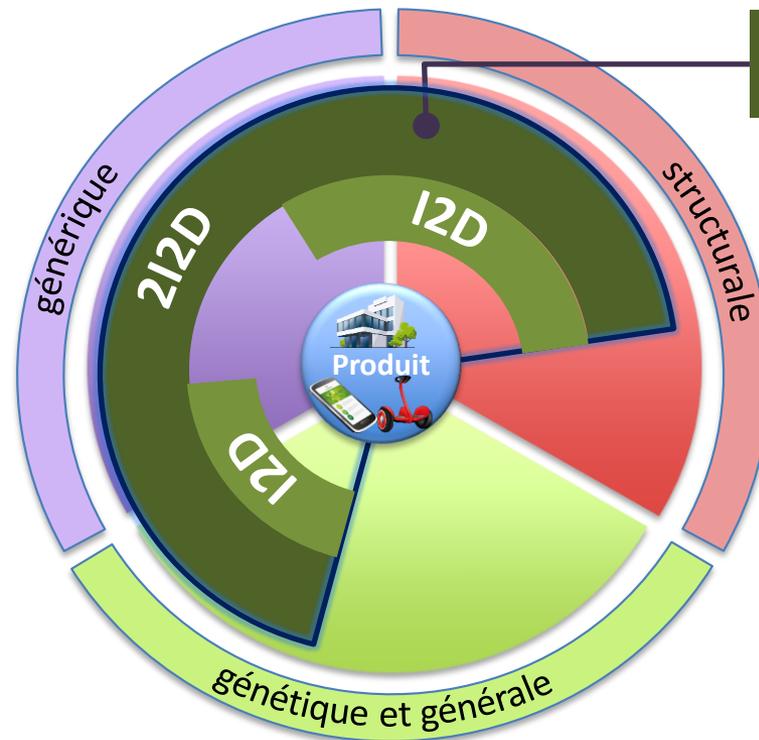
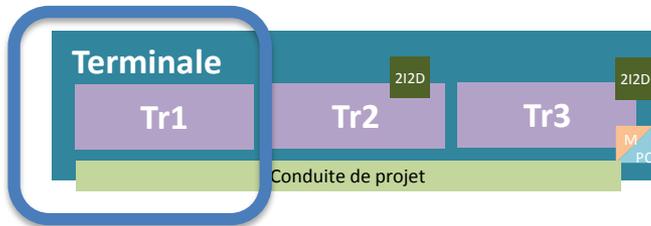
Ressources pédagogiques, études expérimentales de solutions constructives de transmission de l'information en 2I2D

Nathalie Calas-Cadeville, professeur au lycée Jean Favard à Guéret, académie de Limoges





Séquence proposée en début de terminale en 2I2D.



Terminale
Ingénierie, Innovation
et Développement
Durable (2I2D) – 12h

Problématique :

Comment les objets connectés permettent de réduire la consommation d'énergie d'une ville, d'un bâtiment industriel, d'une habitation ?



Source EY

La révolution numérique des objets connectés et le secteur de l'énergie

« L'Internet des objets a un potentiel de création de valeur pour le système électrique en contribuant à répondre à l'un de ses principaux enjeux : celui d'adapter la production à la consommation d'énergie. »





La révolution numérique des objets connectés et le secteur de l'énergie

Source EY

« En rendant visibles la consommation et le coût de l'énergie en temps réel, les objets connectés permettraient de mieux synchroniser la production et la consommation. »

Linky : un système de compteurs communicant



« Sur le plan de la consommation, le consommateur qui devient « consomm'acteur » engagera les acteurs du secteur à une plus grande créativité commerciale, via des offres qui s'adaptent aux usages spécifiques, et une relation client transformée et numérisée. »



Les questionnements clés spécifiques au marché de l'Internet des objets.

Quelles technologies pour quelles communications ?

Quelles applications pour quels usages ?

Quelles mutations pour quel type d'organisation ?

Quelles relations entre les acteurs ?

Quel modèle de gouvernance des données ?

Quelles garanties pour la confidentialité des données et face aux risques de cyberattaques ?

Quelle connectivité sur quels réseaux ?





Étude de la problématique en enseignement commun 2I2D

Activités en lien avec les smart building
et les objets connectés en enseignement
spécifique



Prérequis :

Les élèves auront vu en classe de première, en I2D, la séquence « Réseaux Intelligents ».

Ils auront pu faire émerger la problématique :

« Comment rendre autonome en énergie ces réseaux de capteurs ? »

