

PRIX INGÉNIEURS SANS FRONTIÈRES 2022 POUR PROMOUVOIR LES TECHNOLOGIES DURABLES : LES CANDIDATURES SONT CONNUES

Le **8 décembre** prochain, Ingénieurs sans frontières (Isf) remettra, à l'AIEcam, à Bruxelles, ses deux Prix annuels :

- le Prix Ingénieurs sans frontières – Philippe Carlier et
- le Prix Ingénieurs sans frontières – Ingénieurs Citoyens

à l'AIEcam, l'association des Alumni des Ingénieurs de l'Ecaml, son nouveau membre depuis cette année.

Dix candidatures sont en lice.

PROMOUVOIR LES TECHNOLOGIES DURABLES

Chaque année depuis 16 ans, Ingénieurs sans frontières récompense deux étudiant.e.s ingénieur.e.s (hautes écoles ou universités belges) pour leur mémoire de fin d'études. Pour y participer, leurs travaux doivent contribuer au développement ou à l'adaptation de technologies, efficaces dans leur domaine.

Les candidat.e.s doivent en outre apporter la preuve que leur travail s'inscrit dans les principes du développement durable, en tenant compte des impacts sociaux, environnementaux et économiques de la problématique qu'ils/elles étudient.

Cette année, la remise des Prix Ingénieurs sans frontières se déroulera le 8 décembre prochain, à l'occasion d'une co-organisation avec l'AIEcam, notre nouveau membre depuis l'Assemblée Générale de 2022.

Plus d'informations suivront sur notre site...

Les Prix Ingénieurs sans frontières s'inscrivent tout naturellement dans l'ensemble des actions qu'Isf a défini pour les prochaines années.

Chacun des travaux primés se voit couronné d'un prix de 500 €.

DÉTAILS PRATIQUES

La remise se déroulera :

- le jeudi **8 décembre** 2022
- de **19:00 - 20:30**
- à l'**AIECAM** - Association Royale des Ingénieurs Diplômés De l'ECAM
Place de l'Alma 2, 1200 Woluwe Saint-Lambert

Une conférence de Ir Bernard MATHIEU, Président d'Isf, précèdera la remise.
Le thème : « **Une transformation d'une ampleur sans précédent** » et suivra donc la

- Présentation des Prix Ingénieurs sans frontières par Ir Hülya ALTINOK
- Proclamation et remise des Prix Ingénieurs sans frontières par Ir Hülya Altinok, Présidente des 2 jurys des Prix Ingénieurs sans frontières.

Lors du drink, une présentation en 180 secondes des travaux des proclamé.e.s sera projetée en boucle invitant à poser vos questions aux *candidat.e.s présent.e.s.*

LE PRIX INGÉNIEURS SANS FRONTIÈRES - PHILIPPE CARLIER 2022 (16^{ÈME} ÉDITION)

Il se centre sur les mémoires proposant des solutions techniques répondant aux besoins exprimés par les pays en développement.

Les candidats en lice sont, par ordre alphabétique :

- **CHAVET Maxime** Université de Liège - Gembloux Agro Bio-Tech
"Modeling of rice cultivation under different irrigation systems and planning in the district of UsoCoello and analysis of the model applied to the region of Tolima-Colombia"
- **MASSON Briec** Université Catholique de Louvain – Ecole Polytechnique de Louvain
"Ventilator sharing for 2 patients : Individualisation of tidal volumes in volume and pressure controlled ventilation modes"
- **RENARD Guillaume** Université de Liège - Gembloux Agro Bio-Tech
"Potentiel de l'utilisation de données Sentinel-1 pour caractériser les écosystèmes du Sud-Ouest de Madagascar"
- **VANDER LINDEN Arthur** Université de Liège - Gembloux Agro Bio-Tech
et BA Institut Supérieur Industriel agronomique de Huy
"Etude des caractéristiques spectrales spatiales et temporelles d'images satellites et du potentiel de la photo interprétation pour cartographier les propriétés structurales des écosystèmes arides du Sud Ouest de Madagascar"

LE PRIX INGÉNIEURS SANS FRONTIÈRES - INGÉNIEURS CITOYENS 2022 (5IÈME ÉDITION)

Il se centre sur les mémoires proposant des solutions techniques répondant aux Objectifs du Développement Durable.

