

Projets BA2 2025-2026

Vous trouverez ci-dessous la liste des projets proposés dans le cadre du cours **TRAN-H201 – Projet multidisciplinaire II** pour l'année académique 2025-2026.

Pour rappel, l'accès à ce cours est conditionné à la réussite du cours **TRAN-H101 – Projet multidisciplinaire I**, ainsi qu'à l'obtention d'au moins **45 crédits du bloc 1**.

Un formulaire vous sera envoyé le **14 août** pour vous permettre d'indiquer vos préférences de projet.

Table des matières

Biomédicale - PolyDREAM : Détection des apnées du sommeil.....	2
Chimie - La nanochimie au service du diagnostic médical : réalisation d'un test à flux latéral.....	3
Physique - Réalisation d'un spectromètre visible et proche infrarouge.....	4
Informatique - Analyse et mesure de l'impact environnemental des voitures électriques	5
Construction – Concevoir et construire une structure « anti-gravité » avec des matériaux issus du recyclage de chantier pour franchir 3 m de portée.....	6
Electromécanique - Conception et réalisation d'un robot joueur de OXO.....	7
Electronique et télécommunication - Communication par courant porteur	11

Biomédicale - PolyDREAM : Détection des apnées du sommeil

Découvrez le projet par ici → [LIEN](#).

Chimie - La nanochimie au service du diagnostic médical : réalisation d'un test à flux latéral

Les **tests à flux latéral**, tels les tests de grossesse ou de détection rapide du COVID-19 (Figure 1),¹ se démarquent en tant que pilier essentiel de la médecine diagnostique moderne, mais trouvent également des applications dans des domaines tels que le monitoring environnemental, la sécurité alimentaire, la recherche scientifique ainsi que la détection des drogues ou d'agents chimiques dangereux. L'intérêt de ces tests réside dans leur **simplicité d'utilisation et leur rapidité**.



Figure 1 : exemples de tests à flux latéral disponibles en pharmacie : (gauche) test de grossesse, (droite) test de détection rapide du COVID_19 (Image by chandlervid85 on Freepik).

Dans le cadre du **projet BA2 de la filière Chimie-Science des matériaux**, il est demandé aux étudiants de développer un test à flux latéral simplifié pour **détecter la présence d'un allergène dans des échantillons de nourriture**. Un test de diagnostic rapide permettrait de tester la présence de cet allergène dans la nourriture et d'éviter des situations potentiellement dramatiques pour les personnes qui y sont intolérantes.

Détails du travail demandé

Il est demandé aux étudiants de réaliser les étapes et dispositifs suivants :

- la synthèse des reporteurs colorimétriques spécifiques à l'allergène,
- la préparation des bandelettes spécifiques à la détection de l'allergène,
- la mise au point d'un protocole de préparation des échantillons pouvant être réalisé au domicile du patient,
- la mise au point d'un dispositif de détection quantitative de la quantité de l'allergène dans l'échantillon.

Le coût de l'ensemble des dispositifs réalisés par les étudiants ne pourra pas dépasser 100€.

