

**Equipe de recherche :** MTICS

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BENZAZZA HUSSAIN

**Numéro de sujet :** **65**

**Directeur de thèse :** Pr. BAKHTI MOHAMMED

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Commande prédictive non linéaire, Commande/Observation par modes glissants d'ordre supérieurs, Contrôle avancé en couple des machines électriques (PMSM, IM, BLDC, BLAC, ...), Convertisseurs statiques de puissance, Filtres de Kalman robustes, Freinage régéné

**Descriptive :**

Le système électronique antipatinage (ASR (Mercedes, Audi et Volkswagen), ASC (BMW), DSA (Opel), TRC (Toyota), TCS (Honda), ...) régule le couple mécanique au niveau des roues motrices afin de limiter la perte d'adhérence. Il permet alors de stabiliser la voiture et d'assister le conducteur dans le maintien de la trajectoire surtout en situation d'accélération brusque ou en cas d'un changement des conditions de route. Un problème dual se pose en situation du freinage d'urgence. Une force importante appliquée à la pédale de frein mène souvent à un blocage des roues qui diminue la stabilité de la voiture voire la suppression de sa dirigeabilité. Le système Antiblocage des roues (ABS) intervient alors pour maximiser l'adhérence et assister le conducteur dans le changement de trajectoire afin de maintenir la direction souhaitée.

Il convient de remarquer que les deux systèmes reposent alors sur un contrôle maîtrisé du couple, moteur ou de freinage, qui doit être appliqué aux roues afin de maximiser l'adhérence de la voiture à la route. De ce fait, la voiture électrique à roues motorisées s'avère une plateforme de recherche prometteuse, du moment que la commande en couple est beaucoup plus aisée pour un moteur électrique que pour un moteur à combustion interne.

**Equipe de recherche :** MTICS

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BENZAZZA HUSSEIN

**Numéro de sujet :** **66**

**Directeur de thèse :** Pr. BOUOULID IDRISSEI BADR

**Co-directeur de thèse :** DAHMANI CHAFIK

**Mot clés :** ADAS (Advanced Driver Assistance System), AEB (Advanced Emergency Braking), Détection vidéo coopérative, Anticollision inter-véhicule, Détection de piétons, ISP (Image Signe Processor), Intelligence artificielle, Filtrage par traitement d'image, Fusion de

**Descriptive :**

Les systèmes intelligents d'aide à la conduite (Advanced Driver Assistance System ADAS) sont désormais une réalité et plusieurs constructeurs dotent déjà leurs véhicules de systèmes ADAS comme par exemple, le régulateur de vitesse adaptatif ACC (Autonomous Cruise Control) ou encore l'avertissement sur freinage d'urgence (Forward Collision Warning FCW). Les véhicules qui étaient considérés comme de simples systèmes mécaniques sont actuellement dotés d'unités de commande électronique améliorant la performance et la sécurité mécaniques, mais aussi de nouveaux composants logiciels faisant appel parfois à l'intelligence artificielle. Ces derniers permettent au véhicule d'interagir avec son environnement routier et de générer des alertes en cas de situations d'urgence dans le but d'assister le conducteur et améliorer la sécurité. L'augmentation de plus en plus de la composante logicielle dans les véhicules, en l'occurrence dans le traitement de la communication véhicule-infrastructure, fait que de nouveaux acteurs jusque-là inconnus dans le monde de l'automobile, tel que Google ou Apple, s'intéressent désormais au marché de l'automobile.

Dans cette thèse, on s'intéresse principalement à la sécurité automobile, en l'occurrence la fonction ADAS anticollision. Les travaux de recherche doivent se focaliser sur la fonction anticollision inter-véhicule. Toutefois, si les concepts développés s'avèrent facilement applicables à la détection de piétons, les résultats pourraient être réexploités dans ce sens vu que les accidents sont souvent mortels ou désastreux dans ce cas.

Les constructeurs de véhicules utilisent plusieurs types de capteurs (caméra monoculaire, caméra stéréo, radar, lidar) dans leurs systèmes anticollision inter-véhicules. Dans cette thèse, on s'intéressera principalement à la caméra stéréo Mégapixel. En vue de fiabiliser au maximum la détection, il n'est pas exclu d'examiner la possibilité d'intégrer dans le système les informations issus d'autres capteurs (fusion de capteurs).

**Laboratoire de Mécanique, Mécatronique et Commande**  
**Responsable laboratoire : Pr. RADOUANI Mohammed**

D'un autre côté, le doctorant doit s'intéresser à un système de détection basé sur les informations issues de la caméra stéréo embarquée dans le véhicule source (EGO VEHICLE) et sur les informations issues d'autres véhicules (détection coopérative).

Le doctorant doit proposer un système anticollision innovant basé sur la vision stéréo coopérative. Il doit également concevoir et réaliser une plateforme R&D expérimentale de validation des concepts proposés.

Il fera appel aux algorithmes de traitement d'image pour le filtrage et/ou la détection d'objet. Pour remédier aux limitations de la vidéo en cas de mauvaises conditions météorologiques, le candidat fera appel aux outils de l'intelligence artificielle. Il privilégiera l'implémentation FPGA du code.

**Equipe de recherche :** MTICS

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BENZAZZA HUSSEIN

**Numéro de sujet :** **67**

**Directeur de thèse :** Pr. BOUOULID IDRISSEI BADR

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Véhicule électrique, Contrôle-Commande, Contrôle vectoriel, Commande intelligente, Validation expérimentale, Emulation de batterie au lithium, Moteur BLDC, Moteur asynchrone, Commande électronique, FPGA, DSP

**Descriptive :**

Le secteur des transports, en particulier le transport routier, est fortement responsable de l'accroissement de la consommation d'énergie, ainsi que des émissions de polluants et de gaz à effet de serre. Le véhicule électrique s'impose comme une solution d'avenir au problème de l'augmentation de la consommation énergétique et de protection de l'environnement.