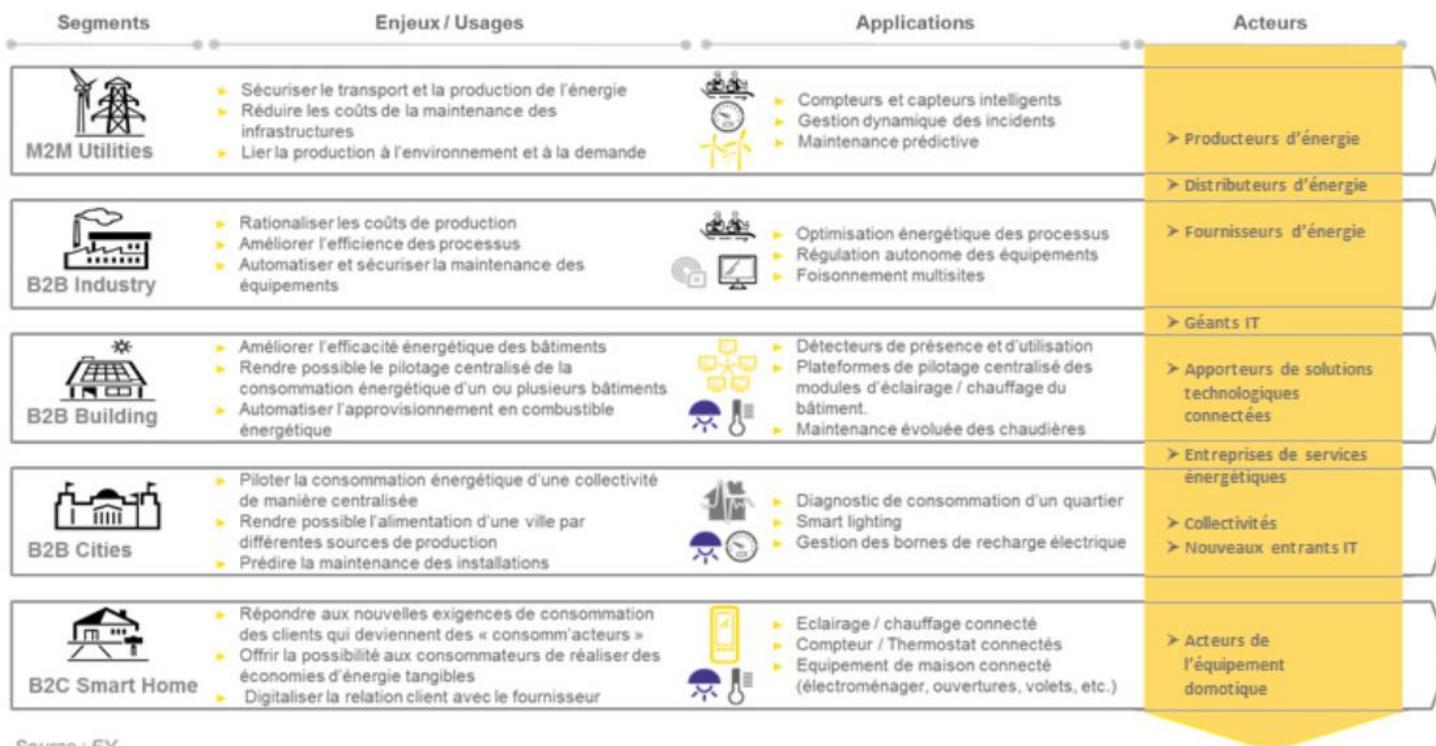


Activité en enseignement 2I2D commun

Durée 1H :

Une activité en îlot de 4 ou 5 élèves :

- Chaque îlot découvre un segment M2M, B2B industry, B2B building...



Source : EY



Activité en enseignement 2I2D commun

- Des documents ressources au format numérique sont disponibles ainsi que l'accès à l'Internet pour les recherches
- Une trame de diaporama est remise à chaque îlot qui devra le compléter afin de préparer une présentation orale de 5 à 10 minutes maximum.

Durée 50 minutes :

- Restitution orale des travaux de chaque îlot (environ 10 minutes)



Synthèse :

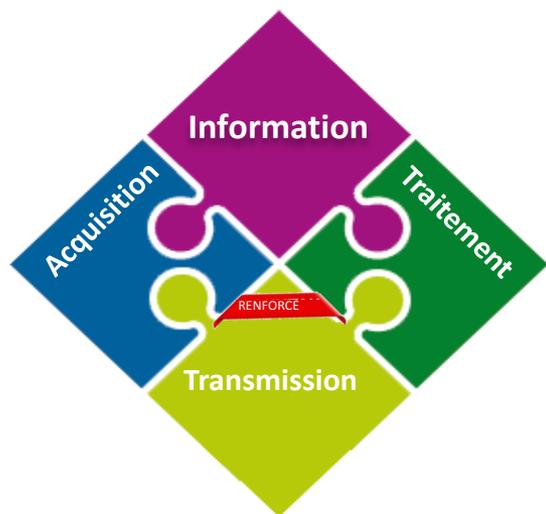
- La séance suivante l'enseignant propose de construire une carte mentale regroupant les différents segments, les enjeux, les applications et les acteurs.



Approfondissement en enseignement spécifique

Transmission de l'information par la mise en œuvre d'objets connectés - IoT

SIN



Terminale STI2D

Enseignement spécifique SIN

Cadre de sommaire

1. Généralités sur les objets connectés.
2. Activités proposées dans le module numérique



Enseignement spécifique

SIN Systèmes d'Information et Numérique

Explore la façon dont le **traitement numérique** de l'information permet le **pilotage** et **l'optimisation** de l'usage des produits, notamment de leur performance environnementale.

Il apporte les compétences nécessaires pour appréhender le choix de solutions constructives associées à la création logicielle à

forte valeur ajoutée de produits communicants.



Le programme des connaissances associées

Connaissances

1. Principes de conception des produits et développement durable
2. Approche fonctionnelle et structurelle des produits
Approche des flux MEI, chaîne de puissance, application logicielle
3. Approche comportementale des produits
Paramétrage et traitement des résultats, concept de mouvement
4. Eco-conception des produits
Accentuation de la représentation numérique, réseaux intelligents
5. Solutions constructives
Études approfondies en terminale par enseignement spécifique et allègement en enseignement commun
6. Prototypage et expérimentations



Choix pédagogiques :

- proposer la **résolution d'un problème technique** conduisant à mobiliser des solutions constructives relevant du programme, en s'appuyant sur la démarche STEM ;
- mobiliser un module numérique de formation.



