

Sécurité en électricité : Le disjoncteur différentiel

Activité documentaire

Comprendre la phase, le neutre et la terre : Rôle des disjoncteurs différentiels**Document 1 : Rôle de la phase, du neutre et de la terre**

Dans une installation domestique :

- La phase transporte l'énergie électrique depuis le réseau jusqu'aux appareils.
- Le neutre est le retour du courant vers le réseau pour fermer le circuit.
- La terre est une prise de sécurité, reliée directement au sol, qui permet d'évacuer les courants de fuite afin de protéger les personnes en cas de défaut d'isolement.

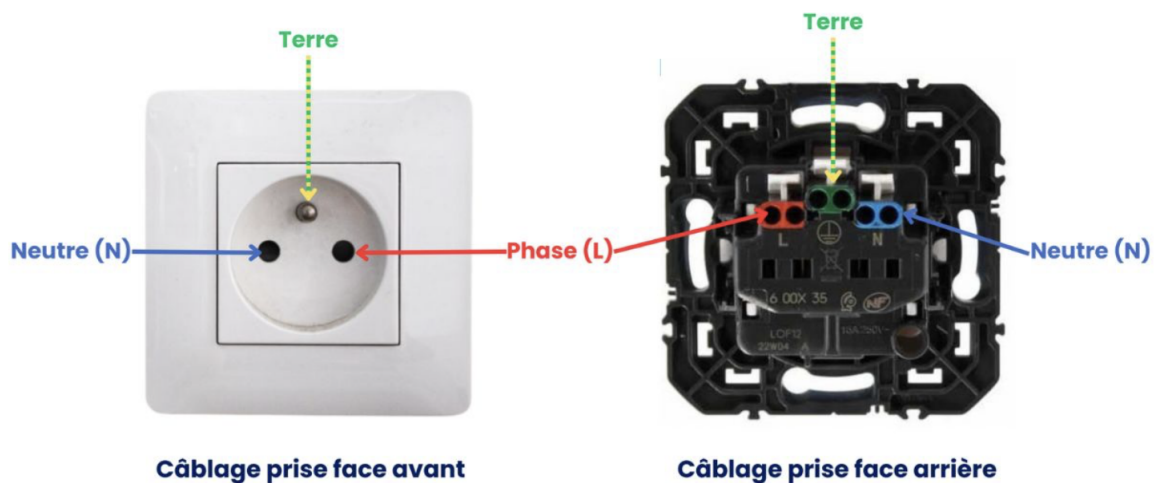
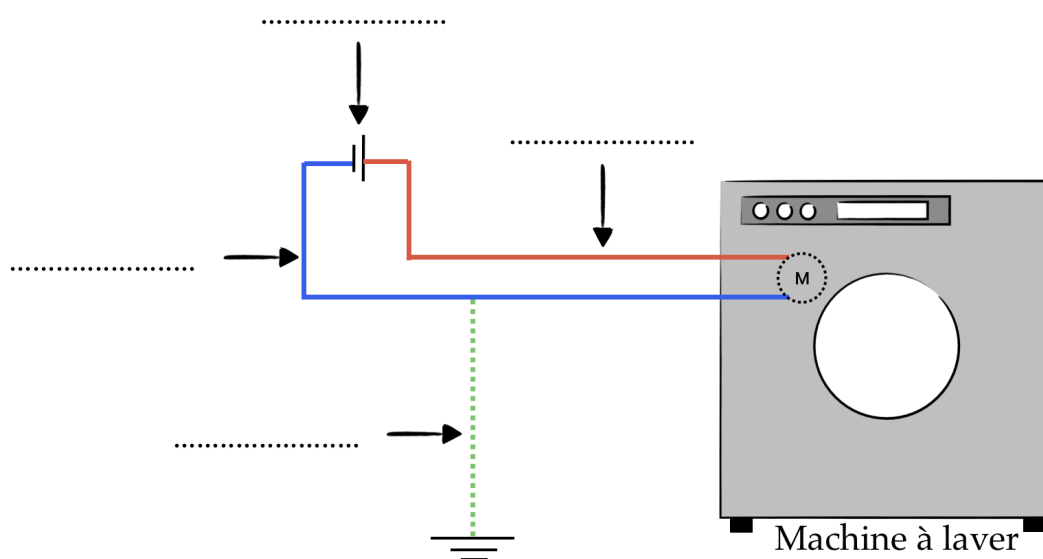
**A****Cas 1 : Machine à laver fonctionnelle**

Figure 1 – Machine à laver fonctionnelle

Q1 Compléter la figure 1 avec les termes : Phase, Neutre, Terre, réseau EDF.

