

IOT – INTERNET DES OBJETS : QUELLES COMPÉTENCES POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE ?

L'association Talents du Numérique, qui associe établissements d'enseignement supérieur et entreprises du Numérique, a réalisé un travail important sur le développement des compétences des ingénieurs dans le secteur du Numérique.

La commission e-compétences de Talents du Numérique a pour objectif de préparer l'avenir des entreprises et des établissements de formation afin que le secteur soit en mesure de réagir à l'évolution des compétences recherchées, alors que de nouvelles technologies arrivent et se déploient.

ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

L'Internet des objets (en anglais *Internet of Things*, ou *IoT*), souvent considéré comme la troisième évolution d'Internet, est une architecture et un système intelligent, basés sur l'échange et le flux d'information et de données, intervenant souvent via une passerelle intelligente. Le système mis en place permet de générer des données, d'en capter de son environnement et de les transférer automatiquement sur le réseau internet. L'ensemble de ces données est, in fine, partiellement centralisé sur une plateforme qui en assure le traitement et les services associés.

Ce domaine n'est pas récent : l'industrie utilise ainsi depuis longtemps des capteurs dans ses process, des robots et machines intelligentes. Cependant, l'IoT a pris une autre dimension, impliquant de nouveaux paradigmes et de nouvelles approches, grâce aux avancées suivantes :

- la multiplication et la miniaturisation des capteurs et des devices et dispositifs
- la baisse parallèle des coûts des capteurs : GPS, accéléromètres, environnement ...
- le développement de la connectivité : 3G, 4G, Wifi, Bluetooth et BLE
- le développement des équipements mobiles : smartphones et tablettes
- l'introduction des solutions cloud IAAS/PAAS
- l'augmentation des puissances de processeurs
- l'accès et la gestion des données massives disponibles en conséquence (Big Data)
- l'Intelligence Artificielle
- le développement des capacités de traitement et de prétraitement des passerelles, les traitements automatisés en temps réel
- (...)

Aujourd'hui, l'Internet des Objets est omniprésent, il touche de nombreux domaines et secteurs d'activité. Il bouleverse les environnements et les usages, et pousse les professionnels à développer de nouvelles compétences - dans des domaines tels que la cybersécurité, la collecte, le stockage et le traitement des données, les réseaux de communication, etc. - pour faire face aux évolutions de leurs métiers.

Les défis à relever sont donc importants pour permettre à ces mondes physiques et logiciels de communiquer au mieux. Il convient notamment que le système ait la capacité d'absorber et d'administrer le flot des données et de gérer les interactions avec les différents milieux.

Parmi les problématiques impactées, on peut citer en particulier :

- la cybersécurité (piratage, prise de contrôle à distance, privacy)
- la maintenance prédictive et la configuration à distance
- la gestion des interactions avec l'Homme
- le volume, la qualité et l'hétérogénéité des données
- le stockage et la valorisation de ces données
- les impacts juridiques et légaux (données personnelles/privacy/RGPD)
- les technologies et des protocoles non stabilisés
- les normes et les standards de communication
- la servicialisation et la question du modèle économique
- la dimension matérielle (capteurs et réseaux de capteurs...),
- la durée de vie de batterie et la consommation énergétique
- l'infrastructure et l'architecture, avec notamment le développement du Edge (serveurs périphériques)

DES CHAMPS D'APPLICATION ÉTENDUS

Les cas d'usage de l'loT sont très variés, et touchent aussi bien les secteurs privés (primaire, secondaire et tertiaire) que publics, ainsi que les usagers, directement dans leur quotidien.

Citons :

- l'industrie dans son ensemble, avec les concepts d'usine et d'industrie du futur
- les systèmes industriels et leurs pilotages
- l'énergie
- l'e-santé ou santé connectée
- les transports et la logistique: *Intelligent transport system* et véhicules connectés
- le logement : les appareils connectés de la maison intelligente
- la Smart City
- les infrastructures (ouvrages d'art, bâtiment ...)
- les réseaux de tous types (eau, télécom, énergie)
- la grande distribution
- l'agriculture
- (...)

