

GLISSIÈRE INSTRUMENTÉE

Pour Surveillance
Énergétique

ABDEL KADER Omar (o2abdelk@enib.fr)
MARCHADOUR Eugène (e9marcha@enib.fr)
WAHBI Ahmed (a2wahbi@enib.fr)

ENIB.FR
⚡





1. Introduction

Dans le cadre du module PER – Projet Écoresponsable, notre groupe a travaillé sur le développement d'un système de mesure de la consommation électrique d'un moteur sous charge, à partir d'un banc de test intégrant une glissière instrumentée.

Ce projet répond à un enjeu de la transition écologique : la sobriété énergétique. Avant d'investir dans des solutions techniques coûteuses pour réduire la consommation d'énergie (moteurs plus performants, systèmes de récupération d'énergie, etc.), il est essentiel de disposer d'outils fiables permettant de mesurer précisément la consommation réelle sur le terrain. Notre prototype vise donc à fournir une base de test expérimentale et pédagogique pour quantifier les performances électromécaniques d'un système.

Ce rapport propose une analyse éthico-technique de cette solution, intégrant ses dimensions humaines, sociétales et environnementales. Nous explorerons également les alternatives et les recommandations possibles pour une utilisation responsable et durable.

2. La Solution

2.1 Raison d'être

Dans un contexte de transition énergétique, la sobriété énergétique est devenue une priorité. Cependant, il ne suffit pas d'installer des équipements plus récents ou prétendument "plus performants" : il faut pouvoir mesurer leur impact énergétique réel.

Notre projet répond ainsi à la problématique :

Comment mesurer la consommation électrique d'un moteur dans des conditions réalistes, et extraire des indicateurs de performance pertinents pour guider les choix techniques ?

Ce besoin est partagé à la fois :

- Par les acteurs industriels, en quête d'optimisation énergétique,
- Et par les établissements de formation, qui souhaitent outiller leurs étudiants pour aborder la complexité des systèmes électromécaniques et des choix technologiques durables.

La solution proposée

Le système que nous avons conçu est un banc de test instrumenté, basé sur :

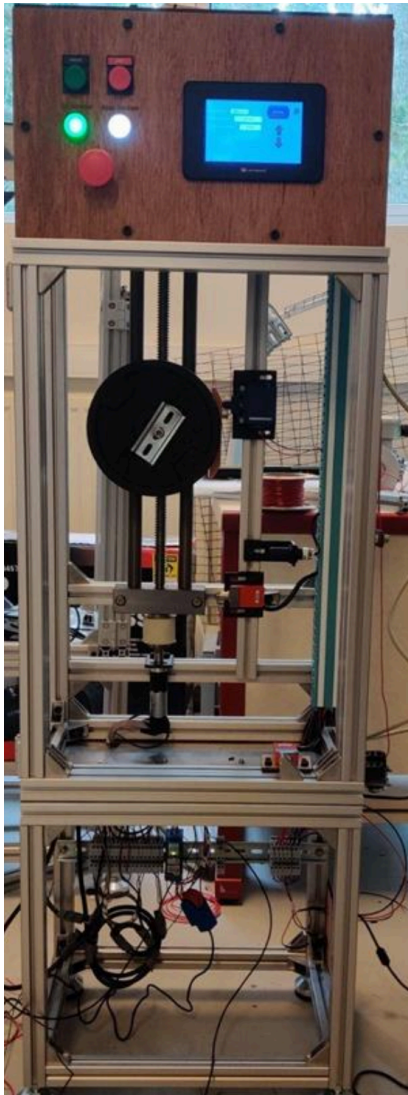
- Une glissière verticale motorisée, sur laquelle se déplace une masse test (jusqu'à 10kg)



- Un moteur piloté par un variateur de vitesse, lui-même géré par un automate programmable (UNISTREAM 5" PRO) avec IHM
- Un capteur de courant, couplés à des circuits analogiques afin de pouvoir mesurer la consommation de courant.
- Une IHM qui permet la visualisation de la consommation et l'état du système et de programmation des profils de vitesse.

Ce dispositif permet de :

- Étudier le comportement électromécanique d'un système réel
- Comparer différents profils de charge et de pilotage
- Mesurer la consommation énergétique



Ce prototype a aussi une finalité pédagogique. Il sera intégré au module IPS (Instrumentation et Pilotage de Systèmes) de l'ENIB, utilisé par les étudiants de 4^e année. Il offrira aux futurs ingénieurs :

- Une expérience pratique sur la consommation des moteurs électriques
- Une meilleure intuition des phénomènes physiques et énergétiques
- Une sensibilisation aux choix technologiques responsables dans un cadre réaliste

Cette finalité pédagogique élargit donc la portée du projet : il ne s'agit pas seulement d'un outil de test, mais d'un support de formation à l'ingénierie responsable, au service des générations futures.



