

---

**Travail de fin d'études et stage[BR]- Travail de fin d'études : Conception d'un incubateur pour la promotion du développement rural de pays en voie de développement[BR]- Stage d'insertion professionnelle**

**Auteur :** Dembour, Juliette

**Promoteur(s) :** Lemort, Vincent

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil électromécanicien, à finalité spécialisée en énergétique

**Année académique :** 2020-2021

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/11566>

---

*Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

# **Conception d'un incubateur pour la promotion du développement rural de pays en voie de développement.**

COORDONNÉ PAR INGÉNIEURS SANS FRONTIÈRES - BELGIQUE

**Juliette Dembour**

*Superviseur : V. Lemort*

Master Ingénieur Civil en électromécanique, à finalité spécialisée en énergétique

Université de Liège

Année académique 2020-2021

## **Résumé**

Ingénieurs sans Frontières - Belgique est une ASBL qui vise à apporter un soutien technique aux difficultés soulevées par certaines populations de pays en voie de développement. Dans la région de Tabligbo, au Togo, le phénomène d'exode rural est problématique. La création d'un élevage de poulets au sein d'un village peut aider à limiter ce problème. Cependant, l'utilisation de couveuses commerciales existantes est à éviter. Celles-ci sont coûteuses et non adaptées à fonctionner dans ces zones au climat chaud et humide.

Ce travail traite de la conception d'un prototype de couveuse destiné à être reproduit localement, avec une certaine facilité et à coût faible. Pour assurer le bon développement des œufs, différents aspects doivent être abordés : la régulation de la température à un niveau très stable, le contrôle du taux d'humidité moyen, un certain brassage de l'air, ainsi que le retournement périodique des œufs. Pour réduire les coûts d'installation et de fonctionnement, l'utilisation d'un système de refroidissement doit être évitée. Une modélisation des échanges thermiques et hygrométriques est effectuée afin d'orienter les choix de composition des parois de la couveuse, ainsi qu'estimer la puissance de chauffage nécessaire. Des données TMY (Typical Meteorological Year) sont utilisées et plusieurs mois types sont simulés. L'accent a été mis sur une minimisation des coûts de fonctionnement et des risques de surchauffe à l'intérieur de la couveuse. Le caisson est composé d'une couche de contreplaqué et une couche de polystyrène expansé en guise d'isolation. Un dispositif électronique est conçu afin de piloter les lampes halogènes, utilisées comme système de chauffage, de même que les différents capteurs, ventilateurs et le moteur.

Le montage électronique du prototype doit encore être finalisé avant de le soumettre à des phases de test en chambre climatique. Une étude de l'introduction de matériaux PCM (Matériaux à Changement de Phase) dans les parois de la couveuse a permis de justifier leur utilité potentielle dans des régions proches de Tabligbo, caractérisées par des maxima de températures particulièrement élevés. Dans une deuxième phase du projet, la couveuse sera rendue autosuffisante, au moyen de panneaux photovoltaïques et d'un système de stockage. L'objectif final est de rendre la couveuse accessible à des zones reculées, au réseau électrique défaillant ou inexistant.