Les candidat-e-s en lice sont, par ordre alphabétique :

- **FAVARO Pietro** **Université de Mons – Faculté Polytechnique de Mons**
"Neural network constrained optimization applied to pumped-hydro energy storage"
- **GOVAERTS Yannis** **University de Liège - Gembloux Agro Bio-Tech et BA à l'Université Catholique de Louvain – Faculté des Bioingénieurs**
"Perspectives de transition du secteur de l'assainissement individuel en Wallonie"
- **LEBRUN Justine** **Université Catholique de Louvain – Ecole Polytechnique de Louvain**
"Designing circular household appliances"
- **MOUMNEH Ramy** **Université Catholique de Louvain – Ecole Polytechnique de Louvain**
"Paper-based stacked reverse electrodialysis cells for energy generation from salinity gradient"
- **PERCY Antoine** **Université Catholique de Louvain – Ecole Polytechnique de Louvain**
"Promoting integrated circuits reusability thanks to thermal annealing- An environmental and financial profitability study"
- **RUBINACCI Eleonora** **Université Libre de Bruxelles – Ecole Polytechnique de Bruxelles**
"House in a greenhouse model-Energy analysis-Biomimetic optimization - Practical application"

CONTACT

Ir Hülya ALTINOK - Présidente des 2 jurys

haltinok.isf@gmail.com

0496/70.24.93

Ir Hülya ALTINOK

4/15

Ingénieurs sans frontières asbl

info@isfbelgique.org – www.isfbelgique.org

Prix Isf 2022

QUI EST INGÉNIEURS SANS FRONTIÈRES ?

Ingénieurs sans frontières (Isf) est une association d'ingénieurs volontaires. A la demande d'organisations du Sud ou du Nord, Isf apporte un appui technique dans les domaines de l'accès à l'eau, à l'énergie et de la gestion des déchets pour déployer des solutions durables, appropriées et appropriables et permettre aux personnes les plus défavorisées d'accéder à des conditions de vie plus dignes.

En Belgique, Isf organise des événements destinés à informer, sensibiliser, former et conscientiser les étudiant-e-s et les ingénieur-e-s aux thématiques de la coopération au développement et aux impacts sociétaux de leurs démarches.

ISF est née, il y a plus de 30 ans, à l'initiative d'alumni des facultés de sciences appliquées et d'écoles de bioingénieurs des universités francophones du pays et est soutenue par leurs associations des diplômés, membres fondatrices, à savoir l'A.I.Gx, l'A.I.Lg, l'A.I.M., l'A.I.Ms, l'A.I.A.Louvain, l'A.I.Louvain et l'E.P.B.A. et, depuis l'an dernier, y a rejoint l'A.I.Ecam.

Visitez le site d'Ingénieurs sans frontières : www.isfbelgique.org.

Plus d'information sur les Prix Ingénieurs sans frontières :
<https://www.isfbelgique.org/prix-ingenieurs-sans-frontieres/>

ANNEXES

- Annexe 1. Les Résumés des Candidat.e.s
- Annexe 2. Les 2 jurys
- Annexe 3. Remerciements

• **CHAVET Maxime**

Université de Liège - Gembloux Agro Bio-Tech

"Modeling of rice cultivation under different irrigation systems and planning in the district of UsoCoello and analysis of the model applied to the region of Tolima-Colombia"

« La gestion des districts d'irrigation devient laborieuse dans certaines régions de Colombie. Dans la région de Tolima, le climat bimodal est présent dans les zones chaudes et semi-arides qui sont vulnérables en raison de l'impact croissant de certains phénomènes climatiques qui provoquent une intensification des sécheresses, mais aussi des précipitations. Les systèmes mis en place nécessitent parfois plus d'eau que nécessaire, dans un contexte de densité croissante des producteurs et de morcellement des parcelles. Les rendements agricoles, notamment pour le riz très présent dans la région, peuvent parfois diminuer de manière inédite en cas d'insuffisance d'eau. De plus, les expériences à mener pour mettre fin à ces problèmes sont parfois coûteuses en temps et en argent. Dans cette étude, des essais de systèmes d'irrigation (MIRI) et de programmation (AWD) ont été tentés, et l'utilisation d'un modèle de simulation de culture calibré et validé pour évaluer la possibilité de prédire le comportement de ces expériences sur une variété d'*Oriza sativa* L. de la région et voir si la modélisation peut respecter les ordres de croissance entre les différents rendements observés. L'évaluation de l'efficacité des différents systèmes d'approvisionnement et de planification montre que les traitements MIRI-AWD et MIRI sans AWD présentent une quantité de biomasse produite par unité de volume d'eau utilisée plus élevée que le traitement CONTROL pour un rendement final plus ou moins équivalent entre les traitements. La calibration montre des simulations de l'évolution des paramètres de la plante, comme le couvert végétal avec une RMSE moyenne d'environ 2,60 % et corrélée pour le premier cycle et une simulation beaucoup moins bonne pour le second cycle, mais aussi un rendement sec simulé avec une MBE globale de 0,621 t/ha qui est plutôt précis et peut différer dans une certaine mesure de l'évolution observée des différents traitements. Les teneurs en eau du sol modélisées pour le premier cycle sont largement sous-estimées par rapport au second cycle. Pour les ordres de croissance des rendements modélisés, ils sont respectés pour le cycle de calibration mais pas pour le cycle de validation, où des hypothèses sont faites. D'autres simulations ont été réalisées pour évaluer l'importance des paramètres sur ces sorties. L'analyse de sensibilité montre que 7 paramètres expliquent 95% de la sensibilité totale de l'évolution au cours d'un cycle fictif de différentes teneurs en eau du sol, de la biomasse, du couvert végétal et du rendement sec. Ces résultats permettront une évaluation future des programmes d'irrigation afin d'optimiser les rendements en fonction de la consommation d'eau locale. Sur la base des résultats de l'analyse de sensibilité, d'autres analyses peuvent être effectuées dans la région pour faciliter et planifier les calibrages futurs dans un environnement local. Grâce aux données climatiques locales traitées et modélisées, il sera également possible de réaliser des programmes d'irrigation en fonction d'évènements climatiques extrêmes. »