2.2 Les valeurs, les promesses, les pratiques

Le banc de test instrumenté que nous avons développé promet une avancée significative dans la mesure et l'analyse des performances énergétiques des systèmes électromécaniques. Il offre la possibilité d'observer la consommation électrique d'un moteur sous différentes charges, en conditions contrôlées mais réalistes. Cette technologie permet ainsi non seulement de collecter des données fiables, mais aussi de favoriser une prise de décision plus éclairée sur le plan technique et environnemental car la connaissance concrète des caractéristiques électriques nécessaires au bon fonctionnement d'un système permet non seulement d'éviter le surdimensionnement du moteur mais également de tout le reste de la chaîne mécanique et ainsi permet de diminuer la quantité de matériaux utilisée. Elle constitue un outil d'expérimentation concret au service de l'éco-efficacité et de la réduction de l'impact énergétique.

Les personnes concernées par cette technologie sont, en premier lieu, les étudiants-ingénieurs de l'ENIB, en particulier ceux de 4^e année dans le cadre du module IPS (Instrumentation et Pilotage de Systèmes). En manipulant ce dispositif, ils développent une meilleure compréhension des systèmes pilotés, mais aussi une intuition pratique des phénomènes physiques et de leurs implications énergétiques. Les enseignants sont également directement concernés, puisqu'ils disposent désormais d'un support pédagogique concret pour illustrer des notions théoriques de façon appliquée. Plus largement, cette technologie bénéficie aussi au monde professionnel, en offrant un modèle de banc d'essai reproductible et potentiellement adaptable à d'autres contextes industriels. Enfin, la société dans son ensemble tire un bénéfice indirect de cette démarche, en favorisant la formation d'ingénieurs mieux sensibilisés aux enjeux environnementaux et éthiques.

À travers cette technologie, plusieurs valeurs émergent. La première est la responsabilité, car l'outil vise à ancrer les décisions techniques dans une analyse rigoureuse de leurs impacts énergétiques. Viennent ensuite la sobriété, en favorisant une approche mesurée et critique de la consommation d'énergie, et l'autonomie intellectuelle, par le développement d'un raisonnement expérimental et analytique chez les étudiants. La transmission, enfin, s'impose comme une valeur clé : ce dispositif est conçu pour être utilisé durablement par différentes promotions, contribuant à une formation progressive, évolutive et intergénérationnelle.

Les pratiques attendues sont donc celles d'un usage pédagogique, sécurisé, encadré, où les étudiants expérimentent avec rigueur et responsabilité. Les vertus associées à ces pratiques sont la prudence, la curiosité, la rigueur scientifique et le sens critique. Toutefois, certaines pratiques non programmées mais envisageables doivent être prises en compte. Un usage non encadré du système pourrait conduire à des manipulations dangereuses (tests sous tension inadéquate) et aussi à des interprétations erronées des résultats.

Enfin, cette technologie ne fait pas encore l'objet d'une régulation publique, mais elle doit impérativement être accompagnée par un cadre institutionnel clair. À l'ENIB, cela se traduit par des protocoles de sécurité mécanique et électrique (relais d'arrêt d'urgence,



limitation de la charge), et par un encadrement pédagogique fort. Il s'agit moins d'un encadrement par interdiction que d'une démarche d'éducation et de sensibilisation : les utilisateurs sont formés pour comprendre le sens et les limites de l'outil, dans une logique de responsabilisation progressive plutôt que de simple conformité.

3 - Analyse des implications

3.1 L'homme

La technologie que nous avons développée, bien que indirecte dans son impact sur les Droits de l'Homme, contribue néanmoins à leur renforcement, notamment par le biais de l'éducation et de la transmission de connaissances. En effet, en offrant un outil pédagogique performant, sécurisé et orienté vers la compréhension fine des systèmes énergétiques, cette glissière instrumentée participe à l'émancipation intellectuelle et technique des futurs ingénieurs. Elle favorise une meilleure autonomie dans la prise de décision technologique, et permet de relier l'action technique à ses conséquences sociales et environnementales, dans une logique de responsabilité éthique.

Cette démarche renforce également la dignité et l'intégrité de l'être humain en valorisant une approche de l'ingénierie centrée sur le sens et non simplement sur la performance. Les étudiants ne se contentent pas d'appliquer des techniques : ils apprennent à les interroger, à en mesurer les effets, à faire des choix. Cela participe à une forme de développement personnel et professionnel aligné avec les valeurs de respect, de lucidité et d'utilité collective.