Q2 A partir de l'annexe, quelle est la tension et la puissance de fonctionnement de la machine à laver ?
BONUS : Relever l'erreur qui se cache dans l'Annexe.

Données

On donne :

$$P_{elec} = U_{eff} \times I_{eff}$$

Q3 Quel est le courant efficace qui circule à travers la machine à laver ? Commenter cette valeur.

B Cas 2 : Une machine à laver défectueuse

Document 2 : Une phase qui se dénude ?!

Un lave-linge présente un défaut d'isolation. Par détérioration de la gaine isolante, le fil de phase dénudé, touche la carcasse métallique de l'appareil.

Il apparaît alors un courant de fuite i_{fuite} qui se dissipe dans la carcasse de la machine à laver.

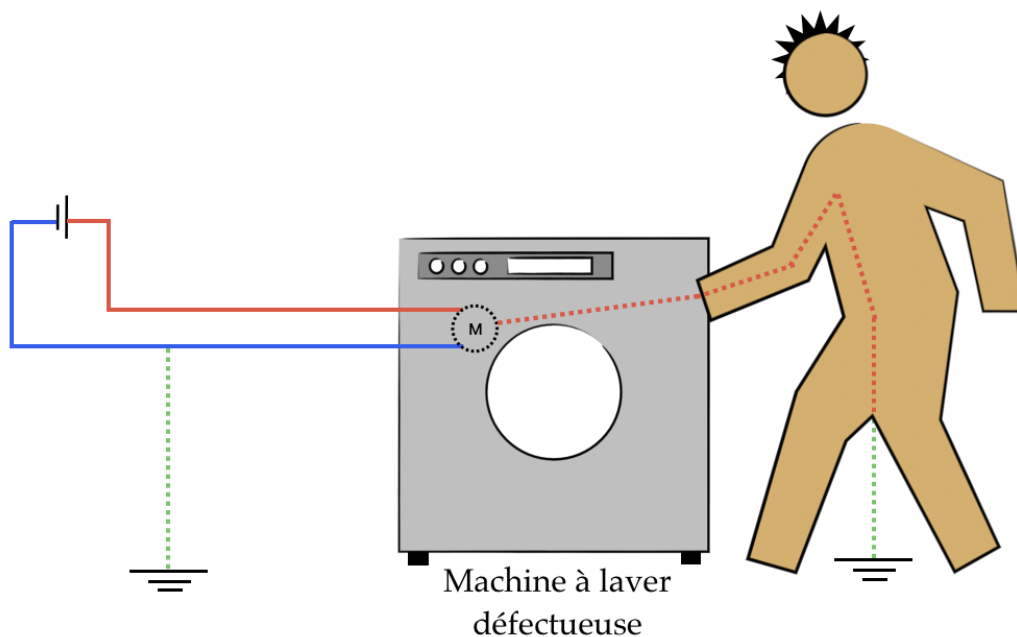


Figure 2 – Machine à laver défectueuse

Q4 Expliquer pourquoi sur la figure 2, le bonhomme pourrait être en danger.

Q5 Représenter sur le schéma du document 3 avec des flèches les courants : i_{phase} , i_{neutre} et i_{fuite} .