Actuellement, l'un des points critiques dans le développement du véhicule électrique est la complexité des contraintes auxquelles se trouvent confrontés les concepteurs de stratégies de contrôle-commande. En effet, les contraintes de conception sont souvent antagonistes et les objectifs à atteindre sont nombreux et variés. Il s'agit de répondre aux exigences des normes d'homologation et en même temps satisfaire les critères de performance dynamique, d'autonomie de la batterie et de simplicité d'implémentation sur puce. D'un autre côté, le développement et la validation des algorithmes de contrôle-commande d'un nouveau modèle de véhicule électrique nécessitent toujours beaucoup de temps. Le coût correspondant en milieu industriel est toujours très élevé.

Disposer à l'ENSAM-Meknès d'une plateforme R&D permettant de :

- tester et valider les algorithmes de contrôle-commande du véhicule électrique en un temps le plus réduit possible ;
- reproduire les conditions réelles de charge du moteur de traction ;
- émuler les conditions réelles de décharge des batteries ;

est donc d'une importance capitale pour les recherches en contrôle-commande du véhicule électrique.

**Laboratoire de Mécanique, Mécatronique et Commande**  
**Responsable laboratoire : Pr. RADOUANI Mohammed**

D'où l'objectif double de cette thèse :

- Concevoir et réaliser une plateforme R&D d'expérimentation et de validation de stratégies de contrôle-commande du véhicule électrique jusqu'à une puissance de 3 kW.
- Concevoir et valider sur la plateforme un nouvel algorithme de contrôle-commande réalisant le meilleur compromis entre la simplicité d'implémentation, la fiabilité en exploitation réelle et l'autonomie des batteries.

**Equipe de recherche :** SECNDCM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BROURI ADIL

**Numéro de sujet :** **68**

**Directeur de thèse :** Pr. ADIL BROURI

**Co-directeur de thèse :** FOUAD GIRI

**Mot clés :** Éolienne ; Machine à réluctance variable ; Fonctionnement générateur ; Hacheur ; Stockage ; Onduleur ; Commande ; Réseau.

**Descriptive :**

La machine à réluctance variable à double saillance (MRV) peut constituer une alternative très intéressante dans la conversion de l'énergie éolienne. La MRV (voir document ci-joint) est connue par sa grande robustesse, une faible consommation et son prix de revient très abordable. En effet, le rotor de cette machine ne dispose pas de circuit d'excitation, ce qui simplifie grandement sa fabrication.

Le sujet de travail de thèse proposé serait d'étudier les problèmes de la commande de l'association d'une éolienne avec MRV et des convertisseurs. Il devrait consister à :

- 1- Etudier le principe de fonctionnement d'une MRV en régime de fonctionnement générateur connecté à un hacheur bidirectionnel.
- 2- Etudier l'association machine MRV avec convertisseurs (MRV - Hacheur - Stockage - Onduleur) comme le montre la Figure 2 sur le document.
- 3- Elaborer des lois de commande dans le cas d'un fonctionnement en générateur d'une éolienne liée au réseau utilisant une machine à réluctance variable.

Ce programme de travail sera réalisé en collaboration avec un laboratoire de recherche « Caen Control Lab » au sein de l'université de Caen en France. En cas d'avancement dans les travaux, des voyages seront prévisibles pour le doctorant.

**Equipe de recherche :** SECNDCM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BROURI ADIL

**Numéro de sujet :** **69**

**Directeur de thèse :** Pr. ADIL BROURI

**Co-directeur de thèse :** FOUAD GIRI

**Mot clés :** Véhicule électrique ; Modélisation ; Identification ; Non-linéarités ; Hystérésis ;

**Descriptive :**

L'une des étapes essentielles pour la commande des systèmes, on trouve la modélisation et l'identification. Le sujet de travail de thèse proposé serait d'étudier les problèmes de modélisation et d'identification des systèmes – Application au véhicule électrique. Ce travail de thèse consiste alors à faire les travaux suivants :

- 1- Etudier les différentes parties d'un véhicule électrique et les décrire par des équations (modélisation).
- 2- Etudier le principe de d'identification et faire une recherche bibliographique des méthodes d'identification disponible.
- 3- Proposer des méthodes d'identification, en particulier pour les parties ou les paramètres électriques du véhicule.
- 4- Un travail ou des travaux intéressants peuvent être réalisés sur des non-linéarités hystérétiques.

Ce programme de travail sera réalisé en collaboration avec le laboratoire de recherche « Caen Control Lab » au sein de l'université de Caen en France. Une partie du financement du voyage serait à la charge du doctorant.

**Equipe de recherche :** SECNDCM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BROURI ADIL

**Numéro de sujet :** **70**

**Directeur de thèse :** Pr. BROURI ADIL

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Stabilité ; Systèmes à retard ; Filtrage ; Stabilité au sens de Lyapunov ; H-infini

**Descriptive :**

L'objectif de ce sujet de thèse est d'étudier l'effet du retard sur la stabilité d'un système (E. Fridman. Introduction to time-delay systems : Analysis and control. Springer, 2014). La stabilité peut être étudiée en servant des fonctions ou des fonctionnelles de Lyapunov. D'autres techniques et outils seront recommandés, tels que : la méthode du Backstepping et la méthode des modes glissants (Sliding mode). Dans ce travail de thèse, une partie sera réservée au problème du filtrage.

Ce programme de travail sera réalisé en collaboration avec le laboratoire de recherche « Caen Control Lab » au sein de l'université de Caen en France. Une partie du financement du ou des voyages serait à la charge du doctorant.

**Equipe de recherche :** SECNDCM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BROURI ADIL

**Numéro de sujet :** **71**

**Directeur de thèse :** Pr. BENAMARA AHMED

**Co-directeur de thèse :** RADOUANI MOHAMMED

**Mot clés :** Mot clefs: granulat, contexte climatique, stabilité de la chaussée, effet mécanique, comportement de l'enrobé, méthode de dimensionnement.

