

## OBJECTIF:

Mettre à jour le système existant pour créer une plateforme sûre et fiable pour la recherche académique, le développement et le déploiement rapide et aisé de régulateurs avancés lors de futurs projets au LA

## ÉTAT DES LIEUX:

L'état initial du système présentait de graves lacunes et les dangers suivants:

- Très mauvais routage électrique: très longs câbles, contacts défectueux, mauvaise isolation, matériel inadapté aux courants nominaux moteurs
- Logique de contrôle dangereuse: prise de référence à zéro de tous les paramètres tels qu'ils sont au moment où une personne est détectée, régulation prolongée même après que la personne soit descendue
- Contrôleur difficilement accessible: LEDs d'alerte et de feedback au pilote illisibles car situés sous les pieds, démontage obligatoire pour reprogrammer le microcontrôleur
- Aucune séparation des modules: étage de puissance et microcontrôleur avec instruments de mesure sur un unique PCB, faible flexibilité de contrôle, problèmes d'échauffement
- Aucun datasheet d'aucun composant, moteurs y compris

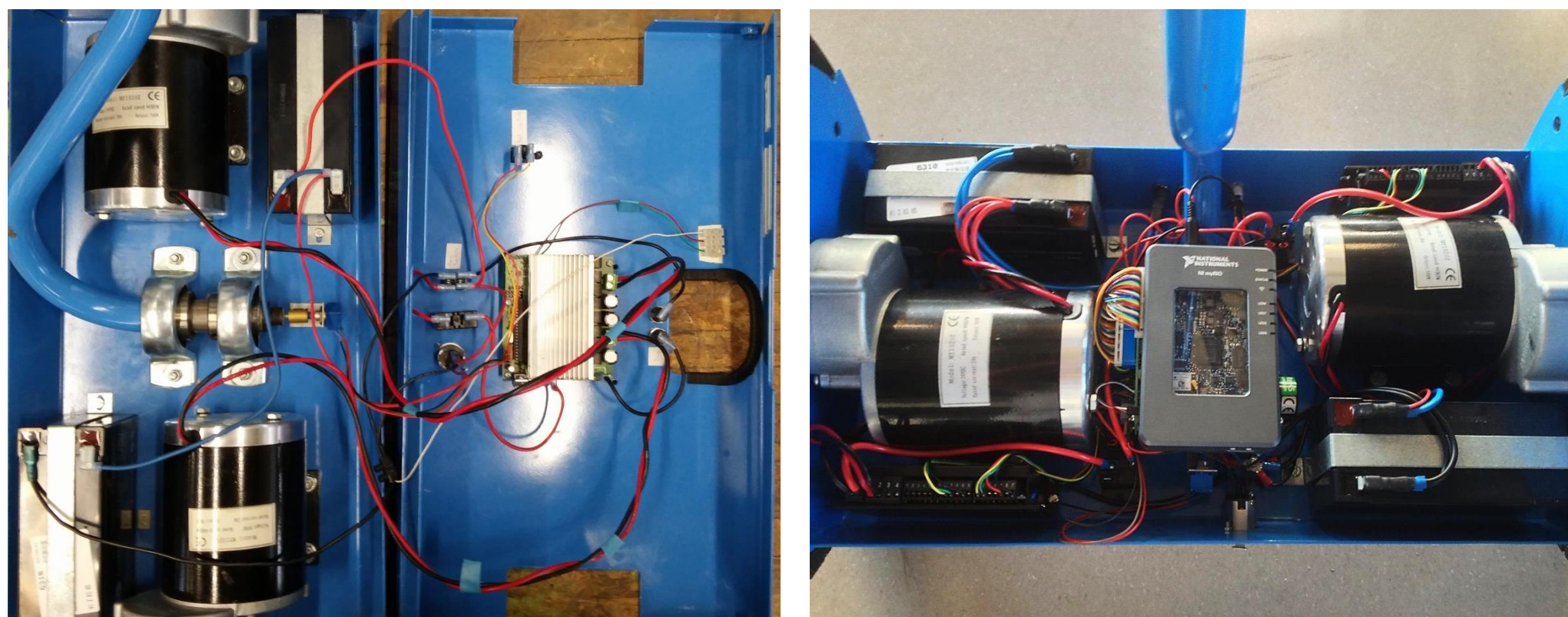


FIGURE 1 – Comparaison du routage électrique: (a) avant et (b) après

## TRAVAUX EFFECTUÉS:

- Routage électrique entièrement revu et mis aux normes de sécurité: câbles raccourcis et tressés, contacts sertis, cossés et isolés, châssis mis à terre, circuit basse tension et étage de puissance séparés pour pouvoir manipuler le microcontrôleur sans danger, composants remplacés par du matériel normé et adapté aux courants nominaux, étage de puissance commuté par le microcontrôleur