Physique - Réalisation d'un spectromètre visible et proche infrarouge

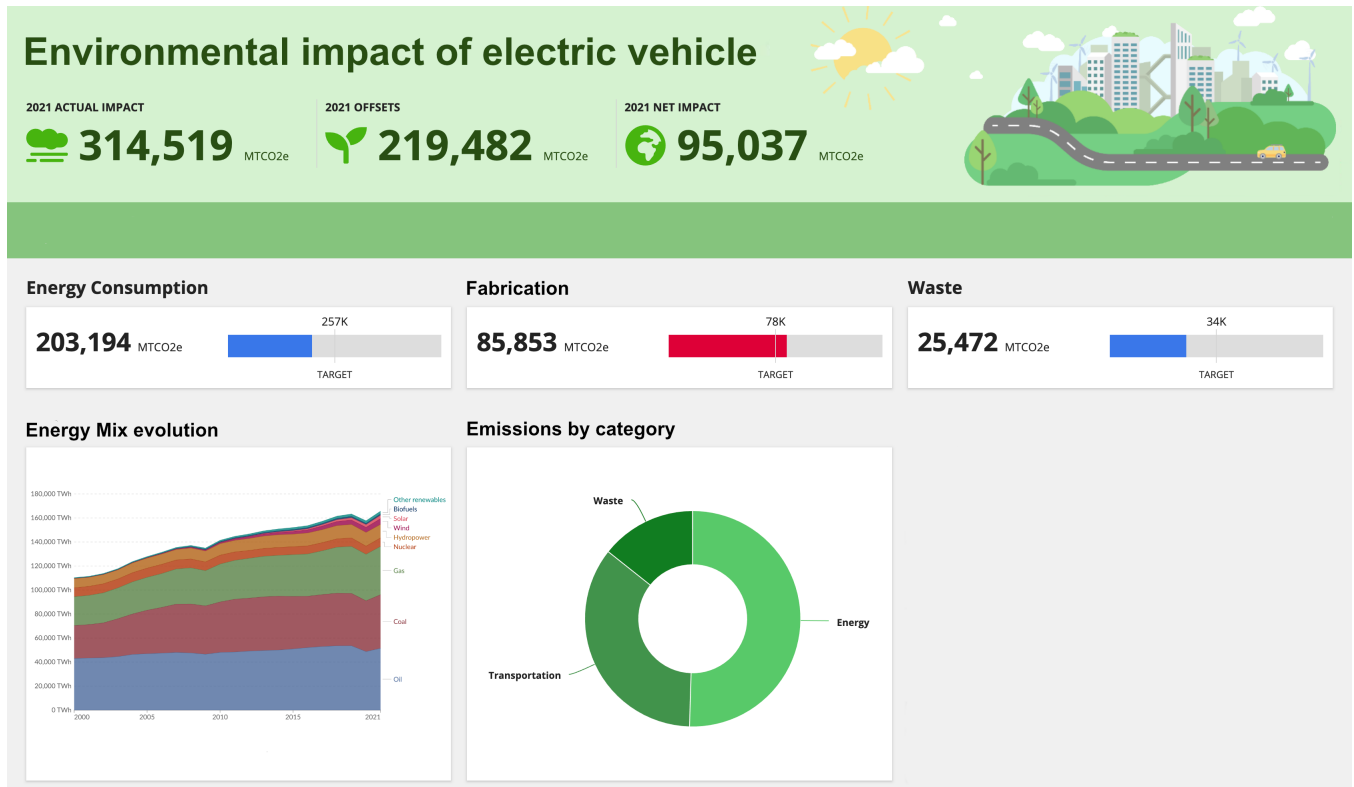
La spectroscopie est une technique de mesure utilisée pour analyser la composition de la matière à partir de l'étude de la lumière qu'elle émet ou absorbe. Elle joue un rôle central tant dans la surveillance de la qualité de l'air et des concentrations des gaz participant au réchauffement climatique que dans l'exploration de l'univers, en révélant la nature des objets célestes comme le Soleil, les étoiles ou les comètes. Ce projet a pour objectif la conception et la réalisation d'un spectromètre à réseau piloté par un microcontrôleur permettant d'effectuer des mesures quantitatives du spectre d'un rayonnement couvrant le visible et le proche infrarouge.

Informatique - Analyse et mesure de l'impact environnemental des voitures électriques

Analyse et mesure de l'impact environnemental des voitures électriques

Filière d'informatique

TRAN-H201 - Projet multidisciplinaire II et gestion de projet



Source (Image modifiée): <https://www.inetsoft.com/info/sustainability-software-kpi-dashboards/>

Dans le beau pays d'HenryVoltAmpère, après s'être félicité de la construction de leur nouvelle usine de voitures électriques, le gouvernement se pose la douloureuse question de l'impact que ce changement aura sur leur environnement. Ils se tournent donc vers vous, une équipe d'experts, pour réaliser un Dashboard qui leur permettra d'analyser le cycle de vie d'une de leurs futures voitures électriques. Mais ce n'est pas tout ! En passant à l'électrique, la consommation d'énergie va augmenter. Ils vous demandent donc de déterminer le futur mix d'énergie (solaire, éolien, nucléaire, ...) qui relâchera le moins de CO2 tout en restant raisonnable en prix pour le consommateur.

Dans ce projet, les étudiants devront réaliser un Dashboard interactif (voir image en exemple). Les données nécessaires à la réalisation du Dashboard devront être analysées, nettoyées et stockées. De plus, les étudiants devront faire une optimisation sous contrainte afin de déterminer le mix d'énergie optimal. Finalement, bien que le pays soit fictif, toutes les données utilisées seront ancrées dans le réel. Les étudiants devront donc être critiques de leurs résultats et présenter leurs conclusions par rapport à la faisabilité de passer à l'électrique dans ce pays.

