

EXERCICE 2 (6 points)

(physique-chimie)

Poêle à granulés autonome

Le poêle à granulés est un appareil de chauffage exploitant l'énergie thermique issue de la combustion de granulés de bois. Il est employé en chauffage principal ou d'appoint.

Poêle à granulés 	Puissance thermique : 9,5 kW	Consommation moyenne de combustible (granulés) : 1,9 kg/h
	Rendement : 92,9 %	Volume de chauffe maxi conseillé : 235 m ³
	Température des fumées : 161 C°	Tension et fréquence d'alimentation : 220V - 50 Hz
	Taux de CO dégagé : 14,5 %	Consommation Min/Max : 50 W / 340 W
		Autonomie Max. : 25,7 h
		Énergie : granulés

D'après https://www.manomano.fr/p/optimo-poele-a-granules-rond-etanche-cristo-blanc-9kw-26868805?model_id=26849696

Un cycle de chauffage se compose de 3 phases :

Phase 1 4 min	Une vis d'Archimède motorisée apporte les granulés jusqu'au creuset (foyer de combustion). Une résistance électrique chauffe les granulés afin de les enflammer et de démarrer la combustion.
Phase 2 Durée variable	Le poêle chauffe l'habitat par une ventilation à air chaud circulant dans des tubes au-dessus du foyer. La vis d'Archimède motorisée continue à apporter les granulés. Un conduit permet d'apporter l'air extérieur jusqu'au creuset. Un autre ventilateur évacue la fumée.
Phase 3 20 min	La vis d'Archimède est arrêtée et n'apporte plus les granulés. La ventilation de la fumée fonctionne toujours. La ventilation de l'air chaud permet de refroidir le poêle.

1. Indiquer la nature (thermique, électrique, mécanique ou lumineuse) de la puissance consommée dans l'indication :

« Consommation Min/Max : 50 W / 340 W ».

On souhaite effectuer des mesures électriques.

2. Recopier et compléter le schéma ci-dessous en y ajoutant un voltmètre et un ampèremètre. Indiquer la position du sélecteur (DC ou AC).



Pour rendre le poêle à granulés complètement autonome, l'alimentation électrique est assurée par une batterie. Cette batterie est rechargée par un panneau photovoltaïque au cours de la journée.

À la sortie de la batterie, un dispositif convertit « le 12 V_{DC} en 230 V_{AC} ».

3. Expliquer ce que signifient ces indications.

En plus du voltmètre et de l'ampèremètre, on ajoute un wattmètre afin de mesurer la puissance électrique consommée par le poêle.

Les mesures effectuées pour un cycle de fonctionnement sont indiquées ci-dessous.

	Durée (en min)	P (en W)	U (en V)	I (en A)
Phase 1	4	335	234	1,44
Phase 2	480	48,1	234	2.05
Phase 3	20	58,0	234	1.55

La notice du wattmètre indique une précision de $\pm 0,5\% + 10$ digits.

4. Déterminer la précision Δ de la mesure de la puissance lors de la phase 1 ainsi que l'incertitude-type :

$$u(P) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$$

Exprimer cette mesure sous la forme $P \pm u(P)$ où ce qui suit le \pm correspond à l'incertitude-type.

5. Calculer le produit $U \times I$ lors de la phase 1.
6. Estimer l'écart entre ce produit et la valeur de P en nombre d'incertitudes-types. Conclure et interpréter.
7. Indiquer pourquoi le produit $U \times I$ est très différent de la puissance P mesurée lors des deux autres phases.
8. Déterminer l'énergie électrique (en J) consommée pour un cycle de fonctionnement.
9. En déduire la puissance électrique moyenne consommée par le poêle à granulés. Comparer cette valeur aux données du constructeur.

Tension de sortie

En réalité, la tension électrique produite par le dispositif en sortie de la batterie n'est pas sinusoïdale.



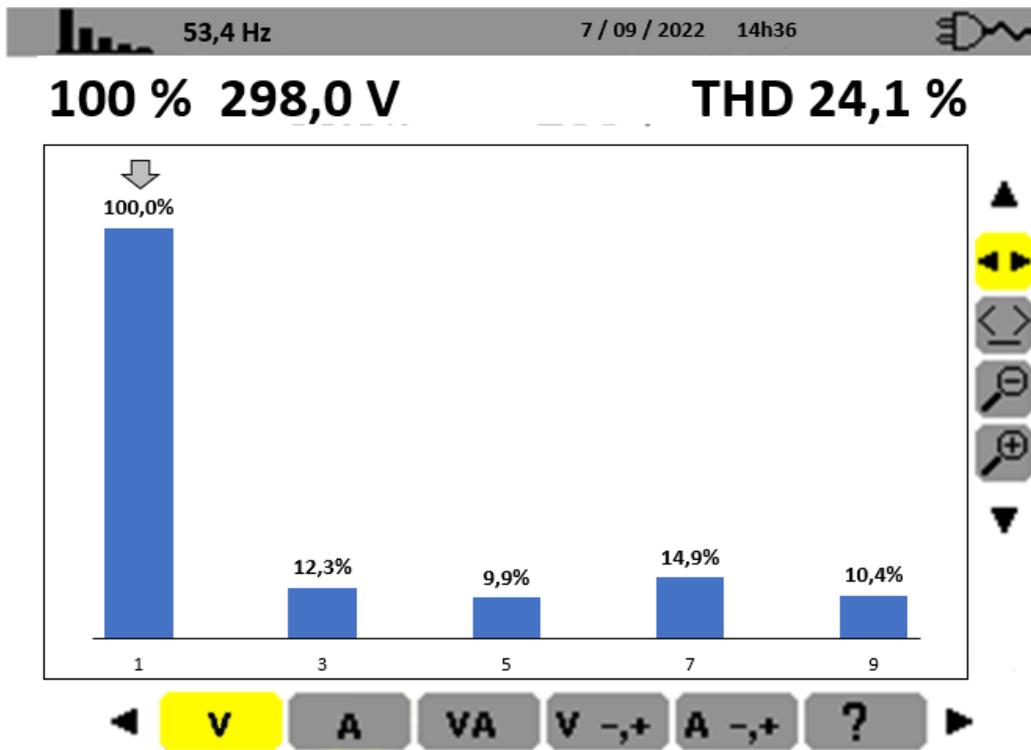
Base de temps (abscisses) :
2 ms/division