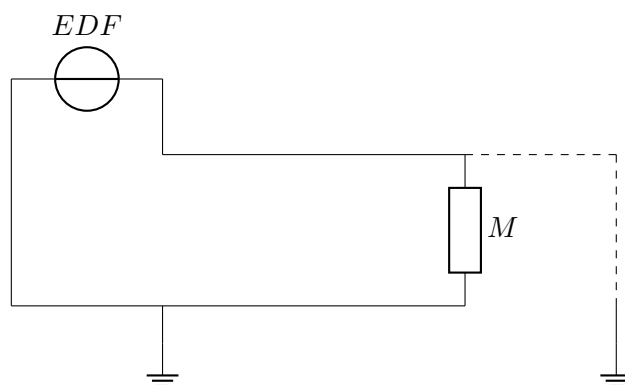
Données

Les seuils d'intensité associés aux effets sont les suivants :

- $< 1 \text{ mA}$: Effet imperceptible.
- $1 \text{ mA} - 10 \text{ mA}$: Picotements.
- $10 \text{ mA} - 30 \text{ mA}$: Tétanisation.
- $> 50 \text{ mA}$: Risque de fibrillation cardiaque.

Document 3 : Schéma équivalent

Voici un schéma équivalent à la situation :



Q6 Sachant que la résistance globale de la carcasse de la machine à laver est de $4.0\text{ k}\Omega$. La tension au niveau de la carcasse est le même que celle du réseau EDF. Calculer le courant de fuite i_{fuite} .

Données

Loi d'Ohm :

$$U_{eff} = R \times I_{eff}$$

Q7 Que risque le bonhomme ?

C**Une solution envisageable : le disjoncteur différentiel****Document 4 : Le disjoncteur différentiel**

Un disjoncteur différentiel compare les intensités passant par la phase et le neutre. Si une différence est détectée, cela indique un courant de fuite (vers la terre ou ailleurs), et le circuit est immédiatement coupé pour protéger les personnes. En général, si un courant de fuite supérieur à 30mA est détecté, le disjoncteur coupe le circuit.

Q8 Vrai ou Faux : "Le courant dans une boucle est toujours le même."

Q9 Expliquez en quoi la présence d'une différence entre i_{phase} et i_{neutre} implique la présence d'un courant de fuite.

Q10 Les plombs ont-ils sauté quand le bonhomme touche la carcasse ?

Annexe

Samsung				
Nom du modèle			WF1802XE* WF1802WE*	WF1800XE* WF1800WE*
Capacité	kg		8	
Classe énergétique				
A +++ (plus haute efficacité) à D (plus basse efficacité)			A+++	A+++
Consommation énergétique				
Consommation d'énergie annuelle (AE_C) ¹⁾	kWh/an		190	190
Consommation d'énergie (E_t.60) coton 60 ° C en charge pleine	kWh		1,09	1,09
Consommation d'énergie (E_t.60.1/2) coton 60 ° C en demi-charge	kWh		0,80	0,80
Consommation d'énergie (E_t.40.1/2) coton 40 ° C en demi-charge	kWh		0,53	0,53
Consommation en mode Éteint (P_o)	W		0,45	0,45
Consommation en mode Veille (P_l)	W		5	5
Consommation d'eau annuelle (AW_c) ²⁾	l/an		10800	10800
Classe d'efficacité d'essorage ³⁾				
A (Efficace) à G (Peu efficace)			B	C
Vitesse d'essorage maximale	tr/min		1200	1000
Taux d'humidité résiduelle	%		53	62
Programmes auxquels les informations sur l'étiquette et la fiche technique renvoient			Coton 60 °C et 40 °C + intensif + Eco Bubble ⁴⁾	
Durée d'un programme standard				
Coton à 60°C, en charge pleine	min		216	216
Coton à 60°C, en demi-charge	min		120	120
Coton à 40°C, en demi-charge	min		115	115
Durée en mode Veille	min		2	2
Niveau sonore				
Lavage	dB (A) re 1 pW		56	56
Essorage	dB (A) re 1 pW		75	75
Dimensions				
Dimensions de l'appareil	Hauteur	mm	850	
	Largeur	mm	600	
	Profondeur ⁵⁾	mm	450	
Poids net	kg		62	
Poids brut	kg		64	
Poids de l'emballage	kg		2	
Pression de l'eau	kPa		50-800	
Raccordement électrique				
Puissance	V		220-240	
Consommation	W		2000-2400	
Fréquence	Hz		50	
Nom du fournisseur			Samsung Electronics Co., Ltd.	