**Descriptive :**

Entreprendre une étude sur l'évolution et la dégradation des enrobés au niveau du secteur d'Ifrane, Michelifen, Timehdit et Hjirt, vu sa soumission à des conditions sévères qui le dégradent à savoir:

- ü Précipitations de pluie et fontes de neige générant une saturation partielle du matériau,
- ü Passages de véhicules lourds sollicitant mécaniquement le matériau,
- ü Variations de températures accompagnées de période de gel-dégel.

Objectif:

Ø Apporter une étude expérimentale sur cette zone, afin d'observer et de déterminer l'influence de chacune des propriétés intrinsèques, extrinsèque et de provenance des granulats sur les caractéristiques des enrobés.

Procédure du travail :

Ø Réalisation d'un programme expérimental en laboratoire en vue de vérifier l'influence de ces conditions sévères, précités dans la problématique, sur la dégradation et sur le comportement de l'enrobé.

Ø Revoir les méthodes de dimensionnement des chaussées afin de prendre en compte le module gel dégel.

**Equipe de recherche :** SECNDCM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BROURI ADIL

**Numéro de sujet :** **72**

**Directeur de thèse :** Pr. MOUALLIF ILIAS

**Co-directeur de thèse :** BENHAMOU MABROUK

**Mot clés :** Fibres de carbone, PRFC, composites, matériaux légers, Propriétés mécaniques, époxy, polyester, vinylester, polyamide

**Descriptive :**

Le coût du carburant ayant augmenté, les compagnies de l'industrie automobile n'ont eu d'autre choix que de réduire la masse de leurs véhicules afin de limiter la consommation de carburant. Le plastique renforcé de fibres de carbone (PRFC) est considéré comme matériau de haute technologie. La fibre de carbone a une très haute résistance et un très haut module d'élasticité. En outre, le PRFC se caractérise par une capacité de charge dynamique élevée. Et surtout, il est léger et offre donc un énorme potentiel de construction légère par rapport aux matériaux conventionnels tels que l'acier. Par conséquent, selon l'opinion des experts, l'utilisation de structures en PRFC dans la construction de véhicules devient de plus en plus croissante de nos jours.

**Equipe de recherche :** SECNDCM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BROURI ADIL

**Numéro de sujet :** **73**

**Directeur de thèse :** Pr. MOUALLIF ILIAS

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Système tournant, Diagnostic, Maintenance, Défauts, CND, Engrenage, roulement, Observation

**Descriptive :**

Avec la complexité des systèmes industriels de transmission du mouvement et de l'importance à maintenir leurs sécurités, de nombreux chercheurs sont intéressés à développer différentes démarches qui peuvent détecter, localiser et caractériser la nature des défauts d'une installation industrielle le plus tôt possible.

Dans ce sujet de thèse, nous allons intéresser par une recherche sur l'influence et l'efficacité des méthodes de contrôle non-destructif pour l'identification des différents défauts dans une installation industrielle en variant différents paramètres (vitesse de rotation, lubrification, ...). L'objectif principal de ce sujet est de faciliter le diagnostic et prévenir des différents défauts avant des dégâts éventuels.

**Equipe de recherche :** SECNDCM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BROURI ADIL

**Numéro de sujet :** **74**

**Directeur de thèse :** Pr. MOUALLIF ILIAS

**Co-directeur de thèse :** LAAZIZI ABDELLAH

**Mot clés :** Défauts ; thermographie IR ; diagnostic ; secteur industriel ; énergie renouvelable ; automobile ; ferroviaire

**Descriptive :**

Le Contrôle Non-Destructif (CND) a pour objectif de diagnostiquer l'état d'un produit sans l'endommager afin de détecter, localiser, dimensionner, caractériser d'éventuels défauts dans les zones critiques de la pièce. Le CND par thermographie infrarouge (TT), par ultrasons (US) ou par courants de Foucault (ET) consistent à recueillir, via des équipements correspond au dispositif instrumental permettant de solliciter la matière (thermiquement, par vibration ultrasonore ou par excitation électromagnétique) puis d'en mesurer la réponse. Ces types de contrôle sont présents dans plusieurs secteurs industriels où la sécurité est critique. Dans ce sujet de thèse, nous nous intéressons spécifiquement à la détection et la localisation de dysfonctionnements et de défauts sur des installations dans différents secteurs industriels (énergies renouvelables ; automobile ; ferroviaire ; ...)

**Equipe de recherche :** SECNDCM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. BROURI ADIL

**Numéro de sujet :** **75**

**Directeur de thèse :** Pr. MOUALLIF ILIAS

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Fibres naturels, bio-composite, polypropylène, époxy, polyéthylène, propriétés mécaniques

**Descriptive :**

Les polymères à base de pétrole, tels que le polypropylène et le polyéthylène ou les résines époxydiques ou « époxy », les biopolymères sont de plus en plus utilisés comme matériau de matrice ces dernières années. Ceux-ci comprennent souvent le polylactide à base de polysaccharide (PLA), mais également des résines ou de l'amidon produits à partir d'huile de palme. Contrairement aux composites synthétiques renforcés avec des fibres de verre et de carbone, les biocomposites renforcés avec des fibres naturelles (p.ex. fibres de dattes, de lin, de chanvre et de jute, cannabis, ...) sont entièrement biodégradables, renouvelables, durables et recyclables et peuvent répondre aux exigences d'applications durables, légères et rentables de l'industrie.

Les bio-composites à base des fibres végétales ont donc attiré une attention de plus en plus grande en raison de leur faible coût, leur biodégradabilité et leur disponibilité, leur facilité de mise en œuvre, et leur capacité à être recyclé, etc. Ces avantages présentent de l'intérêt pour des applications dans divers domaines (p. ex., automobile, ferroviaire, aéronautique...), qui exigent des matériaux légers à haute performance, des possibilités de recyclage, le minimum d'impact sur l'environnement, et une réduction du coût de la matière.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. EL FAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **76**

**Directeur de thèse :** Pr. MKHIDA ABDELHAK

**Co-directeur de thèse :** CHERRAFI ANASS

**Mot clés :** Maintenance prédictive, capteurs à données incertaines, sûreté de fonctionnement, modèles de Markov cachés, optimisation

**Descriptive :**

Dans un grand nombre d'applications industrielles, une demande croissante de méthodes de maintenance avancées est apparue ces dernières années suite à la complexité croissante des systèmes et l'apparition de capteurs à bas coût. Cette complexité est due d'une part à la complexité des configurations des systèmes et d'autre part au caractère incertain des données recueillies par les capteurs.