• **MASSON Briec** **Université Catholique de Louvain – Ecole Polytechnique de Louvain**
"Ventilator sharing for 2 patients : Individualisation of tidal volumes in volume and pressure controlled ventilation modes"

« Le nombre de patients nécessitant une assistance ventilatoire mécanique a nettement augmenté à la suite de la pandémie de COVID-19. Cependant, le nombre de ventilateurs mécaniques disponibles dans les institutions de soins de santé est limité et peut donc s'avérer insuffisant pour soigner le flux grandissant de patients. Cette inadéquation potentielle entre le nombre de ventilateurs disponible et le nombre de patients en ayant besoin pourrait être évitée en ayant recours à la co-ventilation, c'est-à-dire le fait de partager un ventilateur entre deux patients.

L'ajout d'un dispositif, à brancher en sortie du ventilateur, comprenant un ensemble de filtres, vannes de contrôle et de capteurs permettrait de fournir une ventilation individualisée à deux patients subissant la co-ventilation. Ce mémoire a pour but de tester cette hypothèse. Plus précisément, ce travail étudie la possibilité d'individualiser les volumes courants administrés à deux patients soumis à la co-ventilation pour les modes de ventilation en volume et pression contrôlés. Le but ultime est de répondre à la validation médicale de ce mode de partage de la ventilation.

Dans un premier temps, un banc de test pour la co-ventilation a été mis en place et des capteurs de volume et de pression ont été implémentés.

Ensuite, différentes vannes de réglage de débit d'air disponibles dans la littérature ont été comparées afin de sélectionner celle qui devrait être utilisée dans un dispositif final de co-ventilation.

Après cela, une étude sur la distribution des volumes entre deux patients a été réalisée pour les deux modes de ventilation différents afin de déterminer si l'individualisation des volumes est possible.

Une première simulation clinique a finalement été réalisée.

Les résultats des tests montrent que l'individualisation des volumes courants entre deux patients partageant un ventilateur est possible et ce dans les deux modes de ventilation. Cependant, l'utilisation du mode de ventilation à pression contrôlée est plus sûre. »

• **RENARD Guillaume**

Université de Liège - Gembloux Agro Bio-Tech

"Potentiel de l'utilisation de données Sentinel-1 pour caractériser les écosystèmes du Sud-Ouest de Madagascar"

« En raison de leur endémisme et de leurs services aux populations locales, les forêts sèches et fourrés xérophiiles du Sud-Ouest de Madagascar constituent des écosystèmes d'importance majeure. Ils sont aujourd'hui menacés par les pressions anthropiques et le changement climatique. Cette zone est également caractérisée par l'extrême pauvreté de ses habitants, qui dépendent grandement de ces écosystèmes. La mise en place d'une gestion durable de ces derniers s'impose comme nécessaire à leur conservation et au maintien des services éco systémiques qu'ils offrent. Cette gestion nécessite une évaluation quantitative précise et spatialement explicite de la végétation. La télédétection constitue une technologie clé pour la caractérisation à grande échelle des écosystèmes. La technologie radar à synthèse d'ouverture (abrégié SAR) plus particulièrement, peut potentiellement surmonter certaines limitations de l'imagerie optique dans les zones arides. Cette étude vise ainsi à étudier le potentiel des données Sentinel-1 pour caractériser des attributs structurels de cette zone.