Valeur efficace d'un signal périodique

TP

Partie cours / rappels

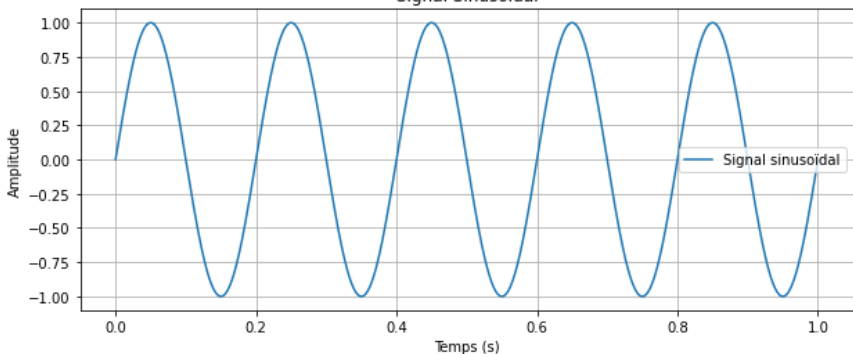
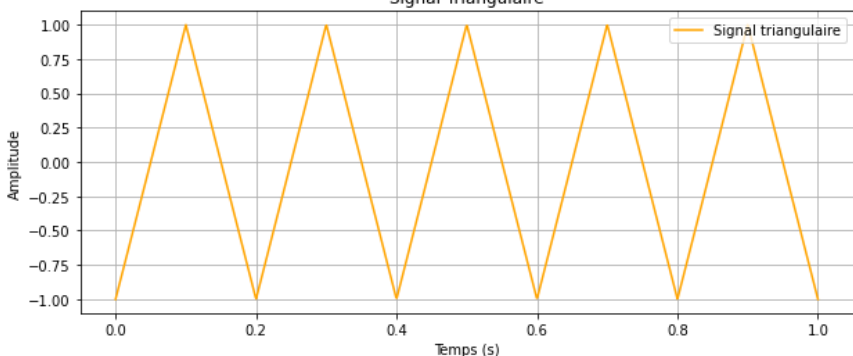
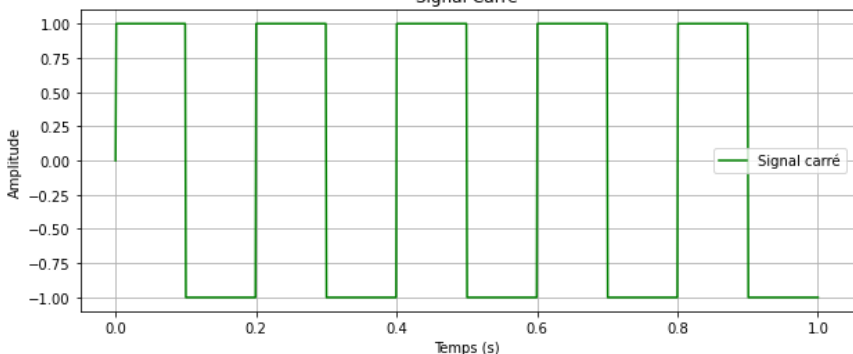
Type de signal	Valeur moyenne, Voltmètre en mode DC	Valeur efficace alternative / Voltmètre en mode AC	Valeur efficace du signal / Voltmètre en mode AC+DC
Signal sinusoïdal	$\langle u(t) \rangle = 2,0 \text{ V}$	$U_{\text{alt,eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$	$U_{\text{eff}} = \sqrt{\langle u \rangle^2 + (U_{\text{alt,eff}})^2}$
Signal Sinusoïdal 			
Signal carré	$\langle u(t) \rangle = 2,0 \text{ V}$	$U_{\text{alt,eff}} = U_m$	$U_{\text{eff}} = \sqrt{\langle u \rangle^2 + (U_{\text{alt,eff}})^2}$
Signal Triangulaire 			
Signal triangulaire	$\langle u(t) \rangle = 2,0 \text{ V}$	$U_{\text{alt,eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}$	$U_{\text{eff}} = \sqrt{\langle u \rangle^2 + (U_{\text{alt,eff}})^2}$
Signal Carré 			

Table 1 – Comparaison des signaux et calculs de valeurs moyennes et efficaces.