Selon la norme NF-EN 13306, la maintenance est définie comme étant l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. Les méthodes de maintenance peuvent être classées en deux catégories : la maintenance corrective et la maintenance préventive. La maintenance corrective est la maintenance qui est exécutée après la défaillance du système. La maintenance préventive est réalisée lorsque le système est encore en état de fonctionnement. Lorsque la maintenance préventive est exécutée en suivant les prévisions obtenues à partir de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation des systèmes, on parle alors de maintenance prévisionnelle (ou prédictive en référence au terme en anglais predictive maintenance). Ces paramètres sont fournis par des capteurs et peuvent être sous la forme de mesures de caractéristiques physiques du système (température, pression, etc.). En général, ces capteurs sont génériques et ne sont pas dédiés aux besoins de l'analyse prévisionnelle de la maintenance. En outre, ces capteurs sont sujets à différents types de défaillances et peuvent parfois produire des données incomplètes ou imprécises sur l'état des composants. Ces incertitudes peuvent être classées de type aléatoire ou de type épistémique. La première catégorie provient du caractère aléatoire de l'information du à une variabilité naturelle résultant de phénomènes stochastiques (temps de défaillance d'un composant, durée de réparation d'un composant, etc.). On parle alors d'incertitudes de variabilité ou d'incertitudes aléatoires. La seconde catégorie est liée au caractère imprécis de l'information lié à un manque de connaissances et qui résulte par exemple d'erreurs lors de mesures ou d'avis d'experts. On parle alors d'incertitudes épistémiques.

**Laboratoire de Mécanique, Mécatronique et Commande**  
**Responsable laboratoire : Pr. RADOUANI Mohammed**

Les modèles à données manquantes (ou cachées) constituent des outils puissants pour modéliser des systèmes dont la dynamique effectue des transitions entre différents états impossibles à observer directement. Parmi ces modèles, la modélisation par les modèles de Markov cachés (MMC) est considérée comme une approche très prometteuse. Bien que les MMC aient déjà produit des résultats efficaces dans différentes applications (la reconnaissance de la parole, le traitement du signal, l'analyse d'images, etc.) et dernièrement dans le domaine de la maintenance prévisionnelle, il faut souligner que ces modèles sont basés sur l'utilisation de la théorie des probabilités classiques. Or, les données des capteurs peuvent être parfois imprécises et de nombreux travaux ont démontré que la théorie des probabilités classique est parfois inadaptée pour la prise en compte à la fois du caractère incomplet et imprécis des données. Ce dernier point commence à être étudié sérieusement par la communauté scientifique ces dernières années dans le domaine de la Sécurité de Fonctionnement. Nous proposons dans ce projet une méthodologie originale permettant de tenir compte à la fois de l'aspect données manquantes et du caractère incomplet et imprécis des données disponibles. Cette méthodologie est basée sur l'association des MMC et de la théorie des probabilités imprécises afin de modéliser les données à la fois imprécises et incomplètes dans les études de maintenance prévisionnelle.

Ce sujet propose des méthodes originales permettant l'optimisation du coût de la maintenance des systèmes de transports urbains et participe ainsi à leur durabilité et pérennité. La prise de décision permettant de fournir un ensemble de stratégies optimales de maintenance en tenant compte en plus de l'aspect économique.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAISSA

**Numéro de sujet :** **77**

**Directeur de thèse :** Pr. BENAISSA EL FAHIME

**Co-directeur de thèse :** NAIMA JOUILEL

**Mot clés :** Conception robuste, systèmes mécatroniques, prototypes virtuels, incertitudes.

**Descriptive :**

Le développement d'outils de conception des produits mécatroniques permet l'amélioration des systèmes en simulant l'interaction entre les sous-systèmes tout au long du processus de conception. La capacité à créer des prototypes virtuels est un aspect essentiel dans l'approche de conception mécatronique dans la mesure où elle aide les industriels et les scientifiques à expérimenter leurs produits avant même qu'ils ne soient construits. Les nouveaux besoins en langages de modélisation nécessitent inévitablement de nouvelles exigences en termes d'outils logiciels. On convoite par ailleurs que la modélisation soit robuste par rapport à une variation de paramètres.

L'objectif de cette thèse est de développer une approche de conception des systèmes mécatroniques tenant compte des incertitudes paramétriques, et permettant d'analyser leur influence sur le fonctionnement des composants mécanique et électronique. L'application portera sur la conception dans le domaine automobile.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **78**

**Directeur de thèse :** Pr. BENAÏSSA EL FAHIME

**Co-directeur de thèse :** MOHAMMED RADOUANI

**Mot clés :** Véhicule électrique, crash frontal, Eléments finis, Homologation

**Descriptive :**

L'objectif défini par ce sujet de thèse portera une contribution à la robustesse de la conception et l'homologation d'un véhicule quadricycle électrique : Application à la modélisation et études des chocs.

La structure de la thèse traitera les axes suivants :

§ Étude bibliographique :

- Véhicule quadricycle électrique
- Homologation

§ Conception du châssis du véhicule

§ Validation du modèle par rapport à l'homologation : Application aux chocs

§ Optimisation de la structure

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **79**

**Directeur de thèse :** Pr. MOHAMMED RADOUANI

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Calcul numérique ; Interaction fluide-Structure ; ballonnement des fluides ; stabilité en mouvement ; optimisation des risques.

**Descriptive :**

Le transport des matières dangereuses représente une nécessité dans le domaine d'industrie lourde et domestique. Les camions-citernes jouent un rôle important dans ce processus. L'analyse du comportement du ballonnement des fluides et la sûreté des porteurs, des véhicules lourds ou de semi-remorque pointe essentiellement sur la perte de contrôle du véhicule due généralement à la stabilité en mouvement du produit transporté et la géométrie du contact.