Construction – Concevoir et construire une structure « anti-gravité » avec des matériaux issus du recyclage de chantier pour franchir 3 m de portée

Concevoir et construire une structure « anti-gravité » avec des matériaux issus du recyclage de chantier pour franchir 3 m de portée

Dans le domaine de la construction, afin d'alléger les structures et d'utiliser la matière le plus efficacement possible, des câbles peuvent être utilisés pour les éléments en traction et des barres en bois pour les éléments en compression. Par un jeu d'équilibre de forces répartissant les efforts entre traction dans les câbles et compression dans les barres, ces structures semblent littéralement en lévitation donnant l'impression que les câbles portent la structure et les efforts qui s'y appliquent. Ces structures sont appelées "**anti-gravity structures**". Celles-ci peuvent avoir des formes et des utilisations très variées comme on peut le voir dans les illustrations suivantes.



Crédit : structures Tensegrité, ArchDaily

Par ailleurs, le secteur de la construction contribue significativement aux émissions mondiales de CO₂. L'urgence d'atténuer le changement climatique a accru l'intérêt des concepteurs pour les matériaux de construction renouvelables à faible impact environnemental. Par rapport aux alternatives plus carbonées, le bois offre le double avantage d'être renouvelable et de stocker temporairement le carbone. Cependant, ses avantages environnementaux sont étroitement liés à la longévité du matériau et aux pratiques de fin de vie, ce qui rend les stratégies de réutilisation particulièrement importantes pour les éléments à courte durée de vie, tels que les coffrages en bois utilisés sur les chantiers pour couler les éléments structurels en béton. Le **bois de coffrage** est généralement mis au rebut après seulement quelques utilisations, principalement en raison de la dégradation de sa surface, de ses dimensions modifiées ou de la présence de fixations. Ces facteurs empêchent souvent sa réutilisation sur site, même si le matériau conserve des propriétés mécaniques suffisantes.

Les performances mécaniques de ces éléments en bois mis au rebut font l'objet de recherches au laboratoire de génie civil en vue de fournir des données et des outils nécessaires et suffisants pour prendre des décisions fiables en matière de réutilisation, en particulier pour les petites pièces comme les planches et les

poutres utilisées dans des applications temporaires. En vue de promouvoir l'utilisation circulaire des éléments en bois, ce projet réutilisera du bois de coffrage mis au rebut sur chantier pour la conception des éléments en compression d'une structure « anti-gravité » de 3 m de portée, ce qui permettra d'évaluer le potentiel de réutilisation structurelle de ce matériau de recyclage.



Crédit : RecupWood

Le projet consistera en la **conception, la modélisation et la construction** d'une **structure de tenségrité** de 3 m de portée et capable de supporter une masse totale de 120 kg. Le chargement total peut se décliner en une masse unique de 120 kg appliquée dans la section située à mi-portée (éventuellement répartie en un ou plusieurs nœuds tous situés sur la section à mi-portée) ou deux masses de 60 kg chacune appliquée au tiers et aux 2/3 de la portée ou trois masses de 40 kg chacune appliquée au quart de la portée, à mi-portée et aux trois quart de la portée ou quatre masses de 30 kg réparties équitablement sur la longueur totale de la structure. Le choix du type de chargement sera justifié par la conception de la structure optimisée. La plus grande dimension des sections transversales situées à chaque extrémité de la structure ne pourra pas dépasser 100 cm.