Concernant l'épanouissement humain, cette technologie permet un apprentissage actif, concret et stimulant, qui rompt avec la passivité théorique. Elle développe la curiosité, le sens critique et la capacité à travailler en équipe autour de problématiques techniques complexes et actuelles. Ce sont là des conditions favorables à une qualité de vie professionnelle plus riche, plus engagée, et à une insertion dans un monde du travail en quête de sens.

Enfin, cette technologie a été conçue pour être pérenne : elle sera utilisée dans les années à venir par de nombreuses promotions d'étudiants, dans un cadre évolutif. Les générations futures pourront ainsi bénéficier d'un outil pédagogique éprouvé, réutilisable, et potentiellement améliorable. À ce titre, elle s'inscrit dans une logique de capitalisation intergénérationnelle du savoir.



3.2 La société

Conséquences sur la société

Le projet de glissière instrumentée est enraciné dans une logique d'innovation responsable, mais il pose également des questions sociales de fond.

- **Renforcer l'attachement et la solidarité**
Ce projet favorise les échanges entre universités et entreprises, instaurant ainsi une dynamique de solidarité. Il a aussi une vocation pédagogique, puisqu'il peut être utilisé comme support pédagogique pour former les étudiants et les professionnels aux enjeux de l'efficacité énergétique.
- **Accès et inégalités technologiques**
Malgré ses points positifs, cette technologie est chère, et c'est ce qui limite sa prise en charge par les petites et moyennes entreprises. Cela tend à renforcer les disparités entre les acteurs industriels, certains ayant un avantage concurrentiel et d'autres étant défavorisés.
- **Sensibilisation et formation**
La glissière instrumentée a un rôle décisif à l'apprentissage, qu'il s'agisse d'environnement scolaire ou environnement professionnel. Elle permet aux utilisateurs de mieux se connaître en termes de consommation d'énergie et d'adopter des comportements plus durables.
- **Impact sur l'emploi et les compétences**
On mentionne d'une part, le danger de suppression de certains petits métiers malgré pas grandes qualifications. D'autre part, elles ouvrent la voie à des projets plus qualifiés, comme la maintenance avancée ou l'analyse des données énergétiques.
- **Implication des utilisateurs**
En mettant les utilisateurs en jeu dans une approche éco responsable, le projet renforce leur motivation et sentiment d'appartenance. Cela peut encore les favoriser dans leur progrès professionnel.
- **Bénéfices pour les générations futures**
Par la réduction des émissions polluantes et l'optimisation de l'utilisation des ressources, cette technologie favorise un avenir plus durable. Elle favorise également une approche industrielle plus éco-respectueuse

Limites sociétaux et risques

- **Fragilité technique et coûts indirects**
Le système est basé sur capteurs et interfaces, donc il risque d'être fragile en cas d'arrêt. Une panne pourrait perturber le suivi énergétique et engendrer des dépenses supplémentaires de maintenance.
- **Dépendance technologique**
La complexité de la solution la rend difficile à réparer à l'abord sans expertise particulière. Il y a par conséquent question de sa durabilité, en particulier pour les entreprises qui ne disposent pas de moyens d'investissement dans des équipes techniques spécialisées.



3.3 La planète

Empreinte carbone et écoconception

Une Analyse du Cycle de Vie (ACV) a été menée. La sélection de matériaux recyclables ou renouvelables (aluminium recyclé, bois certifié, bambou, etc.) contribue à réduire l'impact carbone de la production. L'alimentation par énergie solaire permettrait de diminuer les émissions de CO₂.

Gestion des ressources

Le projet privilégie l'utilisation de matériaux à haute recyclabilité. L'aluminium recyclé, par exemple, consomme 95 % d'énergie en moins que l'aluminium primaire. Des efforts sont également déployés pour minimiser la consommation énergétique, notamment grâce à l'optimisation des moteurs électriques.

Durabilité du système

La modularité de la conception favorise la réparation, la réutilisation et la mise à jour des composants. Ces choix renforcent la durabilité du système, alliant innovation technologique et préservation des ressources naturelles.

Cycle de vie du produit

L'ensemble du cycle est pris en compte :

- Conception écoresponsable,
- Sélection rigoureuse des matériaux,
- Recherche de solutions d'alimentation alternatives,
- Réduction des déchets et optimisation de la recyclabilité.

