

Prévention des risques de surchauffe des systèmes de freinage automobiles

Le freinage est l'élément de sécurité le plus important sur un véhicule, c'est pour cela qu'il doit être efficace à tout moment. La surchauffe est la principale cause d'une perte d'efficacité sur le freinage, pouvant engendrer de graves accidents notamment quand il s'agit de camions.

La maîtrise de ces risques est un enjeu majeur de prévention. L'étude des phénomènes thermiques dans ces dispositifs générant ces échauffements me semble être bien en adéquation avec le thème santé et prévention de cette année.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique de la Matière), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Energétique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Freins à disque</i>	<i>Disc brake</i>
<i>Equation de la chaleur</i>	<i>Heat equation</i>
<i>Equation de la chaleur</i>	<i>Overheating</i>
<i>Elévation de température</i>	<i>Temperature rise</i>
<i>Conduction thermique</i>	<i>Thermal conduction</i>

Bibliographie commentée

Depuis l'invention de la roue, une problématique s'est posée : comment l'arrêter ? Les premiers véhicules étaient équipés de freins à sabots, puis dans les années 1900, les freins à tambour furent inventés par Louis Renault. Enfin dans les années 1950, les freins à tambour ont commencé à être remplacés par les freins à disque sur les véhicules de série, car plus performants [1].

Grâce aux progrès technologiques, les véhicules sont devenus plus puissants, plus lourds et plus rapides [2]. Un des sous-systèmes touchés en première ligne est celui du freinage, car il doit rester en adéquation avec cette augmentation de performances. De plus, l'apparition de nouveaux matériaux, procédés de fabrication et traitements de surface améliorent constamment ce dispositif [3]. C'est pourquoi le système de freinage fait encore actuellement l'objet de nombreuses études.

La plupart de ces dispositifs sont basés sur le principe de la dissipation d'énergie par frottement. Le frottement produit naturellement de la chaleur au niveau du contact [4]. Une température trop élevée nuit aux performances de freinage, car quand le disque de frein atteint une température critique, le facteur de frottement décroît rapidement et les capacités de décélération font de même [5]. Lors des phases de conception, le dimensionnement thermique joue un rôle primordial afin de prévenir ces risques de surchauffe.

Pour étudier le comportement thermodynamique d'un système de freinage, on peut utiliser la simulation numérique avec des logiciels comme ANSYS [6] ou Abaqus [7].

Une simulation sur python à l'aide de l'équation de la chaleur [8] discrétisée peut également permettre d'obtenir des résultats approchés convenables moyennant quelques hypothèses simplificatrices.

Problématique retenue

Comment éviter les risques de surchauffe des dispositifs de freinage ?

Pour répondre à cette question, je vais étudier l'évolution de la température dans un disque de frein lors d'un freinage afin de comprendre les mécanismes thermiques en jeux.

Objectifs du TIPE

Mettre en place un modèle de conduction thermique en vue d'étudier l'évolution thermique des systèmes de freinage.

Pour cela je vais :

Réaliser une maquette instrumentée en vue d'étudier la propagation de la chaleur lors d'une phase de freinage

Simuler sous Python l'expérience effectuée, par discrétisation des équations de la chaleur

Comparer et quantifier les écarts entre l'expérience et le modèle numérique

Affiner le modèle en vue de réduire les écarts.

Déterminer les conditions thermiques sur un vrai dispositif de freinage

Implanter ces nouveaux paramètres dans le modèle numérique

Comparer les calculs à des mesures faites sur véhicule

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[2] CAR LABELLING : Evolution de la puissance moyenne des véhicules :

<https://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/evolutionPuissanceMoyenne>

[3] MATHILDE COLLIGNON : Compréhension des mécanismes de dégradation de disques de frein pour véhicule " poids lourd " et définition de nouvelles solutions matériaux : *Ecole Centrale de Lille, 2013*

[4] NADIA ADERGHAL : Répartition des flux de chaleur générés par frottement mécanique et modélisation des températures à l'interface des contacts dynamiques Cuivre-Acier et Cuivre-Graphite : *Université Mentouri Constantine, 2012*

[5] PAU-ANTON MALAUD DOS SANTOS : Étude Thermomécanique des disques de frein de la monoplace : *FSAE Polytechnique Montréal*

[6] ALI BELHOCINE : Thermomécanique des disques de frein, application du Code de Calcul ANSYS v11.0 : *Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 2012*

[7] THI MAC-LAN NGUYEN-TAJAN : Modélisation thermomécanique des disques de frein par une approche eulérienne : *Ecole Polytechnique X, 2002*

[8] UNIVERSITÉ NANTES : Physique de la Matière : https://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/claude_saintblanquet/conducti/11intro/11intro.htm