Télécharger





O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

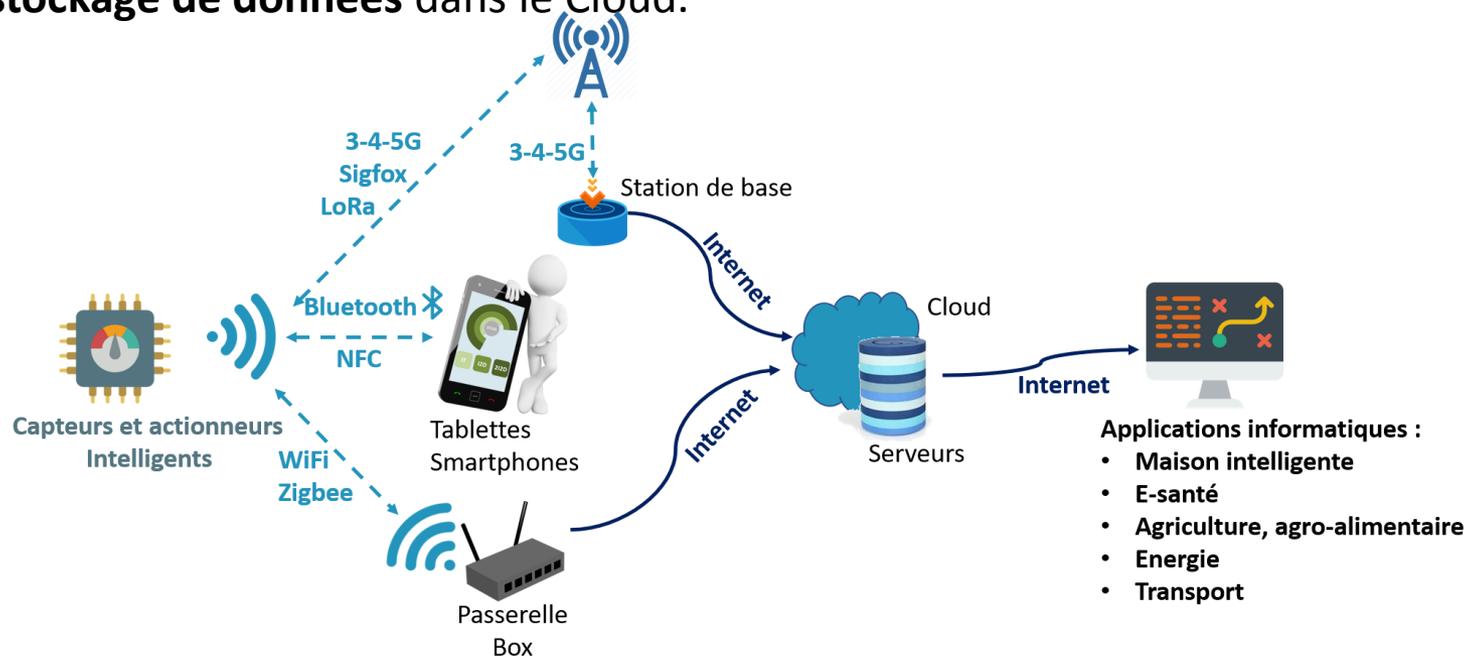
Compétences	Connaissances	SIN	
CO5.7. Définir la structure matérielle, la constitution d'un produit en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues	5. Solutions constructives		
	5.3. Constituants de l'information 5.3.3. Composants programmables Objets connectés. <i>Internet des objets.</i> Utilisations de modules programmables permettant de connecter un produit à internet et le rendre communiquant à distance.	3	
	5.3.4. Composants de transmission de l'information Composants émetteurs et récepteurs pour la transmission sans fil. <i>On privilégie l'usage de modules intégrés</i> On se limitera aux technologies WiFi, Bluetooth, RF...	3	



Transmission de l'information - Objets connectés IoT

L'Internet des objets connectés (IoT) est basé sur les **échanges d'informations et de données** provenant d'objets du monde réel avec le réseau Internet.

L'IoT regroupe à la fois :
 les **systèmes embarqués** fonctionnant en temps réel (embedded systems)
 et le **stockage de données** dans le Cloud.



Applications informatiques :

- Maison intelligente
- E-santé
- Agriculture, agro-alimentaire
- Energie
- Transport



Définition par l'Union internationale des télécommunications :

Présentation générale de l'Internet des objets (ITU-T Y.2060), juin 2012, § 3.2.2 Définition internationale (par l'Union internationale des télécommunications)

Cette recommandation définit l'Internet des objets comme « une infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de **services évolués en interconnectant des objets** (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution. »



