IOT-01 · INITIATION · PROGRAMME DE FORMATION

IoT et LoRaWAN : de la radio à l'architecture

Quatre jours pour comprendre comment un capteur sur pile communique à plusieurs kilomètres, dimensionner une liaison LoRa et concevoir un réseau LoRaWAN sécurisé, du capteur jusqu'à l'application.

DURÉE	NIVEAU	EFFECTIF	FORMAT
4 jours **28 heures**	**Initiation**	**4 à 10 stagiaires**	**Présentiel intra-entreprise ou école**

Public	Techniciens et ingénieurs réseau, chefs de projet IoT, collectivités et industriels qui déploient des capteurs, étudiants bac+3 à bac+5
Prérequis	Notions de réseau : adresse IP, modèle en couches, client et serveur (niveau RES-01). Aucune connaissance en radio ni en IoT
Lieu	Dans vos locaux (ou salle louée à proximité)
Tarif	**420 € net** par stagiaire et par jour + kit LoRaWAN complet à conserver (270 €), soit 1 950 € par stagiaire pour les 4 jours · minimum 4 stagiaires facturés, tarif plafonné à 6 stagiaires (le kit reste facturé pour chaque stagiaire) · TVA non applicable · frais de déplacement en sus · devis sur demande
Délai d'accès	2 à 4 semaines après accord sur le programme et signature de la convention

Objectifs

À l'issue de la formation, vous serez capable de :

- situer LoRaWAN parmi les réseaux de l'IoT (BLE, Wi-Fi, NB-IoT, LTE-M, Sigfox) et choisir la technologie adaptée à un usage ;
- expliquer la modulation LoRa : chirps, symboles, facteur d'étalement, bande passante et débit ;
- calculer le temps d'émission d'une trame (time on air) et en déduire le respect du rapport cyclique et l'autonomie d'un capteur ;
- établir un bilan de liaison et estimer la portée d'une passerelle ;
- décrire l'architecture LoRaWAN (capteur, passerelle, serveur de réseau, serveur d'applications) et les classes A, B et C ;
- activer un capteur en OTAA et en ABP, puis suivre et décoder sa trame jusqu'à l'application ;
- expliquer la sécurité de LoRaWAN (clés, chiffrement AES, MIC, compteurs de trames) et ses limites ;
- rédiger le dossier d'architecture technique (DAT) d'un déploiement.

Programme

Bloc	Contenu	Mise en pratique	Durée
0 Positionnement	Accueil, attentes, quiz de positionnement	Quiz de départ	0,5 h
1 Panorama de l'IoT	Chaîne de valeur d'un objet connecté ; contraintes d'énergie, de portée, de coût et de débit ; réseaux courte portée, cellulaires et LPWAN ; bandes ISM et réglementation (868 MHz, rapport cyclique)	Choisir une technologie pour trois cas d'usage : compteur d'eau, suivi de flotte, capteur industriel	2,5 h
2 La modulation LoRa	Étalement de spectre par chirps, symboles et facteur d'étalement (SF7 à SF12), bande passante, taux de codage, débit, quasi-orthogonalité des SF, sensibilité et rapport signal sur bruit	Simulateur LoRa : générer des chirps, mesurer l'effet du SF sur la durée d'un symbole et sur la sensibilité	4 h