4 - Évaluation éthique des choix technologiques

Critère	Glissière instrumentée	Alternative(s)	Évaluation éthique
Efficacité énergétique	Mesure, analyse et optimisation des moteurs électriques.	Optimisation logicielle, surveillance manuelle	Conséquentialisme : bénéfices mesurés (réduction consommation, CO ₂) justifient le développement.
Coût d'accès	2000 € à petite échelle, plus en industrie ; potentiel d'exclusion des PME.	Surveillance via solutions plus simples ou existantes	Éthique du care : attention nécessaire aux PME ; nécessite accompagnement et dispositifs de soutien.
Écoresponsabilité	Aluminium recyclé, analyse de cycle de vie, énergie solaire.	Production classique sans écoconception	Déontologie : respecte les principes de responsabilité environnementale.



<i>Utilité éducative</i>	<i>Projet utilisé pour des TP, formation des étudiants à la durabilité et l'innovation.</i>	<i>TP classiques sans enjeu environnemental</i>	Éthique des vertus : favorise le développement des compétences et de la conscience écologique.
<i>Autonomie / Participation</i>	<i>Implique les usagers dans les pratiques durables, favorise le sentiment d'appartenance.</i>	<i>Utilisation passive d'équipements</i>	Éthique du care / des vertus : renforce les liens humains et la responsabilisation.
<i>Impacts sur l'emploi</i>	<i>Risque de réduction d'emplois peu qualifiés, mais création d'emplois qualifiés.</i>	<i>Maintien de postes peu qualifiés</i>	Conséquentialisme nécessite équilibre, politiques de requalification recommandées.
<i>Dépendance technologique / bugs</i>	<i>Système reposant sur de nombreux composants électroniques ; impact possible en cas de panne.</i>	<i>Systèmes plus simples, moins de capteurs</i>	Déontologie : exiger fiabilité, maintenance, redondance pour protéger l'utilisateur.

5 - Recommandations

Protection des vulnérabilités :

Humaines :

Le projet favorise la sensibilisation, l'autonomie, l'éducation et le développement personnel (p.21-22). Il valorise les acteurs et les rend actifs dans la démarche durable.

Environnementales :

Utilisation de matériaux recyclables et écologiques, intégration de l'ACV, choix de l'alimentation solaire (p.10-16). Cela réduit considérablement l'empreinte carbone.

Techniques :

Le système est techniquement complet, mais sa dépendance à l'électronique peut représenter un risque en cas de défaillance. Des batteries sont prévues pour compenser le manque d'ensoleillement.

Recommandations proposées :

Pour les ingénieurs :

- Appliquer systématiquement l'éthique de la responsabilité : veiller à la durabilité, à la transparence des choix technologiques, et à la réduction des impacts.
- Développer des systèmes modulaires et faciles à réparer pour améliorer la durabilité technique.
- Intégrer une formation à l'éthique dans les projets techniques, avec des outils d'aide à la décision (ACV, diagrammes éthiques, analyse des risques).

Pour les utilisateurs :

- Être formés à la compréhension des données énergétiques et à l'usage des systèmes de suivi.
- Participer à l'amélioration continue des pratiques en fournissant du retour d'expérience.
- Être sensibilisés aux limites techniques (dépendance énergétique, maintenance).



Pour la société :

- Mettre en place des subventions ou aides pour les PME afin de démocratiser l'accès à ces technologies.
- Promouvoir l'éducation énergétique dès le secondaire, avec des projets concrets comme la glissière instrumentée.
- Créer des normes ouvertes pour assurer l'interopérabilité et éviter les systèmes propriétaires peu durables.

6 - Conclusion

Dans le cadre de ce projet, nous avons mis en place une approche éthique de type déontologique, centrée sur le respect des principes fondamentaux, des normes en vigueur et des devoirs liés à la protection des droits environnementaux et sociétaux. Cela s'est traduit par une communication transparente sur les objectifs du projet, les méthodes employées, ainsi que sur les impacts environnementaux anticipés. L'ensemble de la démarche visait à promouvoir l'efficacité énergétique et à encourager la réduction de la consommation d'énergie ainsi que de proposer une solution visant à améliorer le dimensionnement de la chaîne mécanique impliquant directement la réduction de la quantité de matériaux utilisée, tout en intégrant une vision à long terme, soucieuse des effets sur l'environnement et les générations futures.

En complément, une ouverture vers une approche utilitariste pourrait enrichir cette réflexion éthique. Celle-ci consisterait à identifier l'action la plus bénéfique en maximisant le bien-être global. Appliquée à notre projet, elle permettrait de quantifier les économies d'énergie à grande échelle, d'évaluer avec précision les coûts économiques et les risques potentiels liés à sa mise en œuvre, et de les mettre en balance avec les bénéfices attendus.