Voir document numérique

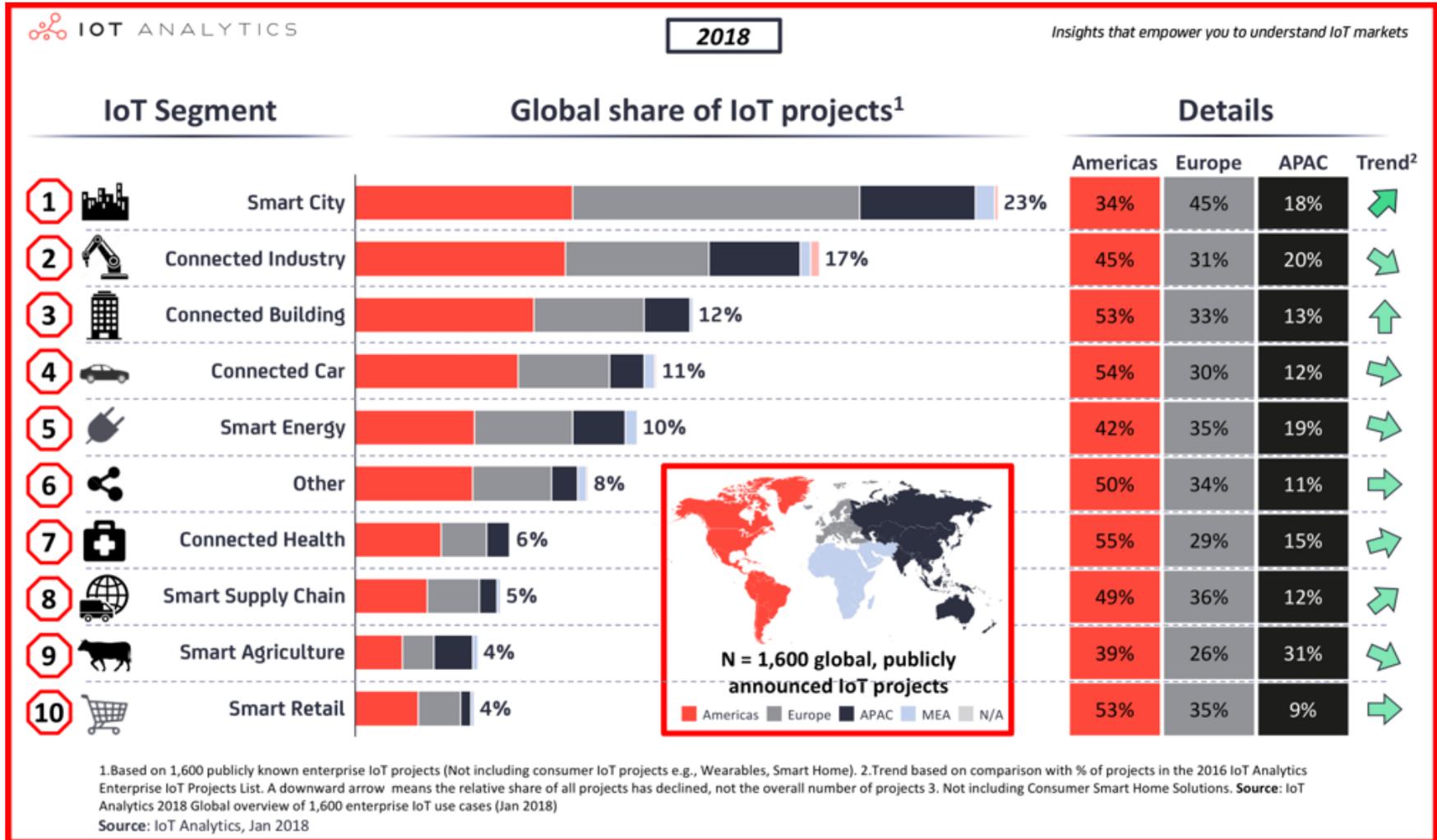


Domaines applicatifs de l'IoT :

- **Ville intelligente** : circulation routière intelligente , transports intelligents, collecte des déchets, cartographies diverses (bruit, énergie, etc.)
- **Environnements intelligents** : prédiction des séismes, détection d'incendies, qualité de l'air, etc.
- **Sécurité et gestion des urgences** : radiations, attentats, explosions.
- **Logistique** : aller plus loin que les approches actuelles.
- **Contrôle industriel** : mesure, pronostic et prédiction des pannes, dépannage à distance.
- **Santé** : suivi des paramètres biologiques à distance.
- **Agriculture intelligente, domotique, applications ludiques** etc.



Domaines applicatifs de l'IoT :

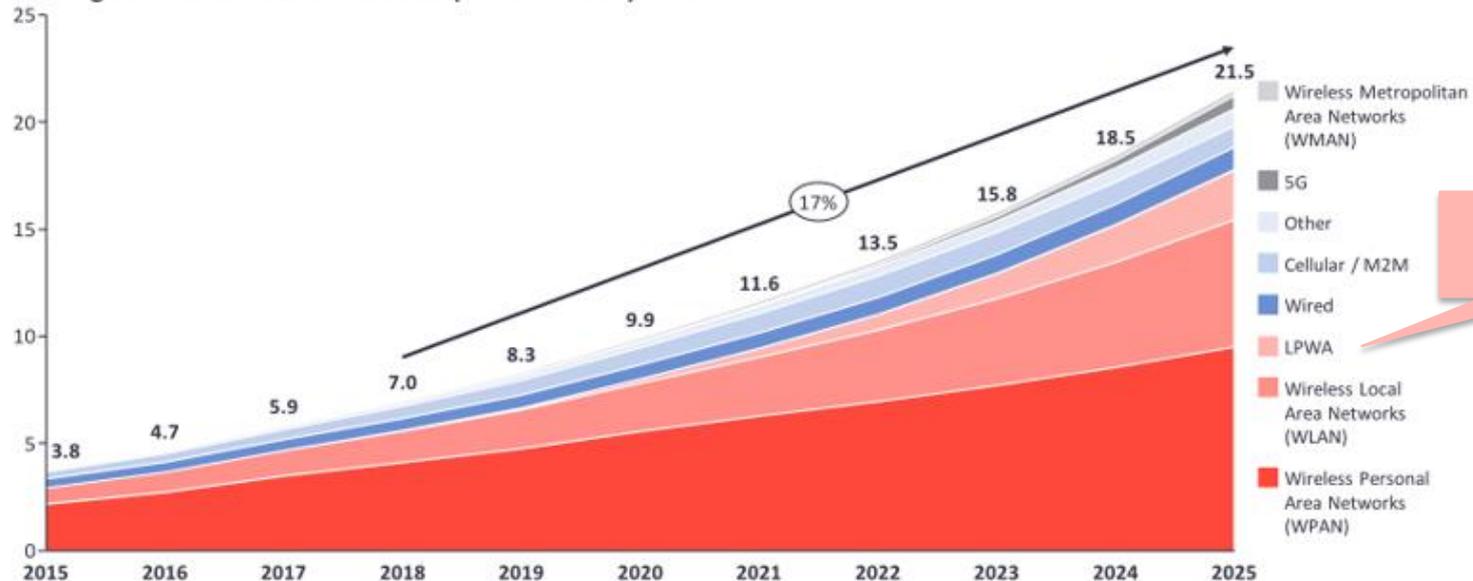




Évolution des modes de transmission :