L'exemple des compteurs intelligents Linky est, à cet égard, intéressant. Ces compteurs doivent permettre, à terme, de relever les consommations de près de 35 millions de foyers, grâce à des concentrateurs, qui traitent les données obtenues. L'analyse initiale ne se fait plus par l'humain, celui-ci intervenant en cas d'alerte envoyée par le système.

Les apports de l'emploi de l'loT sont multiples. Il permet notamment :

- la maintenance préventive et prédictive
- une connaissance plus approfondie de l'usage du produit
- le renforcement de la relation client
- la construction d'offres de services associés au produit
- la construction d'une plateforme ouverte pour constituer un écosystème autour du produit
- L'optimisation de la production par la collecte et l'analyse en temps réel de toutes les données produites par l'usine
- la traçabilité et le traçage du produit tout au long du cycle
- (...)

IOT, MÉTIERS ET COMPÉTENCES

L'écosystème autour de l'IoT est important et vivace. Il intègre des acteurs tels que :

- des fabricants d'objets
- des industriels utilisateurs
- des intégrateurs IT
- des opérateurs télécoms
- des spécialistes des data analytics
- des startups
- (..)

Ces entités ont des besoins en recrutement, notamment sur les profils suivants :

- développeurs
- architectes système embarqué
- architectes plateforme
- architectes application
- architectes réseaux
- ingénieurs R&D logiciel
- ingénieurs système
- spécialistes tests
- responsables process, méthode et qualité
- chefs de projet IoT
- experts en sécurisation d'infrastructure et en cybersécurité
- (...)

Ainsi, l'ensemble des différents métiers de l'ingénierie peut être mobilisé et employé dans des projets IoT, ce qui doit avoir un impact sur les formations délivrées.

CONNAISSANCES REQUISES

Elles tournent autour de différents aspects : le physique et le matériel, les capteurs, la communication et les plateformes.

Les protocoles, environnements et technologies qui suivent doivent être maîtrisés :

- prototypage avec des cartes Arduino ou autres
- communication (Bluetooth, BLE, Zigbee, RFID, NFC, Wi-Fi ...)
- technologies cellulaires (GSM/3G/4G/5G).
- technologies cellulaires dédiées à l'IoT: Sigfox, LoRa, NB-IoT et LTE-M
- Middleware et plateformes IoT (Xively, Objenious, Orange, etc)
- IPV6 over Low Power Wide Area Network (6LoWPAN)
- protocoles d'application : CoAP, MQTT
- (...)

Cela implique également le recours à des compétences dans les domaines suivants :

- fondamentaux de l'Intelligence artificielle
- outils informatiques classiques ou outils du numérique autour de l'objet
- Big Data
- architecture cloud (micro-services)
- machine learning
- cybersécurité
- électronique / électrotechnique
- énergie
- (...)

À cet égard, compte tenu du foisonnement de projets de Recherche & Développement en matière d'IoT, il est judicieux de mettre en place un système de veille permettant d'identifier les technologies émergentes (*fog computing* ...).

Les membres de la Commission e-Compétences de Talents du Numérique insistent également sur trois problématiques :

- le passage à l'échelle, due à l'émergence même de cet écosystème, autour de projets de R&D et de prototypage ;
- la question (liée) de la pérennisation des technologies, des infrastructures, des services et des business afférents, et donc des entreprises développées autour de l'IoT
- l'impact organisationnel de la diffusion de l'IoT et de ce flux constant de données

Au-delà de ces problématiques, la diffusion de l'IoT pose également la question de l'accessibilité et l'acceptabilité de ces outils par les Hommes. L'étude et la prise en compte de l'interaction entre l'outil, les services associés et l'humain nécessitent des connaissances de base en sciences humaines et sociales. Les élèves ingénieurs doivent être sensibilisés aux comportements de l'utilisateur, de l'utilisateur interne à l'organisation et à la conduite du changement.

