

GESTION TEMPS RÉEL DES DONNÉES DANS L'INTERNET DES OBJETS

SFAX, 24-26 NOVEMBRE 2017
WORKSHOP INTERNET DES OBJETS

Claude Duvallet

Université du Havre
UFR Sciences et Techniques
25 rue Philippe Lebon - BP 540
76058 LE HAVRE CEDEX
Claude.Duvallet@gmail.com
<http://litis.univ-lehavre.fr/~duvallet/>

- Contexte et introduction
- Notion de données temps réel
- Gestion de qualité de service
- Problématique des traitements temps réel
- Conclusion et perspectives

① Présentation générale

Contexte

Origines

Définitions

② Les domaines d'application

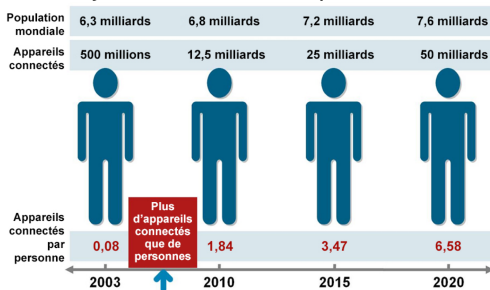
③ Le temps réel

④ Gestion du temps réel dans l'Internet des objets

⑤ Conclusion et perspectives

INTRODUCTION ET CONTEXTE

- De nos jours, il existe de plus en plus d'objets ou de choses connectées :
 - Téléphones portables, tablettes, montres, bracelets, voitures, capteurs, puces RFID, etc.
- Nous sommes de plus en plus entourés d'objets pouvant communiquer avec leur environnement et échanger des données.
- L'Internet des Objets a pris toute son ampleur entre 2008 et 2009 lorsque le nombre d'objets connectés a dépassé le nombre d'habitants sur terre.



Source : Cisco IBSG, avril 2011.

- En 1999, au Massachusetts Institute of Technology (MIT) et plus particulièrement au groupe Auto-ID Center, est né le concept d'Internet of Things (IoT).
- Le groupe Auto-ID center travaillait sur l'identification de la fréquence radio (RFID) en réseau et sur les technologies de détection émergentes.
- Il se composait de sept universités de recherche réparties sur quatre continents et choisies par l'Auto-ID Center pour concevoir l'architecture de l'IoT.

- L'Internet des objets constitue une extension de l'Internet à des choses et des lieux du monde physique.
- Il est considéré comme la troisième grande évolution de l'Internet, baptisé Web 3.0 qui fait suite à l'ère du Web social.
- On parle d'objets connectés pour définir des types d'objets auxquels l'ajout d'une connexion Internet a permis d'apporter une valeur supplémentaire en termes de fonctionnalités, d'informations, d'interactions avec l'environnement ou d'usage.

- 1 Présentation générale
- 2 Les domaines d'application
 - L'industrie 4.0
 - La santé
 - Les bâtiments intelligents
 - Les villes intelligentes
 - Etc.
- 3 Le temps réel
- 4 Gestion du temps réel dans l'Internet des objets
- 5 Conclusion et perspectives

- On parle désormais d'Industrie 4.0.
- Historique : 3 révolutions industrielles se sont succédées
 - la première, au XVIIIe siècle, est caractérisée par la production mécanique avec l'utilisation du charbon, le développement de la machine à vapeur...
 - la seconde, à la fin du XVIIIe siècle, permet la production de masse avec l'arrivée de l'électricité.
 - la troisième, au milieu du XXe siècle, permet la production automatisée, avec automates et robots.
- La quatrième représente une fusion entre Internet et les usines.

- À chaque maillon des chaînes de production et d'approvisionnement, les outils et postes de travail communiquent en permanence grâce à Internet et aux réseaux virtuels.
- Les machines, les systèmes et les produits échangent de l'information, entre eux mais aussi avec l'extérieur.
- En optimisant l'outil de production, les industriels espèrent produire plus rapidement, à meilleur coût et plus écologiquement.

- Des machines connectées entre elles vont être capables de produire plus intelligemment.
- Une production plus flexible qui permet de s'adapter à la demande en temps réel.
- Une traçabilité poussée, qui permet de savoir où et quand a été fabriqué le produit, mais aussi comment.
- Des contrôles de sécurité tout au long de la fabrication, qui permettent de rappeler un produit en cas de défaillance, de manière ciblée et plus rapidement.