Global Number of Connected IoT Devices

Number of global active IoT Connections (installed base) in Bn



Low-power Networks

Note: IoT Connections do not include any computers, laptops, fixed phones, cellphones or tablets. Counted are active nodes/devices or gateways that concentrate the end-sensors, not every sensor/actuator. Simple one-directional communications technology not considered (e.g., RFID, NFC). Wired includes Ethernet and Fieldbuses (e.g., connected industrial PLCs or I/O modules); Cellular includes 2G, 3G, 4G; LPWAN includes unlicensed and licensed low-power networks; WPAN includes Bluetooth, Zigbee, Z-Wave or similar; WLAN includes Wi-fi and related protocols; WMAN includes non-short range mesh; Other includes satellite and unclassified proprietary networks with any range.

Source: IoT Analytics Research 2018



Le cadre :

La loi du 17 août 2015 relative à la **transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)**, la 21e conférence des parties ou **Conférence de Paris de 2015 (COP 21)**, le déploiement du compteur évolué sont autant de signaux pour basculer vers un secteur de l'énergie décarbonée, décentralisée et digitalisée.



Voir document numérique



La réglementation :

Le règlement européen du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données ;

les lois du 28 décembre 2015 relative à la gratuité et aux modalités de la réutilisation des informations du secteur public (dite loi Valter) et du **7 août 2015** portant la nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe) pour la gratuité et l'ouverture des données ;

la loi du 7 octobre 2016 pour une République numérique, qui établit un cadre sur la protection des données privées et l'ouverture par défaut des données dans les contrats de Délégation de Service Public à destination des Collectivités, pour « une meilleure information des citoyens et une transparence accrue » ;

la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) qui, au-delà des grands objectifs du texte, prévoit la mise à disposition aux collectivités et consommateurs finaux de certaines données de consommation par les gestionnaires de réseaux, pour favoriser la compréhension de la consommation et les économies d'énergie associées.



Voir document numérique

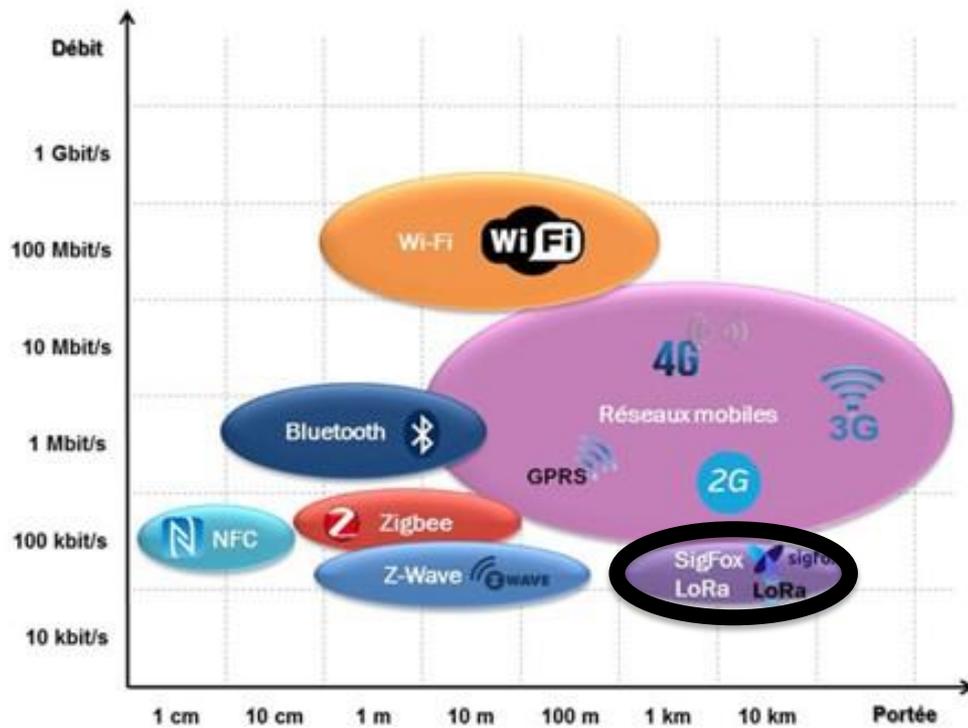


Quel réseau pour quelle application ?

	Courte portée			Moyenne portée			Longue portée	
Technologie	NFC	Bluetooth	Zigbee	Z-Wave	Wi-Fi	BLE	SigFox	LoRa
Portée moyenne (en intérieur)	<10 cm	10 m	10 m	50 m	50 m	50 m	>2 km	>2 km
Débit (Mbits/s)	1.10^{-3}	1.10^{-3}	1.10^{-2}	1.10^{-2}	1.10^2	1.10^{-3}	1.10^{-3}	1.10^{-3}
Autonomie	Mois	Jours	Années	Années	Jours	Mois	Années	Années
Fréquence	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz 868 MHz	868 MHz	2,4 GHz 5 GHz	2,4 GHz	868 MHz	868 MHz
Usages	Téléphonie Cartes de paiement	Périphériques informatiques et multimédia	Domotique		Navigation Internet Transferts conséquents de données	Périphériques informatiques et multimédia	Prévention d'incidents Collecte de données Gestion de réseaux	



Les débits selon les réseaux :





Une norme Wi-Fi est dédiée aux objets connectés :

le **Wi-Fi HaLow** (sa normalisation porte le nom d'IEEE 802.11ah).