DE LA CONDUITE DE PROJETS « IOT »

Les projets « IoT » sont l'affaire de personnes et profils très divers (scientifiques, experts en sciences humaines, juristes, experts en marketing ...). Il est ainsi particulièrement difficile d'identifier et de recruter la ou les personnes disposant des qualités scientifiques, mais aussi humaines, pour mener ces projets exigeants. Aussi, **leur réussite dépendra-t-elle de la capacité à réunir une équipe** associant toutes les compétences du numérique attendues, et notamment des :

- consultants métiers
- consultants fonctionnels
- consultants techniques
- architectes solutions
- développeurs
- experts en sécurité
- DevOps

Il convient ainsi de mobiliser certes des ingénieurs de spécialité, mais également des ingénieurs généralistes, à même d'avoir une vision globale, d'embrasser toute la chaîne de valeur, les dimensions métiers et l'ensemble de l'architecture. Les compétences à mobiliser englobent les dimensions suivantes :

- gestion de projet
- matériel et réseau
- logiciels et connectivité
- Cloud computing
- Big Data
- analytique
- sécurité
- business

Enfin, la conduite ou la participation à ce type de projet nécessite, comme pour l'ensemble des projets de transformation numérique, des qualités humaines importantes, des softskills que les établissements de formation doivent contribuer à développer chez leurs étudiants. Les membres de la Commission insistent notamment sur la nécessité de développer les capacités d'adaptabilité et de réactivité.

CONCLUSION - RECOMMANDATIONS

Peu d'établissements de formation ont développé un enseignement spécifique dédié à l'IoT. Nos membres se félicitent toutefois du succès de ces rares formations et de l'appétence pour cette thématique qu'ils ont perçue chez les étudiants. Ils se réjouissent également du dynamisme de l'écosystème, de l'attrait des nouveautés, de la multiplication et de la diversité des plateformes. Cependant, il est difficile d'établir un enseignement sur ces (très) nombreuses plateformes, technologies fluctuantes et non stabilisées. Ainsi, les formations doivent insister sur la maîtrise des fondamentaux et des concepts, et développer cette capacité à s'adapter qui permettra à l'ingénieur, tout au long de sa carrière, d'évoluer.

Avec le développement de l'IoT, de nouveaux métiers apparaissent : développeur/se *Full Stack IoT*, *Chief IoT Officer* (Directeur/Directrice de l'internet des objets) ... Cependant, on constate plutôt l'évolution de métiers préexistants avec l'omniprésence des nouvelles technologies liées à ce secteur. L'objectif des formations actuelles en IoT est donc souvent de **faire monter en compétences** les personnes dont **les métiers ont été impactés** par l'avènement de l'IoT.

En matière de formation, les établissements et entreprises réunies au sein de Talents du Numérique insistent sur la nécessité de développer l'approche système, intégrant l'ensemble des données de la problématique : sécurité, architecture (...).

Une formation en IoT doit couvrir l'ensemble de la chaîne de l'Internet des Objets, de l'objet connecté aux plateformes de services, en passant par les infrastructures et technologies nécessaires à la connectivité des objets.

Notre commission recommande :

- ⇒ D'intégrer le sujet « IoT » dans l'ensemble des cursus des étudiants ingénieurs du numérique comme un élément nécessaire et spécifique de formation et comme composante des systèmes de demain
- ⇒ De multiplier les spécialisations en fin de cycle (5^e année) pour les ingénieurs du numérique ou d'intégrer l'IoT comme une spécialité à part entière. Cette spécialisation doit intégrer des travaux pratiques sur les usages particuliers que cette technologie permet. Chaque concept doit être rattaché à une technologie, à un usage et à un client
- ⇒ De décroiser les disciplines de l'IoT et de se concentrer sur la donnée pour les quatre dimensions suivantes : collecte, transport, stockage et valorisation.

Prochaine publication de la commission *e-Compétences* de Talents du Numérique :
Cybersécurité (fin 2018).

Suivez toute l'actualité de Talents du Numérique sur le site www.talentsdunumerique.com et nos réseaux sociaux.

Contact : Rémi Ferrand, délégué général – remi.ferrand@talentsdunumerique.com