Calibre de tension (ordonnées) :
100 V/division

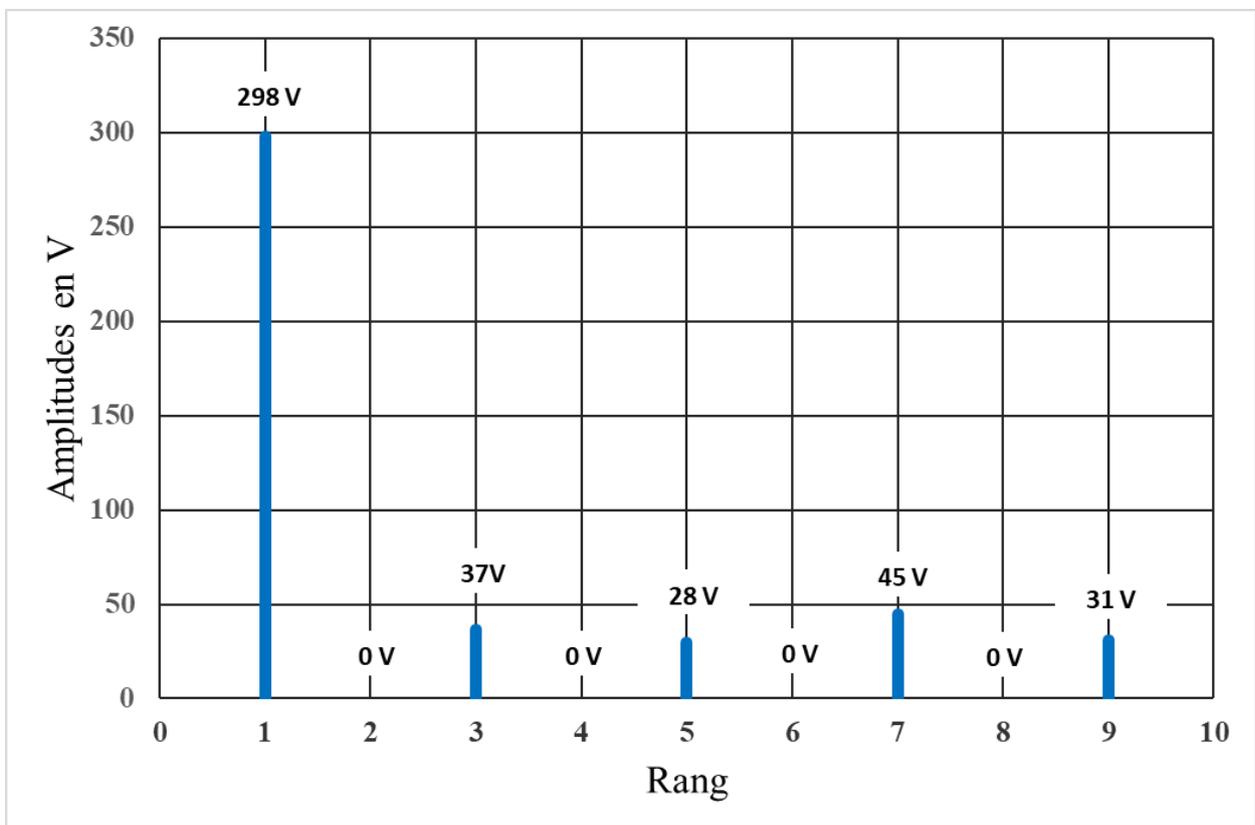
1 division \Leftrightarrow 1 carreau

10. Déterminer la période de la tension visualisée sur l'oscilloscope et en déduire la fréquence (en Hz).

La mesure du spectre se fait à l'aide d'un appareil réalisant la fonction "analyseur de spectre".



Le spectre d'amplitude de la tension à la sortie du dispositif est représenté ci-dessous :



11. Déterminer la fréquence f_3 de l'harmonique de rang 3 sachant que la fréquence du fondamental est $f_1 = 50$ Hz.

Le taux de distorsion harmonique THD (*Total Harmonic Distortion* en anglais) est un indicateur de la distorsion d'un signal par rapport à une forme sinusoïdale. Il s'exprime en %.

$$THD = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + A_5^2 + \dots}}{A_1}$$

avec

A_1 : amplitude du fondamental ;
 A_2, A_3, \dots : amplitudes des harmoniques.

Plus le réseau électrique est « pollué » (THD élevé), plus il y a d'harmoniques et plus cela génère des dysfonctionnements et des échauffements dans les récepteurs et appareillages. La distorsion du signal est ainsi une cause de pertes énergétiques.

12. Vérifier par un calcul le THD indiqué par l'analyseur de spectre en utilisant le spectre d'amplitude.
13. Dans le cas d'un signal purement sinusoïdal, indiquer ce que serait la valeur du THD .