Les enjeux :

- Portée
- Densité
- Gestion de l'énergie
- Réutilisation des infrastructures déjà en place



Extraits de l'article intitulé « L'autonomie des objets connectés » de Laurent REMONT, Technology and Product strategy VP de STMicroelectronics :

« La manière même de penser le système, réduit ou allonge l'autonomie de l'objet connecté.

Il faut penser très clairement à l'**architecture** et à son fonctionnement de bout en bout, à la captation d'information, au traitement de la donnée, à la périodicité de ces traitements, aux retours visuels, sonores ou autre, etc.

Il s'agit par exemple de se demander si les données sont exploitées **localement** ou dans le **cloud** et il n'est pas dit que le calcul local sera plus énergivore que la transmission des données des capteurs.

Les **cycles de fonctionnement** sont primordiaux. Il est facile de se laisser aller à la vitesse et de souhaiter récupérer les données des capteurs toutes les minutes pour avoir du pseudo temps réel. »

L'article complet est disponible en suivant ce lien :

<https://www.ekino.com/articles/lautonomie-des-objets-connectes>



L'autonomie des objets connectés dépend aussi :

Voir la suite de l'article dans le module numérique fourni.

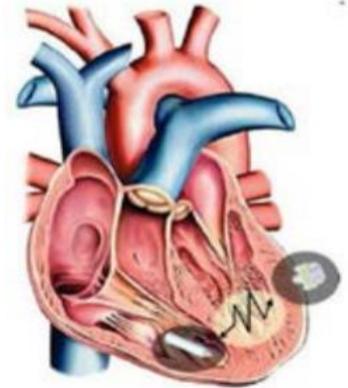


- Le choix du hardware
- L'environnement en tant que source d'énergie
- De la possibilité que l'information puisse créer l'énergie comme avec les interrupteurs de type piezo-électriques.



L'information crée l'énergie : exemple du pacemaker autonome

extrait de l'article « Heartbeat-Powered Pacemakers » paru dans le rapport « Annual Research Report Systems and solutions integration 2012 » du CEA LETI
Auteurs : J.J. Chaillout, S. Boisseau, G. Despesse, J.S. Danel (CEA-LETI/DCOS)



Heartbeat-Powered Pacemakers

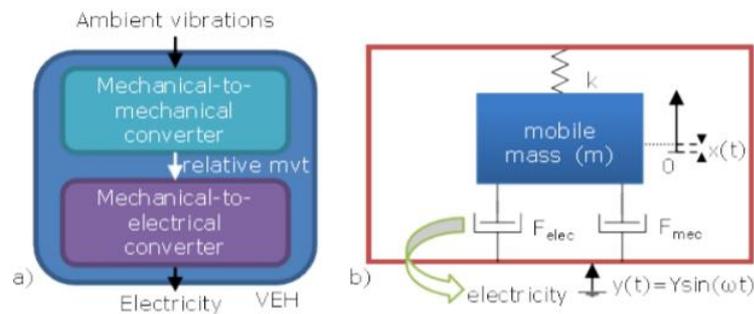
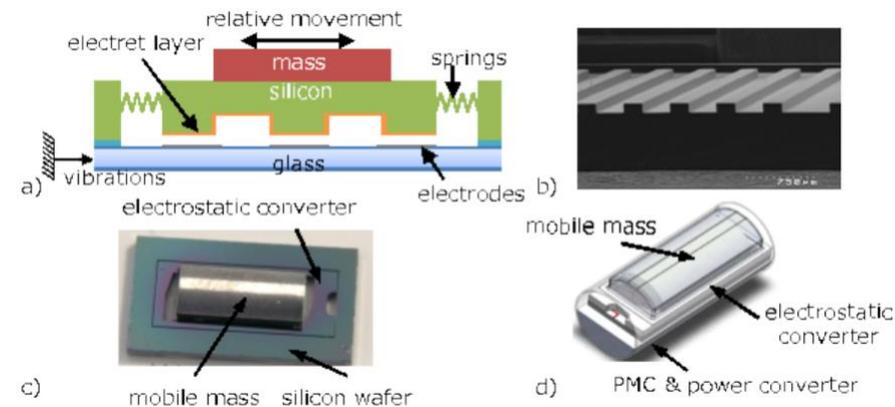


Figure 2: (a) two-step conversion for vibration energy harvesting and (b) equivalent model of vibration energy harvesters.

Structure de récupération d'énergie utilisant les mouvements du cœur et permettant de fabriquer des pacemakers autonomes. La structure visée est capacitive à électrets, mesure 18mm/9mm/3mm, a une fréquence de résonance de 20Hz et récupère 40 μ W après l'électronique de conversion.





Planning des activités

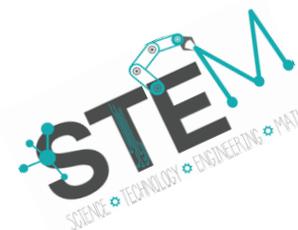
Le module numérique de formation propose des activités illustrant la transmission de l'information par les objets connectés .

Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	<p style="text-align: center;">Exposés</p> <p style="text-align: center;">Chaque binôme présente une étape différente du mini-projet</p>
3H	3H	3H	
<p>Activation par l'enseignant</p> <p>Introduction aux objets connectés</p> <p>Activité 1 : Connexion d'un "objet" au réseau WiFi</p> <p>Activité 2 : envoi de données d'un capteur sur un serveur web et affichage dans une IHM</p>	<p>Mini-projet</p> <p>Etape 1 : analyse du besoin</p> <p>Etape 2 : récupération des données météo concernant le vent</p>	<p>Mini-projet</p> <p>Création de l'IHM pour la visualisation des données à distance</p>	
3H	3H		
<p>Activité 3 : parser des données extraites d'une API sur un serveur Web</p>	<p>Mini-projet</p> <p>Etape 3 : pilotage du servomoteur</p>	<p style="text-align: center;">COMPTE RENDU</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Travail à la maison</p>	



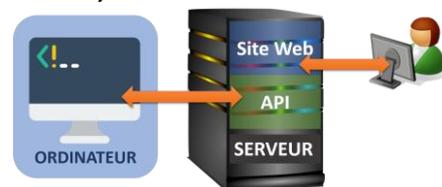
Démarche : Etude de solutions constructives

Mise en œuvre de modules ESP (Société Espressif) programmables dans l'IDE Arduino et permettant notamment une connectivité Wi-Fi.