Les objectifs des travaux de recherche de cette thèse s'articulent autour de deux aspects :

- Modélisation analytique du ballonnement du produit lors des cas de mouvement.
- Modélisation numérique d'un scénario d'interaction de la structure du camion-citerne avec le fluide transporté.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **80**

**Directeur de thèse :** Pr. EL GADARI M'HAMMED

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Texturations, Rugosité, Equation de Reynolds, Cavitation, EFM, Abaqus, Butée

**Descriptive :**

Depuis les années 90 et avec la poussée technologique concernant la fabrication des surfaces micro-texturées, plusieurs applications de ces types de surfaces ont été apparues. En effet, elle a été démontré qu'une surface texturée a une capacité de charge très élevées par rapport à une surface lisse, en revanche, le type des motifs à graver sur les surfaces lubrifiées impact significativement ces performances hydrodynamiques.

Cette thèse, vise à investiguer sur les différentes texturations réalisables par usinage sur les butées et aussi étudier leurs impacts sur la capacité de charge et le frottement visqueux.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **81**

**Directeur de thèse :** Pr. MKHIDA ABDELHAK

**Co-directeur de thèse :** CHERRAFI ANASS

**Mot clés :** Predictive maintenance, Machine learning, higher predictability, availability, IoT.

**Descriptive :**

Predictive Maintenance is a condition-based maintenance strategy that carries out maintenance action when needed, avoiding unnecessary preventive actions or failures. In this context, the implementation of machine learning-based solutions can lead to major cost savings, higher predictability, and the increased availability of the systems.

This thesis project aims to design and develop a data-driven predictive maintenance tool for production lines in manufacturing to automatically analyze process historical data, predict long-term process performance, and optimize the future operating conditions. By utilizing the data generated from IoT sensors in real-time, the tool aims to detect signals for potential failures before they occur by using machine learning methods. Consequently, it helps address the issues by notifying operators early such that preventive actions can be taken prior to a production stop.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAISSA

**Numéro de sujet :** **82**

**Directeur de thèse :** Pr. ABDELHAK MKHIDA

**Co-directeur de thèse :** HASSAN AIT BOUH

**Mot clés :** Supervision, système intelligent connecté, réseau de serre agricoles, Internet des Objets (IoT), gestion multi-sources d'énergies

**Descriptive :**

L'Internet des Objets (IoT en anglais) est un paradigme présent dans notre vie quotidienne. En effet, l'IoT comprend aujourd'hui une très grande diversité d'objets intégrant des capteurs, des actionneurs et des modules de communication leur permettant de s'intégrer à Internet. L'IoT fournit de nombreux services avancés comme la surveillance automatique en temps réel d'environnements industriels, médicaux, agricoles, etc.

La grande puissance de l'IoT repose sur le fait que ses objets communiquent, analysent, traitent et gèrent des données d'une manière autonome et sans aucune intervention humaine.

Ce sujet entre dans le cadre de la « Smart Agriculture ». On parle de serre intelligente : cette dernière est basée sur la technologie de l'IoT qui permet de collecter et analyser en temps réel les indicateurs bioclimatiques de différentes serres.

Cette technologie permet de créer un environnement propice qui permet les cultures dites hors saison, de protéger les plantes et favoriser la croissance des cultures, en créant des conditions climatiques plus favorables que le climat local on peut augmenter le taux de croissance et le rendement des cultures et permettre à l'utilisateur de gérer les paramètres de croissance de la plante à distance ou à proximité pour simplifier le quotidien de l'agriculteur.

Pour atteindre cet objectif on propose une solution d'un réseau de capteurs autonomes basée sur un système de récupération et de gestion multi-sources d'énergies (solaire et éolienne). Ces capteurs prélèvent sur le terrain les données climatiques (température de l'air et du sol, humidité de l'air, pluviométrie, pression atmosphérique, vitesse et direction du vent) et les restituent vers le système de commande et supervision central. Ce dernier permet moyennant un algorithme de commande, à développer, le déclenchement de l'irrigation, l'augmentation du taux d'humidité, le réglage de l'éclairage et l'ajout de fertilisants dans les sols etc.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **83**

**Directeur de thèse :** Pr. RADOUANI MOHAMMED

**Co-directeur de thèse :** BELAHRACH HASSAN, NAAMANE AZE-EDDINE (ECOLE ROYALE DE L'AIR DE MARRAKECH)

**Mot clés :** Cuivre, nanostructure, nanotube de carbone, composite nanotube de carbone-cuivre, propriétés électriques, nanotechnologie, interconnexions

**Descriptive :**

L'étude des phénomènes liés à la miniaturisation des interconnexions rentrant dans la conception des circuits intégrés, tant par la difficulté des défis à relever tels que l'électro-migration, la résistivité élevée..., que la modélisation du problème. Cependant, l'introduction des CNTs-Cu dans la conception d'interconnexions s'avère prometteuse pour pallier auxdits défis.

Ainsi, ce sujet de thèse traitera l'étude de l'incorporation de CNTs dans les futures interconnexions des circuits intégrés en proposant des modèles simulés sur MATLAB et PSPICE.

**Objectifs :**

- o Étude des phénomènes de couplage électromagnétique et électrothermique des interconnexions liés à la nanotechnologie ;
- o Proposer des modèles d'interconnexions Cu-CNTs mixtes pour les futures générations des circuits intégrés en nanotechnologie ;
- o Simulation par MATLAB et PSPICE des modèles proposés ;
- o Analyse des résultats de la modélisation.

**Résultats attendus :**

Les principales réalisations attendues de ce projet consistent en l'élaboration de modèles approchés des interconnexions mixtes Cu-CNTs entre circuits CMOS en nanotechnologies.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **84**

**Directeur de thèse :** Pr. EL GADARI M'HAMMED

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Texturations, Machining, Roughness, Reynolds Equation, Cavitation, EFM, Abaqus, Bearings

**Descriptive :**

With the technological advances in the manufacture of micro-textured surfaces since the 1990s, several new applications for these types of surfaces have emerged. Indeed, it has been demonstrated that a textured surface has a very high load capacity compared to a smooth surface, however, the pattern design to be machined on the lubricated surfaces has a significant impact on the hydrodynamic performance.