- Des machines capables de contacter un spécialiste apte à les dépanner à distance, ou pour se mettre à jour et améliorer leurs performances.
- Une scénarisation du cycle de production grâce à laquelle la fabrication est pilotée en fonction du client et qui est capable de personnaliser le produit (taille, couleur, type d'emballage...).
- Une optimisation des consommations par l'efficacité énergétique : la production est optimisée en fonction du coût de l'énergie et de sa disponibilité au cours d'une journée, lorsqu'elle est moins chère ou lorsque les énergies alternatives sont utilisables.
- Une mise hors tension des machines est également effectuée si elles n'ont pas besoin de fonctionner.

- Le secteur de la santé a adopté l'IoT pour :
 - améliorer la surveillance des patients,
 - réduire les dépenses,
 - et encourager l'innovation.

- L'IoT est utilisée pour :
 - la surveillance et la maintenance des appareils médicaux,
 - les opérations et le contrôle à distance,
 - les services de géolocalisation,
 - la connexion des appareils des utilisateurs à leur WiFi.

- Le secteur de la santé voit plusieurs avantages dans l'utilisation de l'IoT :
 - l'augmentation des possibilités d'innovation,
 - une meilleure visibilité au sein des organisations,
 - et des économies (on peut surveiller des patients à domicile sans les hospitaliser).

- Les appareils les plus utilisés sont :
 - les moniteurs de patients,
 - les compteurs d'énergies,
 - et les appareils de rayons X et d'imagerie.

- La domotique a pour but d'améliorer le confort quotidien en automatisant ou en gérant à distance les tâches récurrentes.
- Pour ce faire, on peut intégrer des systèmes de communications dans les appareils domestiques :
 - le chauffage, le système de sécurité, l'éclairage, les volets, l'électroménager, etc.
- Grâce à une commande unique, il devient possible de lancer un enchaînement d'actions.
 - Exemple : en quittant la maison, l'activation unique d'un bouton de smartphone peut entraîner plusieurs actions :
 - extinction des lumières,
 - diminution du thermostat du chauffage,
 - fermeture des volets,
 - et activation du système d'alarme.

- Il existe plusieurs moyens pour permettre la communication au sein d'un bâtiment intelligent :
 - La communication filaire : beaucoup de maisons, dont l'électricité a été refaite, disposent de prise RJ45 et donc de connexion en fast ou gigabit ethernet.
 - La communication sans fil (par voie radio) : il s'agit du WiFi dont toutes les box Internet sont équipées mais pas uniquement, il peut s'agir d'équipements utilisant la norme ZigBee, Z-Wave, etc.
 - La communication par CPL (Courant Porteur en Ligne) : cette technologie permet d'utiliser le réseau électrique pour faire communiquer des équipements en réseau.

- Rendre les bâtiments plus intelligents vise principalement deux objectifs :
 - Améliorer le confort des usagers : ne plus rentrer dans une maison froide mais pouvoir allumer le chauffage au préalable.
 - Effectuer des économies d'énergies : ne pas chauffer une maison vide.
- Plusieurs exemples :
 - Un bouton à l'entrée qui permet d'éteindre toutes les lumières en une seule fois.
 - Des détecteurs aux portes qui permettent d'allumer lorsqu'une personne se trouve dans la pièce.
 - La possibilité de programmer la température en fonction de plages horaires ou de modifier ces plages à distance.
 - Les gestion automatique de la climatisation en été.

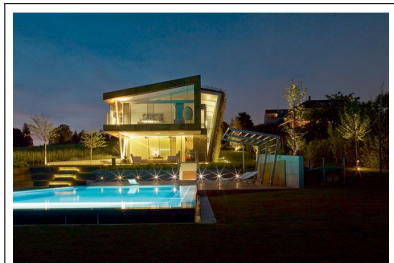
- L'ouverture et la fermeture de tous les ouvrants en une seule opération.
- Pouvoir consulter l'état des différents ouvrants : savoir s'ils sont fermés ou ouverts.
- Contrôler l'ouverture ou la fermeture d'une porte grâce à une serrure électronique.
- Programmation des horaires d'ouvertures ou en fonction de la luminosité extérieure.
- Ouverture des portes de garage grâce à des appels de phares, à une télécommande ou à un smartphone.

QUELQUES EXEMPLES D'ÉQUIPEMENTS POUR LES BÂTIMENTS CONNECTÉS

- Volet Autonome Bubendorff :
 - Il est autonome en énergie.
 - Il prend en compte l'environnement extérieur.
 - Il n'a pas besoin d'ensoleillement mais de luminosité.