I Déterminer la valeur efficace d'un signal périodique sinusoïdal

A Un signal sinusoïdal alternatif

Protocole

- ☐ Prenez un Générateur Basse Fréquence (GBF) et un oscilloscope.
- ☐ Branchez les entre eux à l'aide de connecteurs BNC et de fiches bananes.
- ☐ Faites les réglages sur le GBF pour qu'il délivre une tension sinusoïdale, d'amplitude $U_m = 5,0 \text{ V}$, de fréquence $f = 500 \text{ Hz}$.
- ☐ Régler l'oscilloscope pour que l'on puisse y observer deux périodes.

Q1 Caractériser le signal obtenu à l'aide des adjectifs usuels.

 Appeler le professeur, afin qu'il valide votre travail.

On souhaite mesurer la valeur moyenne de ce signal grâce à un multimètre.

Protocole

- ☐ Remplacer l'oscilloscope par un multimètre. Ne plus toucher au GBF.

Q2 Relever la valeur moyenne mesurée par le multimètre, $\langle u \rangle_{\text{multimètre}}$, avec le plus grand nombre de chiffres significatifs possible.

Q3 Le signal est-il alternatif? Justifier.

On souhaite mesurer la valeur efficace de ce signal alternatif, grâce au multimètre.

Q4 Mesurer à l'aide du voltmètre la tension efficace de ce signal?

Q5 Recopier et compléter les phrases suivantes : (à connaître par cœur)

- « Un voltmètre en mode DC mesure _____ d'un signal variable périodique. »
- « Un voltmètre en mode AC+DC mesure _____ d'un signal variable périodique. »

Q6 Vérifier grâce à vos mesures que pour un signal sinusoïdal alternatif on a bien : $U_{\text{eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

 Appeler le professeur, afin qu'il valide votre travail.

B Un signal sinusoïdal non alternatif

Protocole

- ☐ Remplacer le multimètre par l'oscilloscope.
- ☐ Faites les réglages sur le GBF pour qu'il délivre une tension sinusoïdale, d'amplitude $U_m = 5,0 \text{ V}$, de fréquence $f = 500 \text{ Hz}$, ayant pour valeur d'offset $\langle u \rangle = 2,0 \text{ V}$.
- ☐ Régler l'oscilloscope pour que l'on puisse y observer deux périodes.

Q7 Qu'est ce qui change sur le chronogramme lorsque l'on change la valeur de l'offset?

👉 Appeler le professeur, afin qu'il valide votre travail.

 Protocole

- ☐ Remplacer l'oscilloscope par un multimètre. Ne plus toucher au GBF.

Q8 Mesurer la tension efficace et la tension moyenne de ce signal $U_{\text{eff,exp}}$.

Q9 Calculer la valeur théorique de la tension efficace $U_{\text{eff,calc}}$. Calculer l'écart relatif.

II Déterminer la valeur efficace d'un signal périodique triangulaire

On souhaite vérifier le lien (la formule) entre la valeur efficace U_{eff} d'un signal triangulaire alternatif et l'amplitude de ce signal U_m :

Document 1 : Formule que l'on souhaite valider

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

- U_{eff} est la tension efficace.
- U_m l'amplitude de la tension délivrée par le GBF.

 Protocole

- ☐ Régler le générateur basse fréquence pour obtenir une tension triangulaire alternative de fréquence 2,0 kHz et d'amplitude $U_m = 4 \text{ V}$.
- ☐ Mesurer la tension efficace.

Q10 Remplir le tableau suivant :

Amplitude du GBF	$U_m = 1\text{V}$	$U_m = 2\text{V}$	$U_m = 3\text{V}$	$U_m = 4\text{V}$	$U_m = 5\text{V}$
Tension efficace calculée					
Tension efficace mesurée					

Q11 Tracer le graphique donnant U_{eff} en fonction de U_m en déduire la relation entre l'amplitude U_m et la valeur efficace U_{eff} .

👉 Appeler le professeur, afin qu'il valide votre travail.