This PhD aims at investigating the different patterns that can be machined on smooth bearings and also to study their impact on the load capacity and viscous friction.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **85**

**Directeur de thèse :** Pr. NAFI ABDELHAK

**Co-directeur de thèse :** RADOUANI MOHAMMED

**Mot clés :** Machines à mesurer tridimensionnelles, système de palpation articulé, performance du système de palpation, performance de la machine à mesurer tridimensionnelle, métrologie dimensionnelle, pièces tournantes

**Descriptive :**

Dans le secteur aéronautique et automobile, les machines à mesurer tridimensionnelles (MMTs) sont des unités importantes dans les systèmes de production et de contrôle dimensionnel et géométrique des pièces mécaniques. Elles permettent de contrôler la conformité des pièces de forme complexe, en 3D, avec une grande précision. Les MMTs doivent être fiables pour réussir leur mission au sein de la chaîne de production. Les pièces mécaniques qui sont fabriquées, contrôlées et certifiées à l'aide des MMTs seront assemblées sur la chaîne de montage, rapidement et sans problème et complèteront leur mission durant leurs cycles de vie anticipés.

La performance des MMTs sont en partie représentée par l'exactitude de la position de la touche du stylet par rapport à la pièce fabriquée. Les écarts cinématiques associés aux articulations de la machine sont parmi les principales causes de l'inexactitude de la position de la touche du stylet par rapport à la pièce. La machine est affectée par des écarts géométriques et des écarts de perpendicularité qui peuvent se dégrader avec le temps.

Pour les MMTs, lors de l'inspection d'une pièce, l'orientation du palpeur doit fréquemment être changée à l'aide d'une tête orientable afin d'accéder aux surfaces de la pièce concernée. De plus, différents modules de palpeur, montés entre le palpeur et le stylet, sont changés pour modifier les forces de contact selon les besoins de la tâche d'inspection. Il y a ici quatre éléments distincts pouvant causer les erreurs : le système d'orientation, le palpeur, le module de palpeur, et le stylet, lui-même constitué de l'arbre du stylet et de la touche du stylet. Ces systèmes sont sujets à des non-conformités et des défaillances. Tous ces facteurs se réunissent pour réduire la qualité des mesures.

Pour garder la fiabilité de la machine dans la chaîne de production, les industriels suivent un plan d'intervention périodique pour la vérification de la performance de la machine. Il est donc primordial de mettre en place des vérifications intermédiaires qui seront déclenchées soit de façon cyclique (toutes les semaines, tous les mois,...), soit en cas de doute sur une dérive éventuelle de la machine. La vérification périodique de la machine se fait suivant des normes internationales. Une

**Laboratoire de Mécanique, Mécatronique et Commande**  
**Responsable laboratoire : Pr. RADOUANI Mohammed**

augmentation de l'incertitude sur la mesure traduit une dégradation de la machine. L'identification des principales sources de dégradation est nécessaire pour faire une action corrective afin de rétablir les capacités métrologiques de la machine.

La présente proposition se veut une suite logique aux projets déjà réalisés et vise à faire les avancées suivantes:

- 1- caractériser les sources d'erreurs du système de palpation articulée (incluant tête articulée, palpeur, module du stylet)
- 2- établir des moyens diagnostiques pour discriminer ces erreurs
- 3- enrichir le modèle virtuel existant en considérant les erreurs systématiques et aléatoires tant de la machine que du système de palpation articulée.
- 4- étalonner et apporter des actions correctives à la machine.

**Equipe de recherche :** IMSM

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. ELFAHIME BENAÏSSA

**Numéro de sujet :** **86**

**Directeur de thèse :** Pr. NAFI ABDELHAK

**Co-directeur de thèse :** RADOUANI MOHAMMED

**Mot clés :** Machines à mesurer tridimensionnelles, nuages de points, précision de mesures, performance de la machine à mesurer tridimensionnelle, métrologie dimensionnelle, optimisation

**Descriptive :**

Dans le secteur aéronautique et automobile, les machines à mesurer tridimensionnelles (MMTs) sont des unités importantes dans les systèmes de production et de contrôle dimensionnel et géométrique des pièces mécaniques. Elles permettent de contrôler la conformité des pièces de forme complexe, en 3D, avec une grande précision. Néanmoins, les données du palpeur de contact sont généralement un nuage de points à faible densité, car l'acquisition de données est un processus relativement lent. Les technologies de numérisation 3D tels que les scanners 3D optiques deviennent de plus en plus intéressants car ces systèmes sont rapides et capables de produire des nuages de points avec une grande densité. Les scanners 3D optiques sont moins précis que les palpeurs de contact utilisés par des MMTs. L'objectif de ce projet est de développer des techniques d'optimisations et de fusion de données issues de la MMT et des nuages de points obtenues par des scanner 3D pour augmenter la précision de mesure dans un temps très court.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **87**

**Directeur de thèse :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** système de gestion de l'énergie, bâtiment , capteurs

**Descriptive :**

Ce travail vise à développer un système de gestion de l'énergie (EMS) qui gère la consommation énergétique des équipements et qui contrôle l'utilisation des technologies d'énergie renouvelable au niveau de la production locale d'électricité dans les bâtiments tertiaires.

Le sujet proposé s'intéresse dans un premier temps a la mesure en temps réel de la consommation énergétique grâce a l'installation des capteurs au niveau des équipements. Dans un deuxième temps on va devlepper un modmodèle de gestion de l'énergie dans le but d'améliorer l'efficacite énergétique des équipements installés et de maxmiser la consommation d'énergie renouvelable.