- JewelBox : la maison entièrement connectée.
 - Elle est entièrement autonome en énergie.
 - Elle produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme.
 - Elle n'émet pas de gaz à effet de serre.



- On parle de Smart City, de ville durable, de ville du futur, de ville connectée, etc.
- Selon Rudolf Giffinger, les villes intelligentes peuvent être classées d'après six critères principaux :
 - 1 Une économie intelligente.
 - 2 Une mobilité intelligente.
 - 3 Un environnement intelligent.
 - 4 Des habitants intelligents.
 - 5 Un mode de vie intelligent.
 - 6 Une administration intelligente.

- Pour devenir intelligentes, les villes actuelles devront développer de nouveaux services performants dans tous les domaines :
 - transport et mobilité intelligente : l'un des défis consiste à intégrer différents modes de transport – rail, automobile, cycle et marche à pied – en un seul système qui est à la fois efficace, facilement accessible, abordable, sûr et écologique.
 - environnement durable : les villes devront agir dans deux domaines principaux : les déchets et l'énergie.
 - urbanisation responsable et habitat intelligent : la valeur élevée de l'immobilier dans les centres villes combinée à la disponibilité limitée des terres rendent l'urbanisation actuelle complexe.

- Il est déjà présent tout autour de nous sans que l'on s'en aperçoive.
- Ces évolutions sont prometteuses dans le cadre des villes intelligentes (Smart Cities).
- Il ne s'agit pas uniquement de proposer des solutions permettant au particulier de trouver plus facilement une place en ville.
- C'est également un moyen de désengorger le trafic et ainsi limiter la pollution et les nuisances sonores.
- On estime que 25% du trafic en centre-ville est lié à des automobilistes à la recherche d'un stationnement.

- En avril 2010, 3000 capteurs ParkSense (société SmartGrains) ont été déployés au centre commercial Vélizy 2.
- Cette solution permet au conducteur de localiser rapidement une place, une fois arrivé dans le parking.
- À l'entrée du parking, un afficheur dynamique indique les places libres dans chaque zone, d'autres à l'entrée de chaque allée, et des signaux lumineux sur chaque place individuelle visibles depuis l'allée.
- Cette solution est appelée "Guidage à la place".
- Elle a ensuite évolué vers une version centralisée permettant de transmettre des informations aux conducteurs avant leur arrivée à destination.

- Il existe des applications mobiles et Web pour que les automobilistes puissent connaître le nombre de places disponibles, à distance.
- Ce type de solution est mise en œuvre par le biais de capteurs disséminés dans les rues des villes.
- Certaines applications offrent la possibilité d'être alerté en cas de dépassement de durée de stationnement autorisée, voire même de payer pour prolonger la validité du stationnement.
- Les informations peuvent être remontées aux autorités afin de déceler les véhicules en infraction et ainsi permettre la rotation des places de stationnement.

- L'agriculture de précision.
- Les Smart Ports ou ports du futur.
- Le domaine des systèmes de transport intelligents.
- Le domaine de la sécurité des biens et des personnes.
- Etc.

- 1 Présentation générale
- 2 Les domaines d'application
- 3 Le temps réel
 - Les applications temps réel
 - Les données temps réel
 - Les traitements temps réel
- 4 Gestion du temps réel dans l'Internet des objets
- 5 Conclusion et perspectives

- Des applications utilisant des données de capteurs pour surveiller des sites industriels sensibles (Centrale nucléaire, Site SEVESO, etc.).
- Des applications utilisées dans les usines de production (suivi d'objets en temps réel, contrôle de la production, gestion de stocks, etc.).
- Des applications de vidéo-surveillance ayant des contraintes de temps (système de vidéos à la demande, de lecture de flux audio).

- De nombreuses applications nécessitent des traitements en temps réel.
- Dans le domaine de l'Internet des Objets, les applications récoltent des données en provenance de différents capteurs et périphériques.
- Ces données ont parfois une durée de validité limitée dans le temps.
Exemple : une température permettant de déclencher la mise en route du chauffage ou alors la climatisation.
- Il faut donc pouvoir contrôler l'utilisation des données afin que celle-ci se fasse pendant la période de validité des données et que la récupération de ces données respecte des contraintes temporelles.