L'utilisation de des données Sentinel-1 et Sentinel-2 de différentes saisons a été étudiée pour cartographier la couverture ligneuse (WC), la biomasse ligneuse aérienne (AGB), la hauteur de canopée (H95) ainsi que deux métriques de répartitions des hauteurs (Dim1H et Dim2H). Coefficients de rétrodiffusion, réflectances spectrales, indices dérivés, métriques de texture et temporelles ont été combinés avec des données de références, à savoir des données d'inventaires de terrain ou de photo-interprétation, dans des régressions Random Forest afin de cartographier ces différentes variables. Le but était de : (1) identifier les facteurs influençant la capacité des données Sentinel-1 à cartographier les variables réponses, (2) comparer les performances de Sentinel-1, Sentinel-2 et de leur utilisation conjointe. Les modèles ont tous été validés en validation croisée en prenant en compte l'auto corrélation spatiale et les modèles de photo-interprétation ont en outre été validés sur les données de terrain. La comparaison des performances a principalement été effectuée à l'aide de l'erreur quadratique moyenne (RMSE).

Les bandes et indices dérivés se sont avérés importants pour la précision de Sentinel-1 et l'utilisation de modèles multi saisons paraît pertinente. Sentinel-1 a obtenu une meilleure précision* pour le WC (RMSE : 12,1 %) et H95 (RMSE : 1,19 m) que Sentinel-2 (RMSE WC : 14,5 % ; RMSE H95 : 1,39 m). Pour l'AGB, Sentinel-2 s'est montré plus précis (RMSE : 12,9 T.ha⁻¹) que Sentinel-1 (RMSE : 13,29 T.ha⁻¹). La fusion des capteurs a, en outre, présenté des gains de précision pour la plupart des saisonnalités pour WC (RMSE : 11,8%) et AGB (RMSE : 12,7 T.ha⁻¹). Les saisons optimales varient selon le capteur et la variable réponse employés. L'influence de la saison semble moins importante pour les données S-1 et S-2 fusionnées, témoignant de la complémentarité des capteurs.

La possibilité démontrée d'utiliser les données Sentinel-1 ainsi que les données Sentinel-1 et 2 fusionnées afin de caractériser ces écosystèmes se révèlent utile dans le but de leur conservation et de leur gestion durable. L'étude ci-présente constitue une première approche et des efforts subséquents sont requis afin d'améliorer la caractérisation des forêts sèches et fourrés xérophiiles malgaches.

* Les valeurs des RMSE ici présentées sont celles des modèles multi saisons. »

• **VANDER LINDEN Arthur**

Université de Liège - Gembloux Agro Bio-Tech
et BA Institut Supérieur Industriel agronomique de Huy

*"Etude des caractéristiques spectrales spatiales et temporelles
d'images satellites et du potentiel de la photo interprétation pour
cartographier les propriétés structurelles des écosystèmes arides du
Sud Ouest de Madagascar"*

« Les fourrés xérophiles du sud-ouest de Madagascar sont des éco systèmes à très haute valeur conservatoire qui sont menacés par les activités humaines et les changements globaux. Ces éco systèmes souffrent d'un manque de représentativité à l'échelle régionale et globale, et cette situation complique la gestion participative et durable des espaces naturels, alors même qu'ils ont pourvoyeurs de nombreux services éco systémiques à la base de la subsistance de la population de cette partie enclavée de Madagascar.

La modélisation des attributs structuraux par télédétection optique en zones arides est complexifiée par le manque de données représentatives et par la nécessité d'utiliser des prédicteurs adaptés en réponse aux spécificités structurelles et fonctionnelles de ces éco systèmes. L'acquisition d'informations par photo interprétation en vue de calibrer des modèles de couverture de canopée est une technique qui permet d'augmenter considérablement le volume de données et qui offre des résultats prometteurs.

Parallèlement, les paramètres à considérer en zones arides sont documentés par plusieurs études, mais la plupart ont été réalisées dans des éco systèmes aux caractéristiques structurelles distinctes des fourrés xérophiles. Cette étude aborde les caractéristiques spectrales, spatiales et temporelles déterminantes pour la caractérisation des propriétés structurelles des fourrés xérophiles et propose une méthodologie pour étendre les données récoltées par photo interprétation à la biomasse aérienne et à la hauteur de canopée par extrapolation depuis les mesures d'ouverture de la canopée.