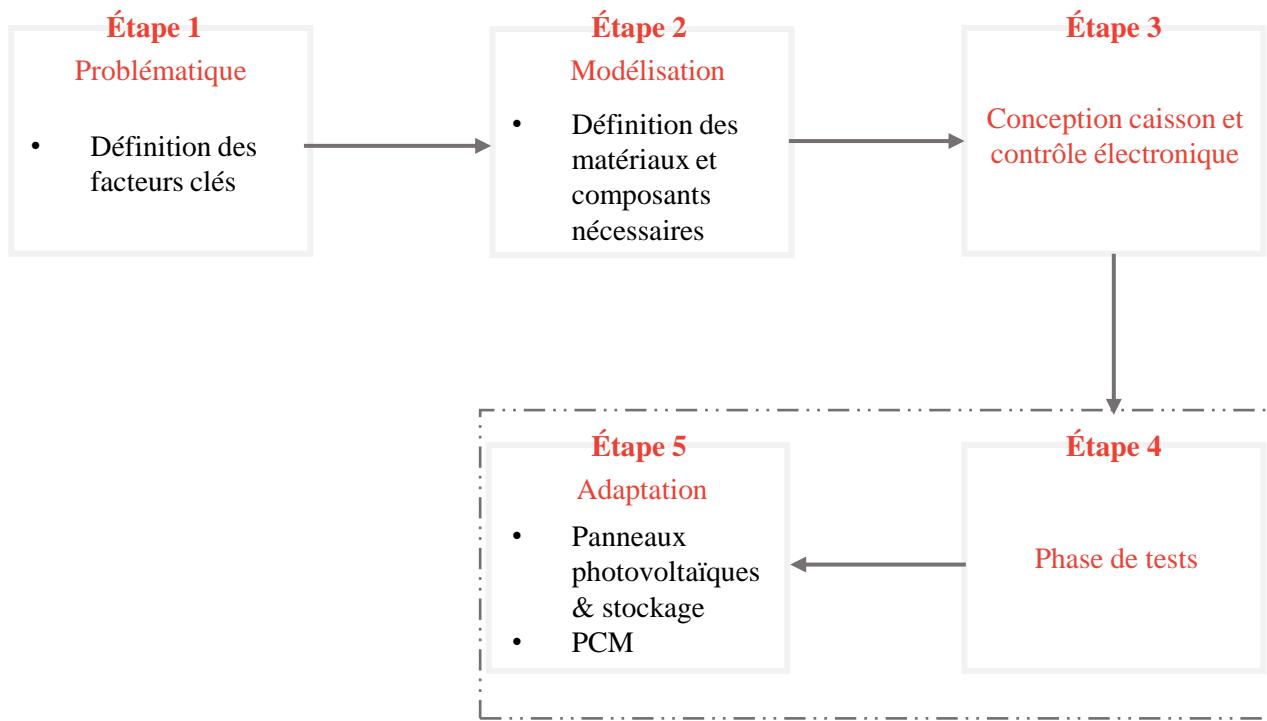
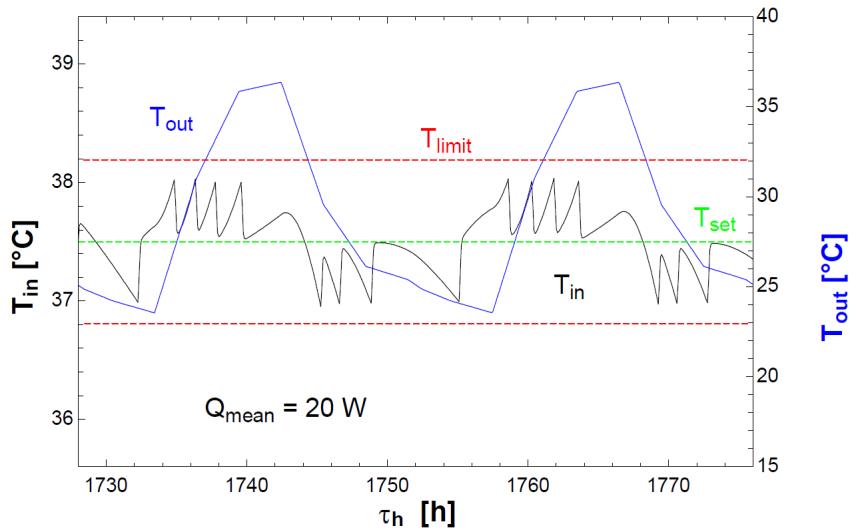
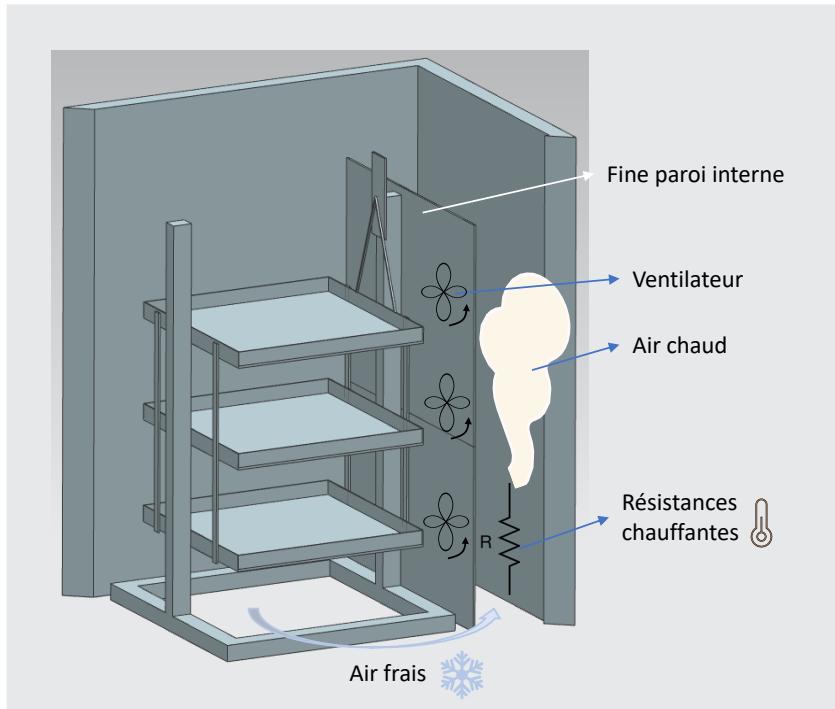


FIGURE 1 – Résumé des étapes à parcourir jusqu'à l'objectif final : création d'une couveuse autosuffisante, bon marché et simple d'utilisation à destination de pays en voie de développement. En pointillés sont indiquées les étapes restantes pour parvenir à l'aboutissement final du projet. Rappelons que ce projet survient car les couveuses commerciales existantes sont non adaptées ou trop coûteuses pour des zones reculées aux climats rudes.