Les systèmes de surveillance de sites industriels à hauts risques :

Description

- Ils font appel à de nombreux domaines (chimie, météo, sécurité civile) \implies utilisation de nombreuses données.
- Ils utilisent des données acquises à partir de capteurs (température, pression, ...) qui changent souvent de valeurs.
- Ils doivent prévenir les utilisateurs (décideurs) suffisamment tôt pour éviter de potentielles catastrophes.

Les systèmes de surveillance de sites industriels à hauts risques :

Problématique temps réel :

- Des données qui permettent de remonter des informations en provenance de différents points.
- Des données qui peuvent être critiques et qui permettent de détecter d'éventuels dangers.
- La nécessité de corrélérer des informations en provenance de différentes sources.
- Des décideurs qui doivent prendre des décisions à partir de ce qu'ils observent et avant que des catastrophes ne se produisent.

Quelques définitions :

- Données non temporelles :
 - Ce sont les données classiques des applications informatiques.
- Données temporelles :
 - Ce sont des données qui possèdent une durée de vie limitée au-delà de laquelle elles deviennent obsolètes (non fraîches).
 - Leur durée de vie correspond le plus souvent à la périodicité avec laquelle elles sont mises à jour.
 - Une donnée temps réelle est caractérisée par une valeur, une estampille et une durée de vie.

- Mise-à-jour des données :
 - Ce sont des traitements qui se font en général de façon périodique.
 - Il faut mettre à jour les données dans une base à partir de valeurs recueillies depuis des capteurs ou tout autre dispositif de l'IoT
- Traitements temps réel :
 - Les traitements sont là pour répondre aux demandes effectuées par les utilisateurs.
 - Ces traitements vont utiliser les données récoltées et stockées dans la base.
 - Il faut tenir compte des contraintes temporelles des données (ne pas utiliser de données obsolètes) et de celles sur les traitements.

- Contraintes temporelles strictes critiques :
 - Le non-respect des contraintes peut avoir des conséquences catastrophiques sur les traitements (pertes humaines, matérielles, économiques).
- Contraintes temporelles strictes non critiques :
 - Le non-respect des contraintes est toléré mais le résultat ne sera pas exploité car il est arrivé trop tard.
- Contraintes temporelles non strictes :
 - Le non-respect des contraintes entraîne une détérioration de la qualité de service mais les résultats restent exploitables.

GESTION DE LA QUALITÉ DES DONNÉES ET DES TRAITEMENTS

- Qualité des données :
 - Elle correspond à la précision ou l'erreur constatée sur la valeur stockée par rapport à la valeur réelle.
- Qualité des traitements :
 - Elle correspond à la précision du résultat fourni par rapport à une précision optimale obtenue lors d'un traitement complet.
 - Il faut que les traitements puissent être décomposés en une partie obligatoire et des parties optionnelles permettant d'enrichir le résultat initial.

- 1 Présentation générale
- 2 Les domaines d'application
- 3 Le temps réel
- 4 Gestion du temps réel dans l'Internet des objets
 - Problématique
 - Approches basées sur la gestion de la qualité de service
 - Architecture d'ordonnancement avec rétroaction
 - Interrogation de base de données de capteurs en temps réel
- 5 Conclusion et perspectives

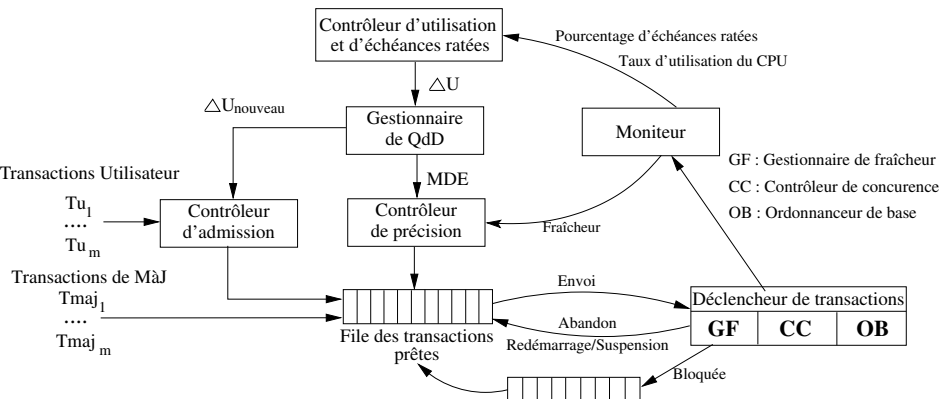
- Avec l'Internet des Objets, on a de multiples données en provenance de différentes sources.
- Dans les applications, les données sont utilisées pour fournir des résultats suite à des traitements aux utilisateurs.
- Nous considérons uniquement les applications temps réel.
- Les données sont acquises de façon périodique depuis différents périphériques et reflète l'état de l'environnement à un moment donné.
- Il arrive que ces données évoluent très peu dans le temps.