- Tous les composants déplacés vers le fond du châssis (excepté le switch de détection de personne) pour simplifier le démontage et l'entretien
- Usinage d'un socle pour le boîtier **NI myRIO** pour pouvoir y accéder et le reprogrammer sans avoir à démonter tout le châssis
- Logique de contrôle entièrement revue, avertisseur sonore rajouté
- Synthèse d'un nouveau régulateur PD par loopshaping
- Moteurs démontés et emmenés au banc d'essais pour établir une plaque signalétique complète
- Réalisation d'une carte d'acquisition intermédiaire entre le boîtier **NI myRIO** et les autres composants du gyropode (relais, amplificateurs, ...)
- Documentation complète et exhaustive de tous les composants

## CARTE D'ACQUISITION:

Le PCB intermédiaire intègre des éléments de sécurité électroniques supplémentaires (résistances de tirage, diodes de protection), amplifie les signaux de sortie du **myRIO** et sert de plateforme pour le gyroscope externe.

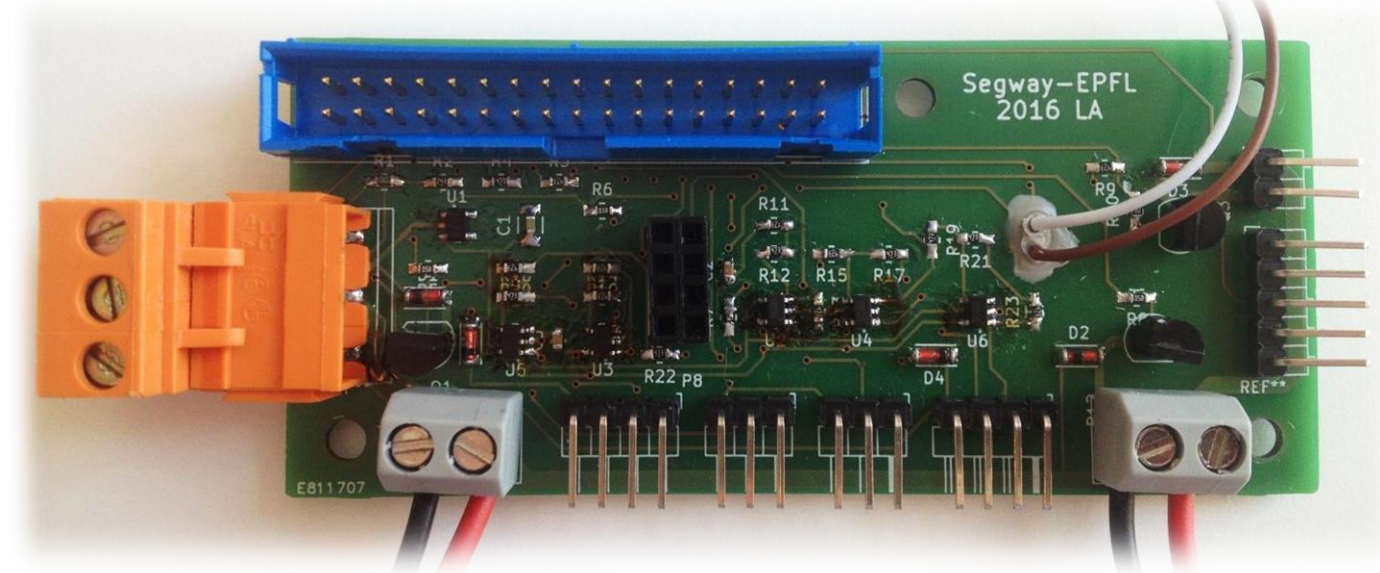


FIGURE 2 – PCB réalisé

## RÉGULATEUR:

L'objectif étant avant tout de créer une plateforme expérimentale, le régulateur implémenté dans le nouveau microcontrôleur est un simple mais robuste régulateur PD, synthétisé par loopshaping sur Matlab après modélisation et stabilisation du système. Les moteurs sont contrôlés en couple et un régulateur PID interne aux amplificateurs obtenu par auto-tuning assure le respect de la consigne de courant.