Bloc	Contenu	Mise en pratique	Durée
3 Time on air et dimensionnement	Calcul du time on air, rapport cyclique de 1 %, débit adaptatif (ADR), bilan de liaison, affaiblissement de propagation, estimation de portée	TD : time on air d'une trame, nombre de messages autorisés par heure, autonomie d'un capteur sur pile	4 h
4 Architecture LoRaWAN	Capteur, passerelle, serveur de réseau, serveur de jointure, serveur d'applications ; topologie en étoile d'étoiles ; uplink et downlink ; classes A, B et C ; réseaux d'opérateur et réseaux privés	TP : déployer un serveur de réseau (ChirpStack) en conteneurs, y déclarer une passerelle et un capteur	4,5 h
5 La trame LoRaWAN	En-tête MAC, FHDR (DevAddr, FCtrl, FCnt), FPort, charge utile, commandes MAC, accusés de réception ; encodage compact des mesures	TP : capturer une trame, la décoder champ par champ, écrire le décodeur de charge utile	4 h
6 Activation et sécurité	OTAA et ABP, procédure de jointure, clés racines et clés de session, chiffrement AES-128 de la charge utile, MIC, compteurs de trames et rejeu ; différences entre LoRaWAN 1.0.x et 1.1	TP : activer un capteur en OTAA puis en ABP, rejouer une trame et constater son rejet, vérifier un MIC	4,5 h
7 De la donnée à l'application	Intégrations du serveur d'applications (MQTT, HTTP), stockage en base de séries temporelles, visualisation, supervision d'un parc de capteurs	TP : faire remonter les mesures jusqu'à un tableau de bord Grafana	2 h
8 Projet et évaluation	Synthèse	Rédiger en groupe le DAT d'un déploiement (couverture, dimensionnement, sécurité) et le présenter à l'oral ; quiz de fin	2 h

Répartition indicative : jour 1, blocs 0 à 2 ; jour 2, bloc 3 et début du bloc 4 ; jour 3, fin du bloc 4, bloc 5 et début du bloc 6 ; jour 4, fin du bloc 6, blocs 7 et 8. Horaires types : 9 h – 12 h 30 et 13 h 30 – 17 h.

Le plus de cette formation

La radio n'est pas traitée comme une boîte noire : chirps, facteur d'étalement et time on air sont d'abord manipulés dans un simulateur pédagogique conçu par le formateur, puis observés sur du vrai matériel. Le module est issu d'un enseignement donné en école d'ingénieurs et se conclut par un livrable professionnel, le DAT. Chaque stagiaire repart avec son propre kit LoRaWAN complet.

Méthodes et moyens pédagogiques

- Apports courts illustrés, démonstrations et environ 60 % de pratique.
- Simulateur pédagogique LoRa et LoRaWAN accessible depuis un navigateur.
- Serveur de réseau ChirpStack en conteneurs sur la machine du formateur : aucune intervention sur le réseau de votre entreprise.
- Chaque stagiaire reçoit un kit LoRaWAN Dragino complet (passerelle LPS8v2, nœuds LA66, capteur de température et d'humidité) qu'il conserve après la formation pour continuer ses essais.
- Un fil rouge : le déploiement de capteurs sur un site industriel, du choix de la technologie au DAT.
- Supports remis au format PDF : diaporama, TD et TP.
- À prévoir par le client : une salle avec vidéoprojecteur, un PC portable par stagiaire avec un navigateur (le formateur peut en fournir sur demande).

Suivi et évaluation

- Feuille d'émargement signée par demi-journée.
- Quiz de positionnement identique en début et en fin de formation : il mesure la progression de chacun.
- Évaluation continue sur les travaux pratiques et évaluation finale sur le DAT et sa présentation orale.
- Attestation de fin de formation remise à chaque stagiaire, avec les résultats de l'évaluation des acquis.
- Questionnaire de satisfaction rempli le dernier jour.

Accessibilité

Vous accueillez une personne en situation de handicap ? Contactez le formateur avant la formation : nous étudions ensemble les adaptations du déroulé, des supports et du matériel.

Formateur

Nicolas Lebosq : 19 ans d'expérience en réseaux et systèmes (administration réseau, encadrement d'équipe, ingénieur d'études en laboratoire de recherche), enseignant vacataire en réseaux et en IoT/LoRaWAN à SeaTech, école d'ingénieurs de l'Université de Toulon.

Contact et inscription

Nicolas Lebosq · nicolas.lebosq@lebosq-networks.fr · lebosq-networks.fr

Nicolas Lebosq, entrepreneur individuel (EI), nom commercial Lebosq Networks · SIRET **[SIRET]** · Déclaration d'activité enregistrée sous le numéro **[NDA]** auprès du préfet de région **[région]**. Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'État.

IOT-01 · version 1 · mise à jour le **[date]**