L'état d'usure des équipements joue un rôle très important au niveau d la performance énergétique des bâtiments. Par exemple au niveau d'un système de chauffage ou de ventilation des pertes d'énergie, se traduisent par une hausse de la consommation et des dépenses énergétiques. Ainsi, l'objectif du développement du système de gestion de l'énergie vise également dans un troisième temps à assurer une maintenance prédictive des équipements grâce aux capteurs qui seront installés dans un premier temps.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **88**

**Directeur de thèse :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Intelligence artificielle, maintenance prédictive, optimisation

**Descriptive :**

Le contexte du sujet est la maintenance du future dans le cadre de l'industrie 4.0 et plus particulièrement l'apport de outils numériques et de l'Intelligence Artificielle à la maintenance prédictive. La maintenance prédictive est une stratégie dont l'objectif est d'anticiper la panne (plutôt que de la subir) en regard de l'état réel d'un système de production et des prévisions sur son exploitation. Cette anticipation permet ainsi de minimiser les inconvénients des maintenances classiques telles que les pannes inattendues interrompant la production, les ruptures de pièce de rechange pour la réparation pour n'en citer que quelques uns. Cette approche de la maintenance s'appuyant sur la digitalisation des entreprises exploite sur les données recueillies afin de prédire et pronostiquer l'évolution des dégradations et proposer les actions de maintenance les plus adaptées à la situation actuelle du système de production afin d'anticiper les défaillances en limitant les opérations inutiles. Ainsi, le pronostic consiste à évaluer la durée de vie résiduelle (Remaining Useful Lifetime-RUL) d'un système, par exemple un composant, une machine voire une ligne de production. Pour cela, il cherche à prédire l'état de santé futur du système jusqu'à sa défaillance à partir des informations disponibles passé/présent/futur, telles que les historiques, données actuelles de fonctionnement mais également le planning futur de production et les actions de maintenance planifiées.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **89**

**Directeur de thèse :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Co-directeur de thèse :** KHALDOUN ASMAE

**Mot clés :** Argile, additifs, rhéologie, briques crues, propriétés thermiques, propriétés mécaniques, matériaux de construction.

**Descriptive :**

La terre était parmi les premiers matériaux de construction utilisé par l'homme pour plusieurs raisons : son abondance, sa gratuité, son harmonie avec la nature mais surtout le confort thermique et hygrométrique qu'il profère. Devant l'industrialisation des méthodes de construction moderne, ce patrimoine de construction en terre commence à disparaître et ses pratiquants se font rares. L'objectif principal de ce travail se concentre sur l'optimisation du comportement rhéologique des briques dans leur état viscoélastique et l'étude de l'adhérence entre l'argile et les additifs, pour trouver la bonne formulation pour des briques stables aux propriétés mécaniques avancées utilisant les additifs choisis dans les bonnes proportions.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **90**

**Directeur de thèse :** Pr. ARID AHMED

**Co-directeur de thèse :** CHERKAOUI KHALID

**Mot clés :** Modélisation, Hygro-thermo-mécanique, enveloppe du bâtiment, génie civil, performance énergétique, ACV.

**Descriptive :**

Au Maroc, le secteur du bâtiment et de la construction est à l'origine d'environ 40 % de l'énergie consommée et de 19 % des émissions de GES. L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments est donc devenue un enjeu incontournable soumis à des réglementations contraignantes. Dans ce contexte, la recherche s'oriente notamment vers le développement de matériaux innovants respectueux de l'environnement et capables de générer des gains énergétiques significatifs.

On s'intéresse dans ce projet de thèse à l'incorporation des Matériaux à Changement de Phase (MCP), micro et macroscopique, dans les parois des bâtiments en vue d'augmenter la capacité du stockage par chaleur latente pour le confort des bâtiments passifs.

Ce projet de thèse vise à développer des modèles hygro-thermo-mécaniques et des outils numériques suffisamment prédictifs pour orienter la recherche, par la simulation numérique, de parois innovantes, permettant de diminuer le nombre de coûteux essais expérimentaux. Nous serons amenés à établir une étude étendue sur les observations, les mesures et les résultats expérimentaux, d'un côté, les modèles et les simulations de l'autre. Ainsi, tirant profit des résultats numériques réalisés, nous proposerons une expérimentation permettant la caractérisation des propriétés hygrothermiques et examinant l'importance des phénomènes thermiques (conduction, convection, rayonnement et changement de phase). Nous allons également être amenés à identifier, par approche inverse, certains paramètres, après avoir identifié les bons mécanismes hygro-thermo-mécaniques afin de proposer des parois visant la réglementation des bâtiments passifs.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **91**

**Directeur de thèse :** Pr. ARID AHMED

**Co-directeur de thèse :** EL RHAFIKI TARIK

**Mot clés :** Modélisation, gestion intelligente, bâtiment à énergie zéro, optimisation, contrôle prédictif, IA

**Descriptive :**

Dans un contexte de raréfaction des énergies et de lutte contre le changement climatique, le secteur du bâtiment est contraint à des objectifs de diminution de ses consommations d'énergie. Un contrôle adapté des systèmes énergétiques du bâtiment peut constituer un levier important pour tendre vers cet objectif.

L'objectif de ce projet de thèse est la construction de modèles prédictifs du comportement des systèmes énergétiques afin de pouvoir les embarquer dans un contrôleur pour améliorer la gestion énergétique du bâtiment. Pour atteindre ce but on doit établir des modèles légers capables de décrire le comportement thermique dynamique du bâtiment couplé aux modèles des systèmes servant à piloter l'ambiance dans une logique de contrôle optimal.

Un bâtiment démonstrateur doit comprendre plusieurs systèmes énergétiques passifs et/ou actifs assurant le confort hygrothermique et optique et des systèmes énergétiques de production de l'énergie thermique et électrique tel que le couplage des systèmes PVT, PC et CVC. Le dernier volet concerne la gestion énergétique avec l'utilisation d'un contrôleur prédictif embarquant l'un des modèles identifiés.