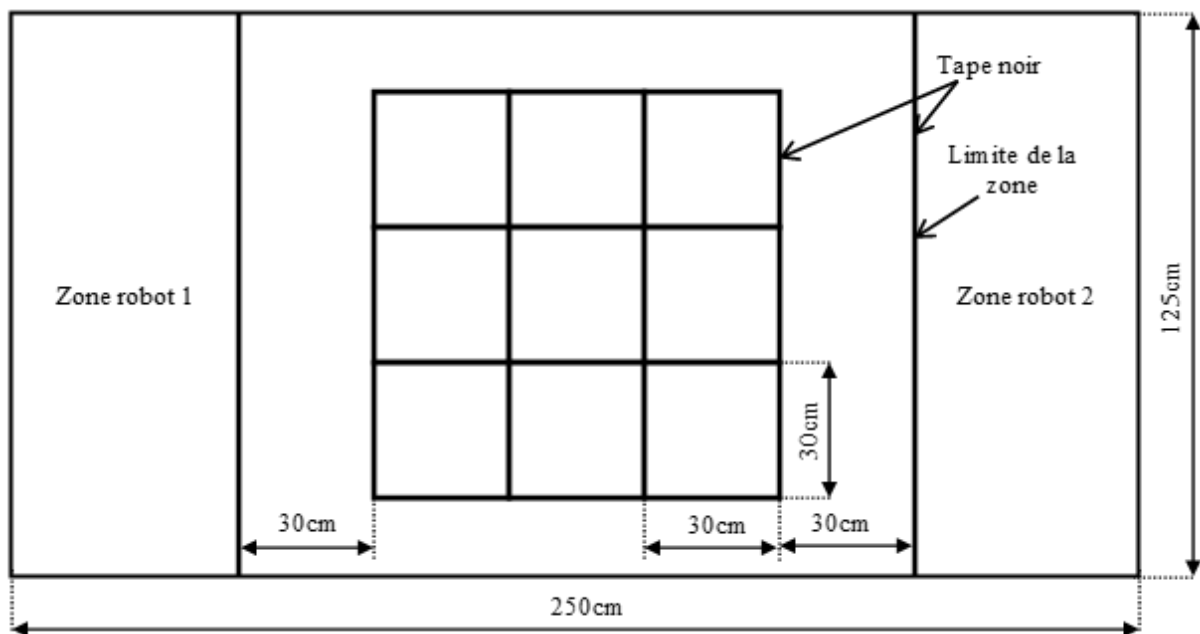
Chaque structure construite à l'échelle 1/1 fera l'objet d'une mise en charge au laboratoire de génie civil pour s'assurer de sa conformité aux critères du cahier des charges. Dans tous les cas, la flèche à mi-portée ne pourra pas dépasser 8 cm pour garantir l'utilisation en service de la structure conformément aux limites usuelles pour les constructions et la structure devra utiliser une **quantité minimale en masse de matériaux** pour économiser les matériaux de construction.

Personne de contact pour le projet 2025-2026 en Construction au Service BATir:
Stéphanie Staquet, stephanie.staquet@ulb.be

Electromécanique - Conception et réalisation d'un robot joueur de OXO

Le but du projet est de créer, en équipe, un robot qui joue au jeu « OXO ». Deux robots jouent sur le même terrain (voir ci-dessous). Avant la partie, un tirage au sort est effectué afin de déterminer la zone de chaque robot ainsi que son symbole (« O » ou « X »).

Durant la partie, chaque robot inscrit à tour de rôle son symbole dans une des cases de la grille et rejoint sa zone. Il prévient ensuite son adversaire qu'il a rejoint sa zone et l'informe du coup qu'il a joué. Les dimensions des « O » et des « X » devront être d'au moins 20cm x 20cm et ne doivent pas dépasser des cases. Un robot gagne lorsqu'il arrive à aligner 3 symboles identiques, verticalement, horizontalement ou en diagonale. En cas de match nul, c'est le temps total passé hors de sa zone qui sera utilisé pour déterminer le vainqueur (c'est-à-dire celui qui a le temps le plus court). Des pénalités (10% du temps en plus) sont prévues si les symboles dépassent des cases ou n'ont pas la bonne dimension.



Cahier des charges

Les étudiants devront concevoir leur robot, faire les plans, sélectionner les différents composants (capteurs, actionneurs, batterie, ...), construire, programmer et enfin tester leur robot. Les étudiants auront accès aux équipements disponibles dans l'espace projet du Fablab et aux machines du Fablab de l'ULB : découpeuses laser, imprimantes 3D, ... ainsi qu'à des formations à l'utilisation de ces machines.

Le robot devra pouvoir communiquer avec un ordinateur au moyen d'une liaison radio, afin de pouvoir renseigner son utilisateur sur le déroulement de sa mission. Il devra également pouvoir communiquer avec les autres robots.

Déroulement du projet

Premier semestre : Modélisation et réalisation d'un prototype

Dans un premier temps, les étudiants devront réaliser une étude bibliographique en s'aidant de livres de référence, revues, ressources Internet, ... Ils concevront ensuite un robot qui respecte le cahier des charges. La réalisation finale devra être une conception originale et pas une copie d'un robot trouvé sur Internet ou dans les livres de référence.