La résolution spatiale et la saisonnalité sont les caractéristiques prépondérantes à considérer, tandis que les indices de végétation et les métriques phénologiques n'ont qu'un effet marginal.

Parallèlement, la biomasse et la hauteur sont deux attributs structuraux fortement corrélés à l'ouverture de la canopée, qui peuvent être extrapolés aux données de photo interprétation et engendrer des modèles avec des performance équivalentes aux approches basées sur des relevés de terrain.

Cette étude souligne le rôle clé joué par la qualité des données de calibration dans la représentation finale des modèles et relève une des raisons expliquant la faible représentation des éco systèmes arides à l'échelle globale. La méthodologie développée pour cette étude est particulièrement pertinent pour le cas des fourrés xérophiles et pourrait constituer la base d'un programme de suivis affranchis d'une partie des contraintes liées à la récolte de données de terrain. En outre, les cartes produites offrent un outil qui, utilisé conjointement aux connaissances locales, permet l'identification de zones prioritaires de conservation et de réhabilitation écologique, venant ainsi en appui à la gestion du territoire. »

CANDIDAT.E.S POUR LE PRIX INGÉNIEURS SANS FRONTIÈRES - INGÉNIEURS CITOYENS
2022 (5ÈME ÉDITION)

• **FAVARO Pietro**

Université de Mons – Faculté Polytechnique de Mons

"Neural network constrained optimization applied to pumped-hydro energy storage"

« Ce mémoire étudie le pompage - turbinage, une technologie de stockage « vert » d'électricité. L'essor des énergies renouvelables, qui sont intermittentes et fluctuantes, impacte les réseaux électriques qui doivent maintenir un équilibre permanent entre la production et la consommation totales dans le système.

Idéalement, le surplus d'énergie renouvelable doit être stocké et utilisé plus tard (en cas de besoin) afin de réduire l'usage de centrales thermiques polluantes. Les Stations de Pompage - Turbinage (SPT) permettent d'assurer cet équilibrage du réseau de manière fiable et écologique. Elles sont constituées de deux bassins à des altitudes différentes entre lesquels l'eau est pompée ou turbinée, respectivement pour compenser un excès de production ou de consommation. Aujourd'hui, les SPT représentent 95% du stockage installé au niveau mondial. Cependant, elles ne sont pas opérées de manière optimale car leur modélisation est extrêmement difficile dû au couplage complexe entre les contraintes électriques et hydrauliques. Ces relations non convexes empêchent une intégration aisée dans un processus de prise de décisions pourtant essentiel pour assurer une gestion opérationnelle à moindre coût et la faisabilité des décisions prises. Modéliser correctement ces relations permettrait, du jour au lendemain, d'augmenter l'efficacité avec laquelle cette technologie est actuellement utilisée tout en restaurant l'attractivité de cette dernière. De plus, de nouveaux sites deviendraient exploitables, tels que d'anciennes carrières ou mines, qui pourraient être réhabilités en réservoirs naturels. Ces sites, souvent localisés dans des anciens bassins industriels et qui pourraient servir de stockage à des communautés d'énergie locales, sont aujourd'hui peu attractifs dû à la difficulté des modèles actuels à tirer leur plein potentiel. Ils sont souvent localisés dans des anciens bassins industriels, et pourraient servir de stockage à des communautés d'énergie locales, industrielles ou résidentielles.

C'est pourquoi, ce travail propose une utilisation innovante de l'intelligence artificielle afin de permettre une reformulation compacte des relations complexes de fonctionnement de la SPT en vue de les approcher au mieux dans le processus de décision.

En résumé, l'innovation technique proposée dans ce mémoire jette les bases pour une gestion optimisée des ressources dans un système dominé par les énergies renouvelables, et offre des solutions à l'échelle locale (au travers de communautés d'énergie) ou nationale (via l'équilibrage du réseau). »

• **GOVAERTS Yannis**

University de Liège - Gembloux Agro Bio-Tech et
BA à l'Université Catholique de Louvain – Faculté des Bioingénieurs

*"Perspectives de transition du secteur de l'assainissement individuel
en Wallonie"*

« L'état actuel du secteur de l'assainissement découle d'un choix politique passé de placer la maîtrise du risque sanitaire comme priorité. Dans un deuxième temps apparurent des préoccupations quant à l'impact du déversement des effluents dans l'environnement. Enfin, plus récemment a émergé une volonté de revalorisation agricole des effluents afin d'exploiter une partie du potentiel fertilisant de ceux-ci.