Les activités guidées :

- configurer la connexion Wi-Fi ;
- mettre en œuvre des requêtes HTTP pour :
 - Envoyer des données acquises par un capteur sur un serveur web ;
 - Lire des données sur des serveurs web dans des API, pour les communiquer ou les exploiter ;
- réaliser **l'extraction de données*** au format JSON ;
- exploiter les données d'un serveur Web dans un Dashboard en ligne.



Une activité de type projet : résolution du problème technique proposé par la mise en œuvre des connaissances et compétences développées tout au long des activités guidées.

*L'extraction de données est aussi appelée : parsing



Extrait des ressources dans le module numérique :

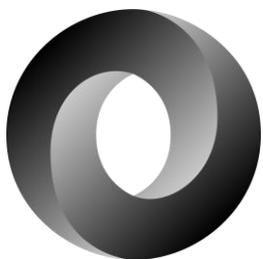
Une API est un outil qui rend les données d'un site web "utilisables" par un ordinateur "client". Grâce à elle, un client peut voir et modifier des données, exactement comme une personne peut charger des pages et soumettre un formulaire.

API :

JSON :

On dispose aussi de deux types structures :

- les listes de paires qui se composent de deux champs :
 - le mot clé qui est une chaîne de caractères
les clés représentent un attribut de l'objet que l'on décrit
 - une valeur qui peut être n'importe quoi.



Par exemple, voici le json d'un élève de STI2D :

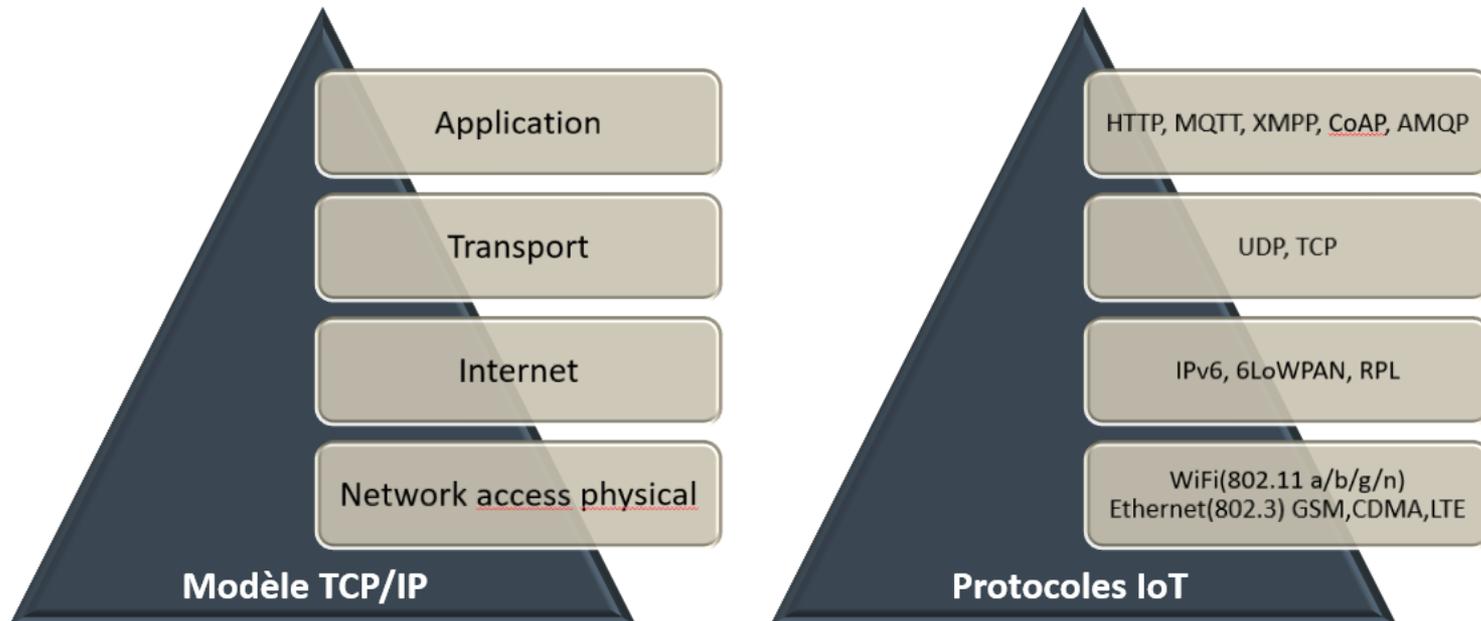
```
{ "Identifiant_de_la_classe": 604, "Spécialité_1": "IT",  
  "Spécialité_2": "I2D" }
```

Les listes sont délimitées par des accolades.

- Les tableaux



Activité 1 : connexion Wi-Fi – protocoles IoT





O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

212D

Compétences	Connaissances	Liens sciences
CO5.5. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue	5. Solutions constructives 5.3. Constituants de l'information 5.3.3. Composants programmables Objets connectés. <i>Internet des objets.</i> Utilisations de modules programmables permettant de connecter un produit à internet et le rendre communicant à distance.- Expérimentations de constituants de la chaîne d'information.	



Expérimentation de modules programmables ESP8266
 Essais de communication à distance des informations .