Les étudiants devront

- Établir un planning dès la semaine 3 et l'affiner tout au long du projet
- Étudier et comparer différentes solutions au problème posé
- Sélectionner et justifier le choix des capteurs, des actionneurs, de la batterie, des drivers moteurs, etc. Un rapport de commande sera envoyé au tuteur avant la fin octobre.
- Concevoir un simulateur qui permettra d'étudier le déplacement du robot sur le terrain (par exemple odométrie, régulation de position)
- Étudier le traçage des symboles
- Réaliser un prototype du robot
- Justifier les choix effectués

Pour la fin octobre, les étudiants finaliseront un rapport qui listera et justifiera le choix de l'ensemble des composants sélectionnés (capteurs, actionneurs, ...).

Dans le courant du mois de novembre, les étudiants présenteront leur état d'avancement, notamment la partie modélisation - régulation.

A la fin du premier semestre, les étudiants devront présenter leur prototype et l'algorithme qui sera mis en œuvre. Le robot devra être capable de tracer les symboles O et X.

Second semestre : Validation et optimisation du prototype

Durant le second quadrimestre, les étudiants testeront et amélioreront le prototype obtenu à la fin du premier quadrimestre. Ils affineront leurs modèles et simulateurs afin qu'ils puissent prédire au mieux le comportement de leur robot.

Evaluation

L'évaluation du projet se fera comme stipulé dans le guide fourni aux étudiants en début d'année (rapports, présentations intermédiaire et finale, fonctionnement du groupe, évaluation du prototype, évaluation de la gestion de projet).

L'évaluation des prototypes se fera lors de la dernière séance de travail à Usquare, la semaine qui précède les présentations. Chaque groupe fournira une version électronique de ses rapports (format pdf), des différentes présentations qui auront été utilisées et éventuellement des photos et vidéos de leur robot. A la fin du projet, les étudiants rendront les prototypes qu'ils auront développés.

L'évaluation du fonctionnement des robots aura lieu (voir grille d'évaluation)

- Sur la base d'un parcours standardisé : le robot part de sa zone, doit aller écrire un O dans la case en haut à gauche, un X dans la case en haut à droite, un O dans la case en bas à droite et un X dans la case en bas à gauche. Il doit ensuite revenir à sa position de départ. Le temps de parcours et la précision du déplacement (écart par rapport à la position de départ) sont mesurés.
- Sur la base d'une compétition entre les robots capables de réaliser le parcours standardisé (marquage des symboles dans les bonnes cases, sans aide). En cas de match nul, c'est le temps total passé en dehors de sa zone qui sera utilisé pour déterminer le vainqueur (robot le plus rapide). Des pénalités (15% du temps en plus) sont prévues si les symboles dépassent des cases ou s'ils n'ont pas la bonne dimension.

Fablab

Dans le cadre de ce projet, l'utilisation du Fablab est gratuite. Cependant, nous vous demandons de comptabiliser votre utilisation des imprimantes 3D et découpeuses laser et d'indiquer dans votre budget le coût associé en faisant l'hypothèse que l'impression 3D revient à 3€/h et que le découpage laser revient à 20€/h. En fin de projet, le coût total lié à la fabrication numérique ne devra en aucun cas dépasser 300€.

De même, comme le Fablab est une ressource partagée, nous vous demandons d'annuler les réservations dès que vous réalisez que vous ne les utiliserez pas.

Personnes-ressources

Afin d'aider les étudiants dans leur tâche, différentes personnes spécialisées dans les domaines abordés dans ce projet peuvent être consultées pour obtenir des informations. Toutefois, ces consultations devront se faire ponctuellement, sur rendez-vous et/ou suivant un horaire établi avec la personne en question (contact uniquement par e-mail). Les étudiants devront venir avec des questions concrètes et réfléchies.

- Conception mécanique : Christophe Reyntiens (christophe.reyntiens@ulb.be)
- Contrôle électronique : Fabio Coelho Ribeiro (fabio.coelho.ribeiro@ulb.be), Michel Osée (michel.osee@ulb.be)
- Régulation : Frank Mukwege (frank.mukwege@ulb.be), Laurent Catoire (Laurent.Catoire@ulb.be)

Références utiles

Childs P.R.N. (2014). Mechanical Design Engineering Handbook :

<https://www.sciencedirect.com/book/9780080977591/mechanical-design-engineering-handbook>

Cook D. (2009). Robot Building for Beginners :