- Les traitements doivent respecter des échéances sinon ils deviendront inutiles pour les utilisateurs voire pires, ils provoqueront des catastrophes.
 - Parfois, la quantité de données à traiter fait qu'il est difficile de respecter les contraintes de temps.
 - Il faut parfois attendre la réception de données temporellement valide.
 - On ne peut pas toujours prévoir la quantité de données ni de traitements à gérer.
- ⇒ Vers des solutions basées sur la gestion de la qualité de service.
- Éviter certaines acquisitions de données.
 - Diminuer la qualité des résultats fournis.

Comment faire pour respecter les contraintes de temps lorsque les traitements ont une durée supérieure au temps disponible ?

- Utiliser une approche basée sur la qualité de service pour garantir des exigences sur le comportement des applications même en cas de surcharge.
- Important pour les applications reposant sur une exécution des transactions en temps réel et où il n'est pas possible d'avoir une analyse précise des arrivées et des temps d'exécution.

ARCHITECTURE D'ORDONNANCEMENT AVEC RETOUR D'EXPERIENCE



INTERROGATION DE BASE DE DONNÉES DE CAPTEURS EN TEMPS RÉEL

Travaux de thèse d'Abderrahmen Belfkih :

- Étude comparative de deux approches de traitement de données dans les RCSF.
 - Collecte périodique des données avec un stockage centralisé.
 - Traitement des requêtes avec une base de données abstraite (TinyDB).
- Un modèle de traitement de requêtes temps réel.
 - Modèle de réseau dynamique basé sur la latence.
 - Proposition de nouvelles clauses SQL.
 - Des algorithmes de traitement des requêtes pour contrôler la validité temporelle des données et des requêtes.
- Une base de données de capteurs sans fil temps réel.
 - Utilisation d'une base de données pour réduire la charge de travail de la station de base.
 - Garantie des contraintes temporelles des données et des traitements.

INTERROGATION DE BASE DE DONNÉES DE CAPTEURS EN TEMPS RÉEL

Travaux de thèse d'Abderrahmen Belfkih :

- A. Belfkih, B. Sadeg, C. Duvallet, and L. Amanton, "Comparative Study of Temporal Aspects of Data Collection Using Remote Database vs. Abstract Database in WSN", *Sensors & Transducer journal*, volume :189, number :6, Pages :71-81, 2015.
- A. Belfkih, C. Duvallet and B. Sadeg and L. Amanton, "A Real-Time Query Processing System for WSN," in the Proceedings of the ADHOC-NOW 2017 International conference, pp.307-313, Messina, September, 2017.
- A. Belfkih, B. Sadeg, C. Duvallet, and L. Amanton, "A New Query Processing Model for Maintaining Data Temporal Consistency in Wireless Sensor Networks," in the Proceedings of the IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), Singapore, April 2015.
- A. Belfkih, B. Sadeg, C. Duvallet, and L. Amanton, "Study of timing properties on data collection and query processing techniques in wireless sensor networks", in the Proceedings of the 4th International Conference on Sensor Networks, SENSORNETS 2015, pp. 77-84, Angers/France, France, 11-13 February, 2015.
- A. Belfkih, B. Sadeg, C. Duvallet, and L. Amanton, "Study of temporal constraints for data management in wireless sensor networks", in Proceedings of the 8th Junior Researcher Workshop on Real-Time Computing, JRWRTC 2014, pp. 29–32, Versailles/France, 8-10 Octobre, 2014.

- 1 Présentation générale
- 2 Les domaines d'application
- 3 Le temps réel
- 4 Gestion du temps réel dans l'Internet des objets
- 5 Conclusion et perspectives

- L'Internet des Objets possède de nombreuses applications dans le traitement des données temps réel.
- Des approches basés sur la gestion de la qualité de service sont possibles.
- Des problématiques venant des réseaux sans fils (et autres), des bases de données distribuées voire du domaine des Big Data.
- Perspectives pour l'Internet des objets :
 - Étendre les travaux de recherche effectués sur la gestion de qualité de service dans les SGBD temps réel (distribués).
 - Étendre les travaux de recherche effectués sur les bases de données de capteurs (réseaux de capteurs sans fils).

Des questions ?