Ainsi l'objectif est de chercher à anticiper le pilotage des systèmes énergétiques, grâce à la connaissance des perturbations futures (occupation, météo). La gestion prédictive est comparée à des stratégies de gestion classiques en simulation et en un bâtiment démonstrateur existant. L'originalité de ce projet de thèse est de proposer une démarche pour la mise en place d'un contrôle intelligent et de montrer l'intérêt de la gestion prédictive dans les bâtiments du futur.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **92**

**Directeur de thèse :** Pr. ARID AHMED

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** Production agricole, optimisation, gestion énergétique, ACV

**Descriptive :**

Ce projet de thèse cherche à développer de nouvelles approches de la production agricole où les aspects énergétique environnementale et économique seraient les indicateurs principaux dans l'évaluation de la productivité agricole. Nous serons orienté vers la proposition de modèles mathématiques d'optimisation de la production agricole en se basant sur les efficacités énergétique environnementale et économique, pour une meilleure vision des bénéfices et des impacts qu'offre les nouvelles pratiques agricoles, pour mieux suivre la transition de l'agriculture à l'échelle nationale et internationale. L'investigation visera la réalisation d'outil(s) d'optimisation de différentes composantes de la production agricole, de le(s) mettre en œuvre auprès d'exploitations témoins, et de proposer des scénarios d'inclusion des flux d'énergie et du développement durable au prix de l'aliment et d'étudier son effet sur les pratiques agricoles. Ce projet de thèse cherche à participer et promouvoir la transition énergétique et environnementale du modèle de production agricole actuel.

Partenariat avec des fermes et stratégies de transition

Les données nécessaires pour tester notre outil seront collectées éventuellement auprès de fermes de production agricoles. L'analyse des liens entre pratiques et performances servira de base pour proposer des stratégies aux agriculteurs envisageant une telle transition agricole pour répondre aux enjeux globaux actuels.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **93**

**Directeur de thèse :** Pr. CHERKAOUI KHALID

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** bétons plastiques béton léger plastique recyclé

**Descriptive :**

La valorisation des déchets dans le génie civil est un secteur important dans la mesure où les produits que l'on souhaite obtenir ne sont pas soumis à des critères de qualité trop rigoureux. Le recyclage des déchets touche deux impacts très importants à savoir l'impact et l'impact économique. Donc plusieurs pays du monde, différents déchets sont utilisés dans le domaine de la construction et spécialement dans le ciment ou béton comme poudre, fibres ou agrégats. Ce travail s'intéresse à la valorisation d'un déchet qui est nuisible pour l'environnement vu son caractère encombrant et inesthétique il s'agit du déchet plastique.

Différents types de déchets plastiques seront ajoutés au béton. Les matériaux conçus seront caractérisés à l'état frais (maniabilités, air occlus, densité) et à l'état durci (résistance à la compression, à la traction, retrait et absorption d'eau). Le renforcement de la matrice cimentaire avec des fibres plastiques ondulées sera l'objectif principal de cette étude.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **94**

**Directeur de thèse :** Pr. CHERKAOUI KHALID

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** bétons autoplacants, béton auto nivelants durabilité caractérisation physico chimique

**Descriptive :**

Le béton autoplaçant est la forme de construction utilisée dans les bâtiments, les ponts, les centrales électriques, quais et autres infrastructures ayant une forme architectonique spéciale. Ces structures en béton autoplaçant sont sujettes comme des structures en béton armé à la détérioration avec l'âge, en particulier lorsqu'ils sont situés dans des environnements agressifs, ce qui entraîne des coûts de maintenance annuels importants. En plus ces bétons à composition industrielle ne respectent pas l'environnement et nuisent à l'image générale de plusieurs architectures les utilisant. Dans le but d'assurer une durabilité suffisante du béton autoplaçant, les industriels introduisent des fibres métalliques ou synthétiques dans les matériaux cimentaires, qui améliorent leurs performances, par la limitation des propagations des fissures, l'amélioration des résistances mécaniques (résistance à la traction, à la flexion) et l'amélioration de la ténacité du béton durci. Néanmoins le prix de revient de ces fibres est élevée et leur fabrication dégage du CO<sub>2</sub> et utilise des ressources non renouvelables et qui abiment la nature. Ainsi, il est important d'étudier la possibilité de remplacer les fibres industrielles (couteuses et non écologiques) par des fibres écologiques qui respectent l'environnement, et qui permettent de réduire de façon significative le coût de revient du composite cimentaire.

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **95**

**Directeur de thèse :** Pr. CHERKAOUI KHALID

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** machefers durabilité isolation recyclage déchets

**Descriptive :**

Les déchets de l'activité domestique des ménages qui, en raison de leur volume ou de leur poids, ne peuvent être pris en compte par la collecte usuelle des ordures ménagères et nécessite un mode de gestion particulier. Cette étude sera portée sur le potentiel de valorisation des mâchefers d'incinération des ordures ménagères dans une matrice cimentaire. Pour ce faire une étude expérimentale multi-variable sur l'influence de la substitution partielle du ciment et du sable par les mâchefers dans une matrice cimentaire sera menée.

Le premier enjeu de cette thèse sera d'évaluer les propriétés thermiques, mécaniques et hydriques du matériau conçu. Le deuxième objectif est de proposer une méthodologie et un protocole de traitement et de préparation de cette addition à base de déchets afin de proposer un éco-matériau apte à résister aux sollicitations mécaniques tout en participant aux confort thermique et phonique

**Equipe de recherche :** 2EMI

**Responsable de l'équipe de recherche :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Numéro de sujet :** **96**

**Directeur de thèse :** Pr. MANSSOURI IMAD

**Co-directeur de thèse :**

**Mot clés :** intelligence artificielle, détection, diagnostic, installation industrielle

**Descriptive :**

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la détection et du diagnostic des défauts de fonctionnement d'une installation industrielle. En effet, de nos jours, la modélisation/classification est importante pour le contrôle et la supervision d'un processus industriel. Les chercheurs disposent de plusieurs techniques pour modéliser la sortie d'un processus. L'une de ces techniques est l'utilisation des approches basées sur l'intelligence artificielle. L'originalité de ce travail est l'application de différentes approches basées sur l'intelligence artificielle qui permettra de détecter et diagnostiquer par modélisation/classification les différents régimes normaux à point de fonctionnement variable et anormal d'une installation industrielle