<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4302-0826-6>

Warren J.-D., Adams J., Molle H. (2011). Arduino Robotics

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4302-3184-4.pdf>

Tutoriel SolidWorks

<https://openclassrooms.com/fr/courses/1553986-apprenez-a-utiliser-solidworks>

<http://www.solidworks.com/sw/resources/solidworks-tutorials.htm>

http://www.solidworks.fr/sw/education/9624_FRA_HTML.htm

Electronique et télécommunication - Communication par courant porteur

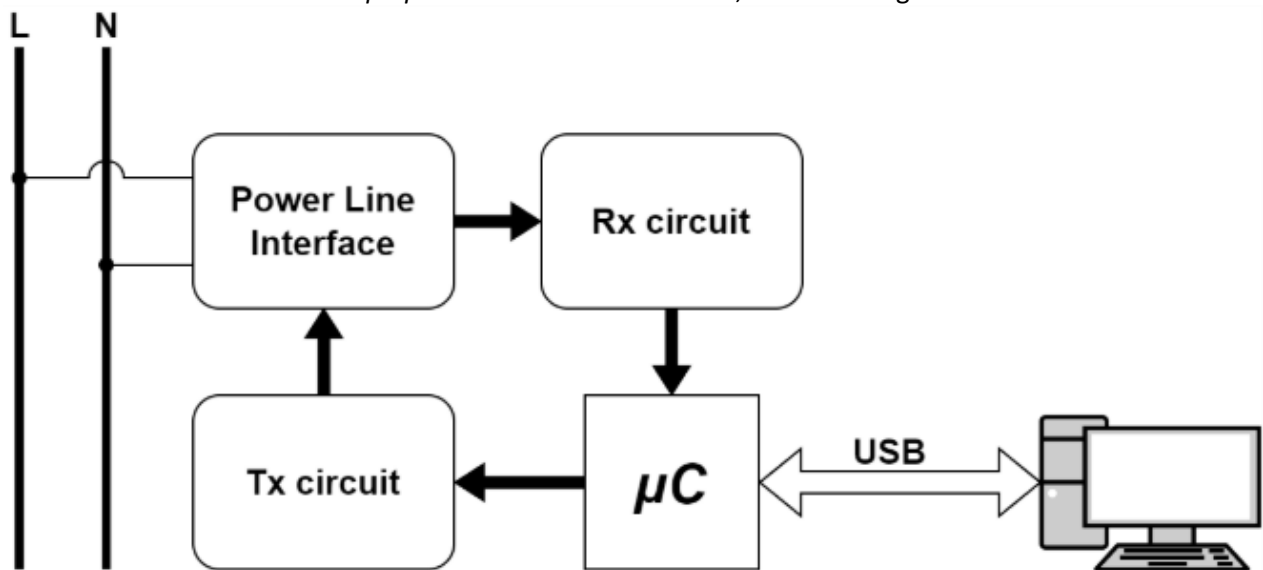
Le but de ce projet est de créer un dispositif de communication utilisant le réseau électrique comme support. Il devra être capable de transmettre du texte et des images.

Cette technique est généralement connue sous son nom anglais : *Power Line Communication (PLC)*.

En Français, on parle de *Communication par courants porteurs en ligne (CPL)* car l'information est transmise en injectant un courant dans le câble d'alimentation du dispositif.

Le principal avantage de ce système est d'utiliser des câbles déjà existants pour créer un réseau de communication.

Les données seront transmises en utilisant une modulation *On-Off Keying (OOK)*. Elles seront transmises sous la forme d'un *paquet* contenant soit du texte, soit une image.



Le dispositif peut être découpé en 4 blocs :

- Un microcontrôleur : μC , qui sera connecté à un PC. Son rôle est de recevoir les données envoyées par le PC et de les transformer en signal injectable sur le réseau avec l'aide du circuit d'émission. De même, il doit interpréter le signal mis en forme par le circuit de réception pour en extraire les données transmises par un autre dispositif.
- Le bloc d'émission : *Tx Circuit* est un circuit électronique chargé de transformer les données du μC pour en faire un signal modulé qui peut être injecté sur le réseau.
- Le bloc de réception : *Rx Circuit* a la fonction inverse du bloc d'émission, démoduler le signal reçu pour en extraire les données utiles.
- L'interface avec le réseau électrique : *Power Line Interface*, chargée d'injecter le signal du circuit d'émission sur le réseau (représenté par ses 2 phases (L et N) et de mesurer le courant émis par les autres dispositifs.

Le microcontrôleur et le circuit d'interface vous seront fournis.

Il vous faudra :

- Réaliser les circuits d'émission et de réception
- Implémenter le protocole de communication qui permet d'envoyer et de recevoir les paquets d'information, sur le microcontrôleur
- Faire communiquer le microcontrôleur avec un PC qui servira d'interface avec l'utilisateur.