Ainsi, le modèle du tout à l'égout se développe dans le courant du XIX^{ème} siècle avec comme unique vocation la collecte des eaux usées et leur canalisation hors des centres urbains. L'héritage de cette approche initialement orientée déchets est l'impossibilité de valoriser de façon optimale les nutriments présents dans les eaux usées.

Cette question est cependant primordiale car la soutenabilité du cycle de l'azote et du phosphore au sein des systèmes agricoles en dépend. Une refonte des modèles de gestion des eaux usées permettrait de réduire notre dépendance aux ressources fossiles et minières et accroître la souveraineté alimentaire dans nos régions.

Ce mémoire porte principalement sur le secteur de l'assainissement autonome qui semble être le domaine de prédilection pour une transition car ses infrastructures sont moins imposantes et d'un modèle décentralisé soit plus à même de répondre aux enjeux identifiés.

Ce travail s'intéresse, tout d'abord, à la situation wallonne en analysant le cadre légal et la marge de liberté qu'il permet de mettre en place des systèmes nouveaux. Ensuite, cette étude s'intéresse aux solutions techniques envisageables comme alternatives au modèle actuel. En particulier, elle étudie les alternatives à la toilette à chasse d'eau qui est très contraignante pour la valorisation des nutriments contenus dans les excréments humains.

Elle constate que les solutions alternatives sont multiples et qu'une prise en considération des circonstances particulières de chaque situation est nécessaire pour choisir la bonne pratique. En effet, selon le type d'implantation, les différentes options techniques sont plus ou moins adaptées. L'état du bâti concerné (neuf ou existant), le profil des utilisateurs (réguliers ou hétéroclites) et le type d'implantation (rural ou urbaine) sont les principales caractéristiques à observer afin de choisir le modèle d'assainissement écologique approprié. »

• **LEBRUN Justine** **Université Catholique de Louvain – Ecole Polytechnique de Louvain**
"Designing circular household appliances"

« Le développement technologique de notre société a induit une production et une utilisation grandissante des équipements électroniques, s'en suit un flux de déchets associé impliquant des conséquences sociales et environnementales désastreuses (émissions de gaz à effet de serre, pollution des sols, décharges à ciel ouvert, extraction de matériaux précieux,...). **Seulement 17% de ces déchets électroniques sont correctement collectés et recyclés** aujourd'hui. Il est donc nécessaire d'instaurer des processus plus durables de fabrication, d'utilisation et de traitement en fin de vie. Les petits électroménagers sont devenus des objets incontournables du quotidien et représentent aujourd'hui 32% des flux d'e-waste mondiaux. C'est pourquoi ce mémoire s'est concentré sur cette catégorie et a souhaité redéfinir le cadre de design et de production de ces objets, en produisant des **prototypes fonctionnels** et en définissant un **cadre économique plus circulaire**.

Afin de contrer l'économie linéaire dans laquelle nous vivons aujourd'hui, ce mémoire a défini le cadre d'une **économie de l'électronique plus circulaire et inclusive par le biais de la réparation**, grâce un **design modulaire partagé** et une **relocalisation de la production**. Ce paradigme s'est appuyé sur le modèle du FabLab, un laboratoire de fabrication qui accueille des technologies de production petite échelle afin de proposer un prototype avec un **design holistique et orienté pour la circularité**.

L'objectif est de rendre aux objets autant de cycles de vie que possible (grâce la réparation, la réutilisation, le reconditionnement et le recyclage) afin de réduire la consommation énergétique et l'extraction de matériaux rares, mais aussi de **reconnecter les citoyens à la technologie** qu'ils utilisent chaque jour.

Un **indice de réparabilité** et de fabrication reproductible destinés tant aux concepteurs et réparateurs qu'aux utilisateurs a été développé, évaluant les performances du prototype. Cet indice est une adaptation de l'indice de réparabilité français avec une repondération plus réaliste et de nouveaux critères afin d'intégrer la reproductibilité (voir l'approvisionnement) des objets et de leurs pièces détachées avec des techniques FabLab.