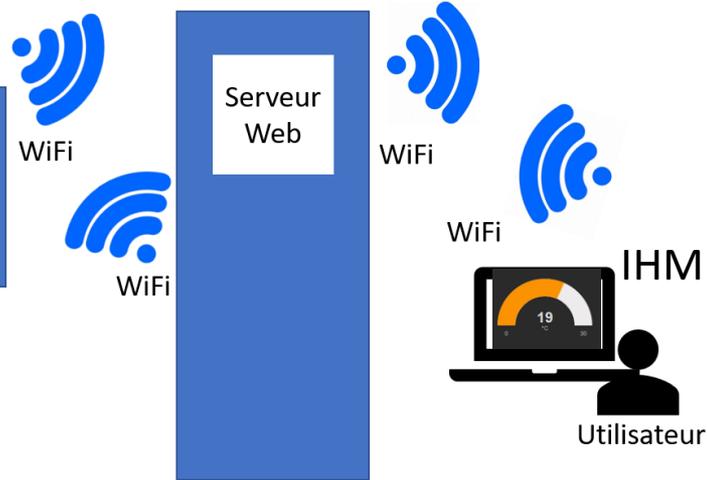
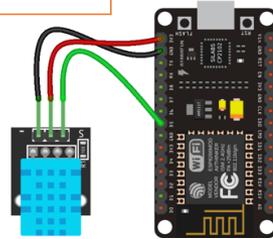




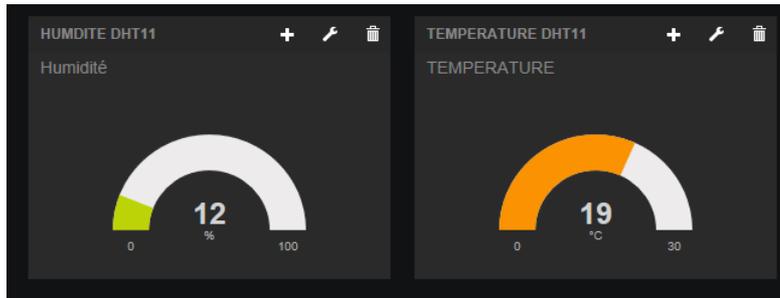
Activité 2 :



Capteur + carte traitement + module WiFi



Passerelle Box





O7 – Expérimenter et réaliser des prototypes ou des maquettes

2I2D

Compétences	Connaissances	Liens sciences
CO7.2. Mettre en œuvre un scénario de validation devant intégrer un protocole d'essais, de mesures et/ou d'observations sur le prototype ou la maquette, interpréter les résultats et qualifier le produit	6. Prototypage et expérimentations	
	6.2. Expérimentations et essais	Mesures et incertitudes
	6.3. Vérification, validation et qualification du prototype d'un produit	



Les protocoles sont choisis afin de valider des choix :

Etalonnage des capteurs

Essais de communication
des informations.

Des protocoles expérimentaux ont déjà été mis en place en I2D





Activité 3 : « parser » des données extraites d'une API sur un serveur Web

Nom du paramètre	Niveaux disponibles	Unités	Description
temperature	2m, sol, 300hPa, 400hPa, 500hPa, 550hPa, 600hPa, 650hPa, 700hPa, 750hPa, 850hPa, 900hPa, 950hPa, 975hPa, 1000hPa	Kelvin	Température

Format JSON

```
{"temperature":{"2m":282.7,"sol":285,"500hPa":-0.1,"850hPa":-0.1},
```



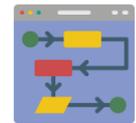
O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

2I2D

Compétences	Connaissances	Liens sciences
CO5.7. Définir la structure matérielle, la constitution d'un produit en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues	4. Eco-conception des produits	
	4.3. Conception des produits 4.3.5. Conception informationnelle des produits <ul style="list-style-type: none"> - Bilan et nature des entrées-sorties. - Structures de programmation. - Fonctions logicielles. - Méthodes et des propriétés utiles en lien avec les librairies choisies. - Types de variables. - Codage dans un langage spécifique. - Règles d'écriture (organisation du code, commentaires, documentation...). - Mise au point 	Math : algorithmique et programmation.



Algorithmique
Codage Arduino, html et json





Activité de type projet :

Sécuriser un panneau photovoltaïque sur toit terrasse par sa mise en sécurité en fonction des valeurs des rafales de vent annoncées par l'API du site météo.



Démarche « Ingénierie System » :

- Analyse du besoin : réalisation des documents au formalisme SysML :
 - Expression du besoin
 - Mission du système
 - Utilisation du système -phase d'exploitation
- récupération des données depuis l'API du serveur du site infoclimat.fr
- pilotage d'un servomoteur selon les valeurs des rafales de vent,
- création de l'IHM pour la visualisation des données à distance.



SIN

O7 – Expérimenter et réaliser des prototypes ou des maquettes

Compétences	Connaissances	Liens sciences
CO7.3. Expérimenter SIN1 : Des moyens matériels d'acquisition, de traitement, de stockage et de restitution de l'information pour aider à la conception d'une chaîne d'information SIN2 : Des architectures matérielles et logicielles en réponse à une problématique posée	6. Prototypage et expérimentations	
	6.2. Expérimentations et essais	Mesures et incertitudes
	6.3. Vérification, validation et qualification du prototype d'un produit	



Les protocoles sont choisis afin de valider des choix :

- Etalonnage des capteurs
- Essais de communication des informations.

Des protocoles expérimentaux ont déjà été mis en place en 2I2D





Documents fournis :

- Module numérique version enseignant
- Module numérique version élève

Inclus dans les modules numériques :

Programmes format Arduino

Notice d'installation du module ESP

Documents élèves

Merci de votre attention.