Q12 Cette relation est-elle compatible avec ce que prévoit la théorie : $U_{\text{eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}$

Haas Minimill VF1, CV300M

Activité documentaire

Contexte

Vous êtes ingénieur et vous travaillez pour Mr DETCHEVERRY, votre patron, qui vous demande de faire un compte rendu sur la fabrication d'une pièce mécanique produite avec une machine fréquemment utilisée par les techniciens de votre équipe.

Document 1 : Une fraiseuse

Une machine de fraisage, souvent appelée fraiseuse, est une machine-outil utilisée pour usiner des pièces en métal, bois, plastique ou d'autres matériaux. Elle effectue des opérations d'enlèvement de matière grâce à une fraise (outil rotatif), pour produire des formes variées comme des rainures, des rainures en T, des surfaces planes, des formes complexes ou des engrenages.

La fraiseuse présente les intérêts suivants :

- Enlèvement de matière : Une fraise tourne rapidement et vient couper le matériau pour donner la forme souhaitée.
- Travail de précision : Les fraiseuses permettent des tolérances très fines, idéales pour l'usinage de pièces complexes.
- Polyvalence : Elles peuvent être utilisées pour créer des pièces simples (rainures, surfaces planes) ou des formes complexes (profilés, alésages précis).

Document 2 : Haas Minimill

Caractéristiques :

- Type CU-3 axes
- Date de fabrication : 01/04/2004
- Numéro de série : 35539
- Puissance : 15 kW
- Date du dernier entretien : 09/2008
- Prix : 40k euros
- Ne peut pas tourner plus de 4h d'affilé.

Données

- Tension secteur : La fraiseuse est alimentée par une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 230, V$.
- Intensité électrique : Inconnue.
- Efficacité mécanique : Une expérience complémentaire montre que la fraiseuse transfère une puissance mécanique de rotation à son outil équivalente $\eta = 78\%$

Document 3 : Rendement

Le rendement est une grandeur physique qui mesure la proportion de l'énergie utile par rapport à l'énergie consommée. Il est exprimé sous la forme d'un rapport ou en pourcentage.

Formule :

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{consommée}}}$$

η : le rendement,

E_{utile} : l'énergie (ou puissance) utile fournie,

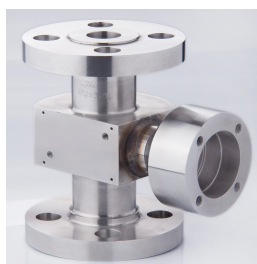
$E_{\text{consommée}}$: l'énergie totale consommée par le système.

Document 4 : Emploi du temps des techniciens

Heures	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
8h-10h	Travail	Travail	Travail	Travail	
10h-12h	Travail	Travail	Travail	Travail	Travail
12h-14h	Travail	Pause	Pause	Pause	Pause
14h-16h	Pause	Travail	Travail	Travail	Travail
16h-18h	Travail	Travail		Travail	Travail

Document 5 : Pièce à fabriquer

La pièce mécanique à fabriquer est la suivante et elle ne nécessite que l'utilisation de la fraiseuse et d'un salarié.

**Données**

- Masse : 2kg
- Temps de fabrication : 6h30
- Matériau : Alliage de Ferroaluminium (Aluminium 40% et fer 60%).
- Chute : 400g

Document 6 : Différents prix de métaux

Metal	Prix en \$ (USD)	Prix en Euros (EUR)	Prix en Yen (JPY)
Aluminium	2.50	2.30	360
Cuivre	8.90	8.20	1280
Fer	0.80	0.75	115
Argent	780.00	720.00	112000
Nickel	22.50	20.80	3200
Zinc	3.20	3.00	490
Plomb	2.10	1.95	300

Données

Le prix de l'électricité est de 0.25 euros le kWh.

Le salarié est payé 2000 euros par mois et peut travailler jusqu'à 35h.

 Faites un bilan concernant la production de cette pièce, ainsi que l'utilisation de la Haas Minimill.

- Calculer les coûts de production
- Indiquer des moyens de les diminuer
- Proposez des emplois du temps optimisés
- Commenter les conditions de travail et de sécurité
- Calculer le nombre de pièces produites chaque année
- Discutez d'un prix de vente possible et calculer les profits ...