**FIGURE 2 – Résultats de simulation -** Évolution de la température extérieure ( $T_{out}$ , bleu) et intérieure ( $T_{in}$ , noir) lors de journées types chaudes (mois de mars). Les parois sont constituées de 18 mm de contreplaqué et de 50 mm de polystyrène expansé en guise d'isolant. On peut voir que  $T_{in}$  est facilement maintenue proche de la consigne  $T_{set}$  entre les limites  $T_{limit}$  (droites pointillées rouges), au moyen d'une faible consommation de chauffage électrique.



**FIGURE 3 – Schéma du fonctionnement théorique de la couveuse -** Le mécanisme de basculement des œufs est constitué de trois plateaux pouvant contenir un maximum de 150 œufs. Ces plateaux pivotent au moyen d'un moteur relié à une chaîne de vélo entraînant le plateau supérieur. Des lampes halogènes, placées dans le dessous de la couveuse et symbolisées par des résistances électriques, réchauffent l'air frais. Des ventilateurs, placés au niveau de chaque plateau d'œufs, pulsent l'air chaud à hauteur de la surface des œufs. Le couplage résistance-ventilateurs est séparé du reste de la couveuse par une fine paroi.



FIGURE 4 – *Photo du caisson réalisé* - Le mécanisme de basculement des œufs est aisément introduit. Les capteurs sont placés sur la gauche de la couveuse, tandis que le dispositif électronique est disposé à l’extérieur. Un trou percé dans la paroi permet de faire passer des câbles tirés entre la carte électronique, l’alimentation extérieure et les composants à l’intérieur (capteurs, ventilateurs, lampes, moteur).

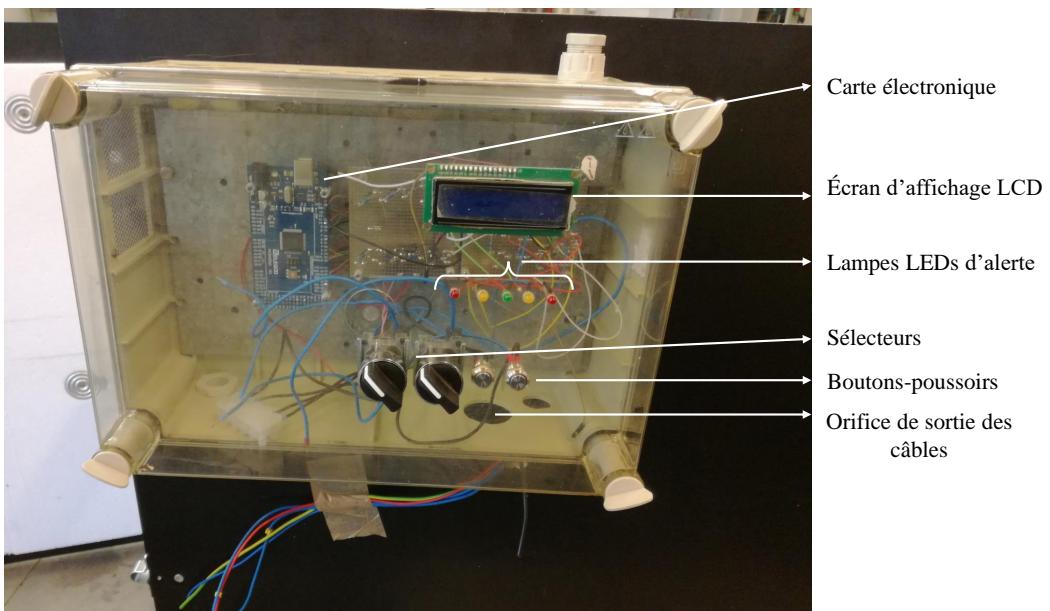


FIGURE 5 – *Photo du boîtier de contrôle électrique*. On peut voir la présence de la carte électrique, de l’écran d’affichage LCD, des cinq lampes LEDs servant d’alerte (températures, humidité,  $[CO_2]$ , fonctionnement des lampes chauffantes), des sélecteurs et boutons-poussoirs. Un orifice est utilisé pour tirer les câbles des capteurs, ventilateurs, lampes et moteur depuis le boîtier jusqu’au couveuse.