
OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Le frai des pièces jaunes françaises

Ou comment démontrer que le temps n'est pas forcément de l'argent !

LYCÉE

Lycée Pothier - 45000 Orléans (*Orléans-Tours*)

PARTICIPANTS

Professeur responsable

Marie-Christine BAURRIER

Élèves

En première S au moment du concours national : Fanny BERNARD, Anne BORIE, Marion GRINDA, Lucie KOŁODZIEJCZYK et Marc PREZIOSA.

Conseillers scientifiques

M. BARRANDON (Directeur de recherche au CNRS - Centre Ernest Babelon)

M. GIOVAGNOLI (Ingénieur d'études au CNRS - Centre Ernest Babelon)

PRÉSENTATION

Ce projet a pour but d'étudier l'usure d'un matériau (le frai) au cours du temps. Le choix d'un métal ou d'un alliage pour la frappe d'une monnaie est un problème économique important. L'étude a été réalisée sur les pièces de 5, 10 et 20 centimes pour des raisons évidentes d'efficacité lors de la collecte.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Données de la monnaie de Paris

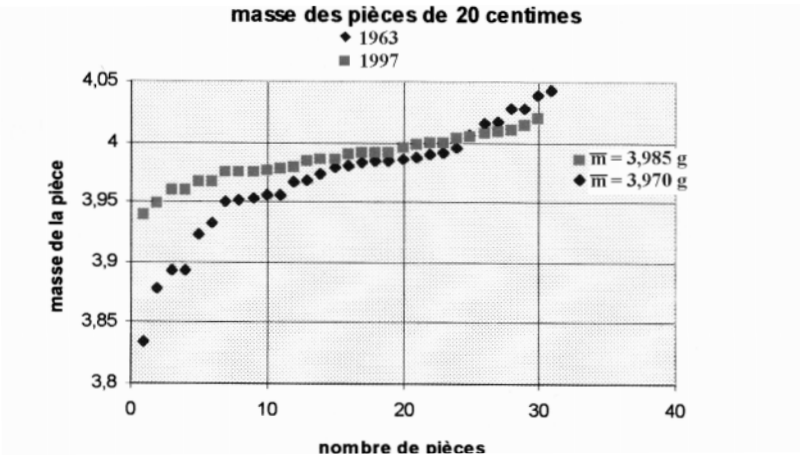
	5 centimes	10 centimes	20 centimes
Composition	Cu 92 %, Al 6 %, Ni 2 %	Cu 92 %, Al 6 %, Ni 2 %	Cu 92 %, Al 6 %, Ni 2 %
Première frappe	1966	1962	1962
Diamètre	17 mm	20 mm	23,5 mm
Masse (10 %)	2,0 g	3,0 g	4,0 g

DESCRIPTION

1. Y a-t-il usure des pièces de monnaie au cours du temps ?

1.1. La pesée des pièces récoltées

Les pièces récoltées sont triées par valeur et par années. Chaque pièce est pesée sur une balance sensible à 0,1 mg près.



L'allure générale de la représentation graphique des mesures montre qu'il y a une corrélation entre la masse d'une pièce et sa durée de circulation. Cependant, le fait de trouver des masses supérieures à 4 g nécessite de connaître la tolérance sur la masse de départ, la confiance que l'on peut accorder à une pesée et enfin de nettoyer les pièces de monnaie avant les pesées.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

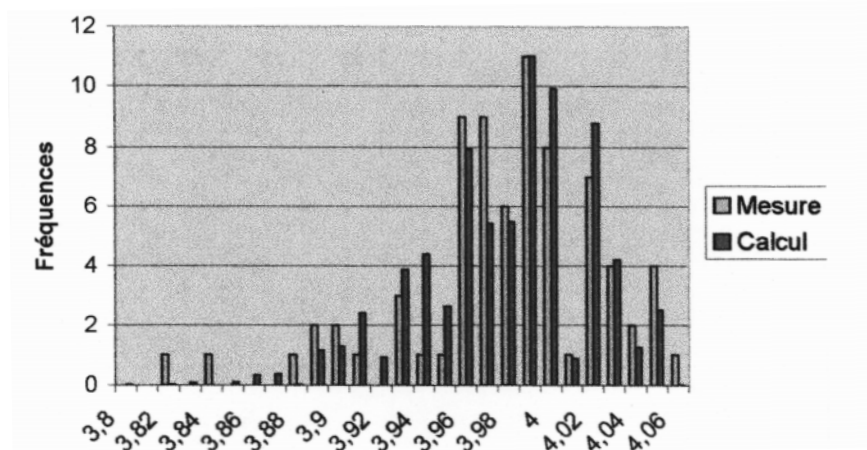
1.2. *Quelle confiance accorder aux mesures*

Une même pièce est pesée plusieurs fois par les différents membres du groupe. La dispersion des résultats est largement supérieure à la précision de la balance utilisée. Par la suite, pour chaque manipulation, une seule personne sera responsable des pesées.

1.3. *Le blanchiment de l'argent sale*

Les pièces sont lavées par différentes techniques (lave-vaisselle, machine à ultrasons, détergents...). La perte de masse est étudiée pour chacune de ces techniques. La solution adoptée est le lavage manuel avec un détergent et essuyage individuel des pièces. Les pièces sont alors manipulées avec des gants et brossées avant chaque pesée.

1.4. *Perte de masse et durée de circulation*



La modélisation de la répartition des masses des pièces de 20 centimes de 1963 permet d'estimer que 4,5 % des pièces perdent annuellement 0,7 % de leur masse et qu'il y en a 4,4 % qui prennent une surcharge pondérale de 0,4 %. Cependant, en utilisant la même loi pour les pièces de 20 centimes de 1994, on ne retrouve pas l'histogramme expérimental.

Il est nécessaire de connaître la vie des pièces (durée réelle de circulation, thésaurisation...). Une usure artificielle est alors envisagée.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

2. La mise en cause de la fabrication des pièces

Une analyse par activation neutronique, réalisée dans les locaux du CNRS, permet de confirmer et d'affiner la composition de l'alliage des pièces. Une enquête auprès de la Monnaie de Paris nous indique qu'il n'y a pas eu de modifications notables dans la technique de frappe des monnaies sur les années étudiées.

3. L'usure artificielle des pièces**3.1. Une simulation d'un porte-monnaie**

Dix pièces de 20 centimes de 1995 sont enfermées avec dix pièces de 10 centimes et dix pièces de 5 centimes dans un tonnelet pour polir les pierres. La perte de masse par usure par frottement entre les pièces est bien proportionnelle à la durée de contact entre les pièces.

3.2. Frai et taille des pièces

Les dix pièces de 20 centimes sont usées soit par dix pièces de 10 centimes soit par dix pièces de 5 centimes. L'usure par choc des pièces de 20 centimes est plus importante avec les petites pièces qu'avec les plus grandes. Ni la masse, ni la taille des flans ne semblent être des facteurs déterminants pour le frai. Les chocs par la tranche sont plus efficaces.

3.3. Frai et nature de l'alliage

Dix pièces de 20 centimes sont usées par des dix pièces de 50 centimes de même diamètre qu'une pièce de 10 centimes mais plus lourdes et fabriqués dans un alliage légèrement plus dur. La perte de masse est identique dans les deux cas. La nature de l'alliage n'est pas un facteur prédominant. L'expérience confirme que la masse n'intervient que peu.

CONCLUSION

La perte de masse annuelle provoquée par usure abrasive dépend linéairement de la durée de contact. Pour un environnement donné, le facteur prépondérant d'usure est le rayon de courbure des pièces en présence.