Une **analyse de cycle de vie** selon plusieurs scénarios a également permis de mettre en évidence la nécessité d'utiliser des matériaux locaux, la pertinence d'une réparation et d'une réutilisation systématiques et efficaces ainsi que la valorisation du recyclage pour minimiser les impacts environnementaux. >>

- **MOUMNEH Ramy** **Université Catholique de Louvain – Ecole Polytechnique de Louvain**
"Paper-based stacked reverse electrodialysis cells for energy generation from salinity gradient"

« Les technologies dites « point-of-care » proposent des solutions innovantes pour améliorer la qualité des traitements médicaux. Ils permettent de faire des tests sans avoir recours à des laboratoires, réduisant ainsi le temps et le coût des analyses (e.g. le test de grosses ou l'autotest covid). Dans ce contexte, les dispositifs électrochimiques sur papier sont une technologie émergente tirant leurs avantages du papier et de la détection électrique pour obtenir une détection à faible coût, rapide et quantitative, le tout avec une empreinte environnementale réduite.

Cependant, les composants électriques nécessitent une source d'énergie externe pour fonctionner, réduisant leur mobilité, leur principal avantage.

L'une des solutions est d'intégrer une source d'énergie directement sur le dispositif et ainsi créer un capteur auto alimenté.

Ce mémoire a étudié des cellules à base de papier pouvant performer le procédé d'électrodialyse inverse comme source d'énergie. Il s'agit d'un procédé propre et soutenable ne nécessitant que de l'eau salée comme « carburant » et ne relâchant aucun déchet toxique. Grâce aux propriétés capillaires du papier, le besoin de pompe généralement requis dans les cellules conventionnelles est éliminé. Ainsi, le rendement de puissance généré est plus important, et la batterie devient portable et implémentable dans des dispositifs papiers.

Le projet est divisé en trois parties. Tout d'abord, un procédé de fabrication a été proposé pour la création de systèmes micro fluidiques tridimensionnels et des piles en papier.

Ensuite, un modèle analytique pour la micro fluidique a été investigué pour caractériser les paramètres influençant le flux des canaux et optimiser les performances de la pile.

Finalement, la génération de puissance des piles en papier a été évalué avec succès, obtenant une densité de puissance de $8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ et $35.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pour les cellules simples et empilées, respectivement.

De plus, la génération d'énergie pour des durées dépassant l'heure a été démontrée.

Tous ces aspects combinés prouvent que les cellules étudiées dans ce mémoire sont adéquates pour l'utilisation comme source d'énergie pour des dispositifs électrochimique papier. »

- **PERCY Antoine** **Université Catholique de Louvain – Ecole Polytechnique de Louvain**
*"Promoting integrated circuits reusability thanks to thermal annealing-
An environmental and financial profitability study"*

« Dans ce mémoire, une étude sur la réutilisation de semi-conducteurs a été réalisée de façon holistique. La réutilisation de puces électroniques fait sens étant donné leurs importantes nécessités pour une économie moderne et la pénurie en cours qui ralentit nos industries depuis 2020. Si l’approvisionnement était le seul problème, il suffirait de créer de nouvelles usines de production pour palier à ce manque.

Malheureusement un autre problème lié à leur production existe. En effet, le procédé de production de circuits intégrés utilise énormément d’eau, d’énergie et émet énormément de gaz à effet de serre. A un tel point, qu’à l’échelle d’un smartphone, la production des puces représente jusqu’à 40% des émissions de CO2 de l’appareil sur tout son cycle de vie.

Deux constats peuvent donc être tirés, l’Europe est dépendante des marchés étrangers pour son approvisionnement en circuits intégrés et la production de ceux-ci à un impact significatif sur l’environnement.

La réutilisation de puces semble donc bénéfique, mais pour qu’elle soit effective, il faut qu’elle s’insère dans le marché très concurrentiel de l’électronique. En effet, pour cela il faut répondre à trois besoins de ce marché ; les industriels qui utilisent des puces ont besoin d’un grand nombre de puces toutes identiques ; ont besoin qu’elles soient fonctionnelles, il faut donc leur donner des certifications ; et que cela soit économiquement viable (à la fois pour les acheteurs et pour l’acteur qui revalorise les puces). C’est dans cette complexité multidisciplinaire que cette étude s’est attardée sur la question.

Dans le premier temps de notre réflexion, la technique a été conditionnée par des questions économiques et logistiques. Ce travail identifie les mémoires flash, de par leurs standardisations et leurs coûts, comme le meilleur cas pour aborder le sujet.

L’étude s’est alors penchée sur les questions techniques liées à leurs réutilisations. A savoir, l’étude d’un procédé de recuit thermique pour retrouver les propriétés initiales d’une mémoire flash. (En d’autres mots, comment un passage au four permet à une mémoire flash de revenir à l’état quasi neuf et donc de garantir sa fonctionnalité).

