CHAPITRE I : La récupération d'énergie sur le corps humain

# Contexte de la thèse et pertinence de la récupération d’énergie

Utilisation d’appareils nomades + miniaturisation circuits électriques = développement de Wireless Body Area Networks(WBAN ) [Latré2011].

Croissance des appareils nomades, projections futures et leur utilité dans plusieurs domaines[Poongodi2020].

Structure des capteurs autonomes (IOT) [borole2021]  
Capteurs autonomes basse conso [Zhao2019]

* 1. Dispositifs pour la santé
     1. Dépistage de maladies et surveillance de paramètres vitaux

Dépistage et détection cancer (patch non invasif) [alhuwaidi2021]  
Lentilles de contact pour Mesure de pression intraoculaire[Mansouri2013]   
Lentilles de contact pour Détection de niveau de glucose [Chu2011]

* + 1. Aide à la personne
       - Handicap physique ou mental

Gant pour la reconnaissance du langage des signes en arabe [qaroush2021]  
Lentilles de contact pour administration de médicament oculaire [elsherif2018]  
Lentilles de contact pour traitement des déficits de reconnaissance des couleurs [Oriowo2011]

* + - * Sport

Bracelets connectés [Fitbit2022, Moov2022]

1. Dispositifs pour le confort

Bracelet Nymi band pour badge identification (milieu pro) [Nymi2022]  
Montres intelligentes [Motorola2022, Apple2022, Samsung2022]  
Bague intelligente : Capteur de mouvement pour reconnaissance de gestes [Kurz2022]  
Caméra à reconnaissance d’objets perdus [yagi2021]  
Bracelet de payement sans contact Visa payement technologies [VISA2022]  
Bracelet de reconnaissance par bioimpédance [Cornelius2014]

1. Les batteries et la pertinence de la récupération d’énergie

Arguments écologiques, économiques à long terme  
Difficulté changement de piles

# [La récupération d’énergie sur le corps humain](#_bookmark12)

[owusu2016]\_A review of renewable energy sources : trop dépendant des conditions climatiques et ne marche qu’en extérieur

## Sources d’énergie

Marche/course à pied [Smilek2015]  
Mouvement mâchoire [Delnavaz2014]

Pacemaker autonome avec nanogénérateur triboélectrique [Ryu2021]

Pacemaker autonome polymère piezo [azimi2021]  
Différence de pression oreille moyenne [sade1997]  
Mouvement des membres repos/activité normale/activité sportive

Estimation théorique de l’énergie thermique dissipée par le corps humain [starner1996,Goll2011]

## Méthodes de récupération d’énergie

A Review of Human‑Powered Energy Harvesting for Smart Electronics: Recent Progress and Challenges [Khalid2019]  
Recent progress of flexible piezoelectric nanogenerators and flexible triboelectric nanogenerators [Fan2016]

* + 1. Les différents types de trasducteurs
       - Transduction piézoélectrique
       - Transduction électromagnétique

Patent : hydro-mechanical shoe [Ozturk2010]  
Low power energy harvesting systems\_State of the art and future challenges [calautit2021]

# [Cas particulier de la récupération d’énergie dans](#_bookmark16) le conduit auditif

## Le besoin énergétique

1mW Digital hearing aid system [pengqiao2011]  
Low power DSP for hearing aid [shaer2013]  
Low power hearing aid for stutterers(begue) [scherer2019]  
Single Supply PWM Fully Implantable Cochlear Implant [YIĞIT2021]  
A fully-implantable cochlear implant SoC [Yip2015]  
Implanted biofuel cell operating in a living snail [halamkova2012]

Performance analysis of ten brands of batteries for hearing aids[Pentaedo2013]  
How long do Cochlear Implant batteries last? [ASL-Kids2019]  
Rechargeable Hearing Aids [HEARINGTRACKER2021]  
Alimentation piles jetables et batteries rechargeable. Autonomie des piles bien plus grande que celle des batteries rechargeables. Les solutions écologiques et économiques à long terme préfèrent les batteries rechargeables et donc intéressant de récupérer de l’énergie pour booster l’autonomie.

## Gisements énergétiques disponible

* + 1. Source d’énergie chimique

Oreille interne [Mercier2012]

* + 1. Source d’énergie thermique

Chaleur du conduit auditif

* + 1. Source d’énergie mécanique

Déformation du conduit auditif [Delnavaz2013]

## Dispositifs de récupération d’énergie existants

Anneau Piezo : [Delnavaz2013], Electromag [Delnavaz2014], Patch piezo(capteur) [Carioli2018]

## [Verrous](#_bookmark18) technologiques

Faible volume  
Confort de l’utilisateur, invasif  
Tissus mous   
Déformation non localisée

## Solutions pour optimiser le rendement des convertisseurs

Electromag si haute fréquence + excitation synchrone avec génératrice

Céramique piezo si haute/basse fréquence

Frequency-up conversion[Li2014] [Ashraf2011], Electromag: [Galchev2009, Kulah2008] Piezo monostable[Lee2007, Lei Gu 2010, Edwards2013]  
Piezoelectric stack Generator + FC [Peng2021]

Up conversion dissipatif [Li2014] 🡪 introduction bistables

# [Présentation](#_bookmark20) du manuscrit