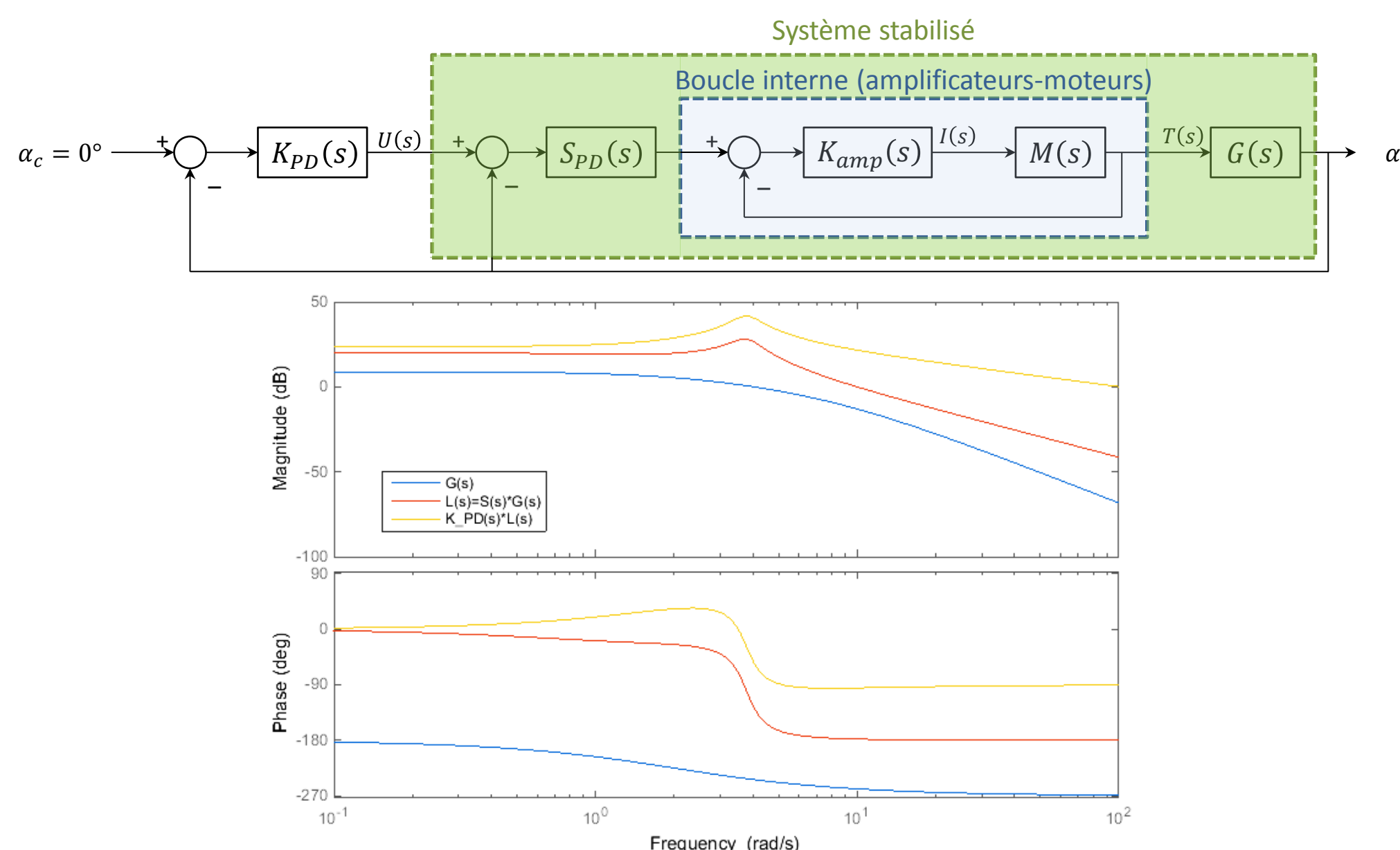
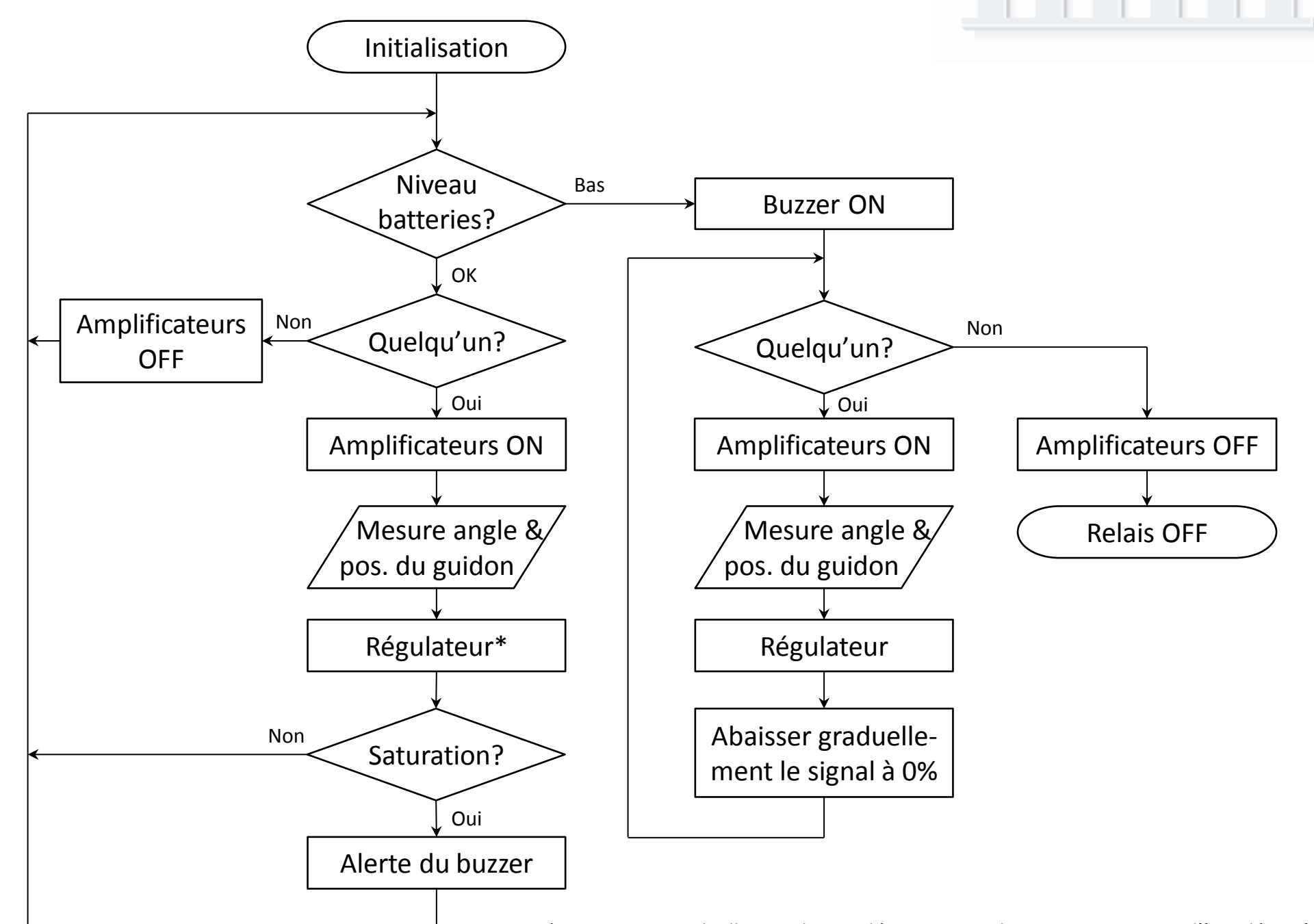


FIGURE 3 – Réponse du système et diagramme de Bode du système

## CONTRÔLEUR LOGIQUE:

L'ancien microcontrôleur a été remplacé par un boîtier **NI myRIO** programmé sous LabVIEW. L'avantage est de pouvoir aisément tester différents régulateurs, entièrement séparés du reste de la logique du contrôleur assurant la sécurité du pilote (acquisition des données, prise de décision).



\* Augmenter graduellement le signal à 100% quand une personne vient d'être détectée

## REMERCIEMENTS:

Pierre-Yves Roachat (LSP) pour son immense contribution à la réalisation du PCB  
 Norbert Crot (LA) pour son aide à la réalisation des modifications mécaniques du gyropode  
 Daniel Burnier (LSRO) pour ses conseils dans le routage électrique et le choix du matériel  
 Sylvain Robert et Stéphane Burri (STI-FORM) pour leur aide lors des essais sur les moteurs  
 Prof. Colin N. Jones et Harsh Shukla (LA) pour leurs conseils sur les modèles mathématiques de contrôle  
 Dr. Christophe Salzmann (LA) pour sa supervision du projet