Ensuite, une étude des coûts, des prix de marchés et des paramètres à monitorer est réalisée et optimisée pour que la revalorisation de mémoires flash soit rentable à grande échelle. Cette partie s’éloigne du cadre « ingénieur » mais elle était importante pour appuyer le fait qu’il y a un sens économique à continuer la recherche dans cette optique.

Pour terminer, ce travail quantifie l’impact carbone de la production et de la réutilisation de mémoires flash et démontre que, dans la plupart des cas, il était préférable d’utiliser des mémoires flash de seconde main que des neuves. »

- **RUBINACCI Eleonora** Université Libre de Bruxelles – Ecole Polytechnique de Bruxelles
"House in a greenhouse model-Energy analysis-Biomimetic optimization - Practical application"

« L'inefficacité de l'enveloppe des bâtiments représente une part importante des pertes d'énergie du secteur de la construction, l'une des principales causes du changement climatique.

Ce mémoire étudie une alternative aux méthodes standards d'isolation des façades. Dans ce contexte, une analyse, optimisation et étude des applications pratiques du concept de Maison dans une Serre (HGH) sont effectuées.

Premièrement, des simulations énergétiques prouvent qu'entourer une maison d'une serre est équivalent à l'utilisation d'un composite isolant traditionnel en termes de performance énergétique.

Deuxièmement, un processus de recherche biomimétique est suivi pour contrer les cinq faiblesses du HGH qui ont été identifiées : des niveaux de luminosité élevés, un chauffage passif insuffisant pendant les jours les plus froids et une surchauffe pendant les jours les plus chauds, des niveaux d'humidité inconfortables et une marge pour optimiser la collecte d'énergie.

Deux solutions biomimétiques optimisées sont donc proposées pour améliorer le HGH. Celles-ci sont inspirées des propriétés des termitières, de la rhubarbe du désert, de la *strelitzia reginae*, du tournesol, de la peau de caméléon, ainsi que du dôme géodésique.

Par la suite, ce MFE étudie l'application pratique de ces deux solutions aux villas bruxelloises existantes insuffisamment isolées. Il y a trois configurations différentes : une serre complète, une semi serre ou une serre sur le toit. Sous certaines conditions, l'HGH optimisée est en effet une alternative concrète aux méthodes d'isolation standard.

En conclusion, le concept HGH est efficace en termes d'isolation thermique, constitue une alternative aux matériaux d'isolation issus de la pétrochimie, peut être optimisé par le bio mimétisme et peut être appliqué à la rénovation des villas bruxelloises. Il va également au-delà de l'isolation en offrant une production alimentaire in-situ, une autonomie en eau et une meilleure santé mentale grâce à une plus grande proximité avec la nature. »

LES JURYS

Les deux jurys sont présidés par Ir Hülya ALTINOK.

Prix Ingénieurs sans frontières -
Philippe Carlier 2022 :

- **Ir Eric PIRARD**
Prof. à l'ULiège en génie minéral, Matériau et Environnement, Fondateur et ex-Président Fondateur d'Isf
- **Ir Eric WINANDY**
Directeur chez Emerson
- **Ir Jean-François THIMUS**
Prof. émérite de l'UCLouvain en Construction
- **Ir Lotte DIETVORST**
Logistic Team Leader chez MSF et Project Leader chez Dhulst
- **Ir Hülya ALTINOK**
Présidente du Jury

Prix Ingénieurs sans frontières -
Ingénieurs Citoyens 2022 :

- **Ir François Gaspard**
Research assistant & Project Manager Research assistant & Project Manager chez Agro Louvain - Faculty of Bioscience Engineering et Project Manager Project Manager chez Ovation.eco
- **Ir Jacques TIBERGHIE**,
Prof. à la VUB en telecom et informatique
- **Ir Pascal GODERNIAUX**
Prof. à l'Umons en géologie
- **Ir Valérie VIATOUR**
Expert agréé GCI et Associé gérant chez WhyK
- **Ir Hülya ALTINOK**
Présidente du Jury

REMERCIEMENTS



ISF remercie la Fabi, la Fédération Royale d'Associations Belges d'Ingénieurs Civils, d'Ingénieurs Agronomes et de Bioingénieurs et la famille Carlier pour avoir, cette année encore, sponsorisé ces 2 Prix.

ISF est soutenue depuis toujours par ses 7 associations des diplômés des écoles d'ingénieurs des Universités Francophones du pays, membres fondatrices : l'A.I.Gx, l'A.I.Lg, l'A.I.M., l'A.I.Ms, l'A.I.A.Louvain, l'A.I.Louvain et l'EPBA, et, depuis 2022, l'A.I.Ecam.