BTS CIEL	LES GRANDEURS PÉRIODIQUES : GÉNÉRALITÉS	Chapitre 3
Physique		

I- LES GRANDEURS VARIABLES

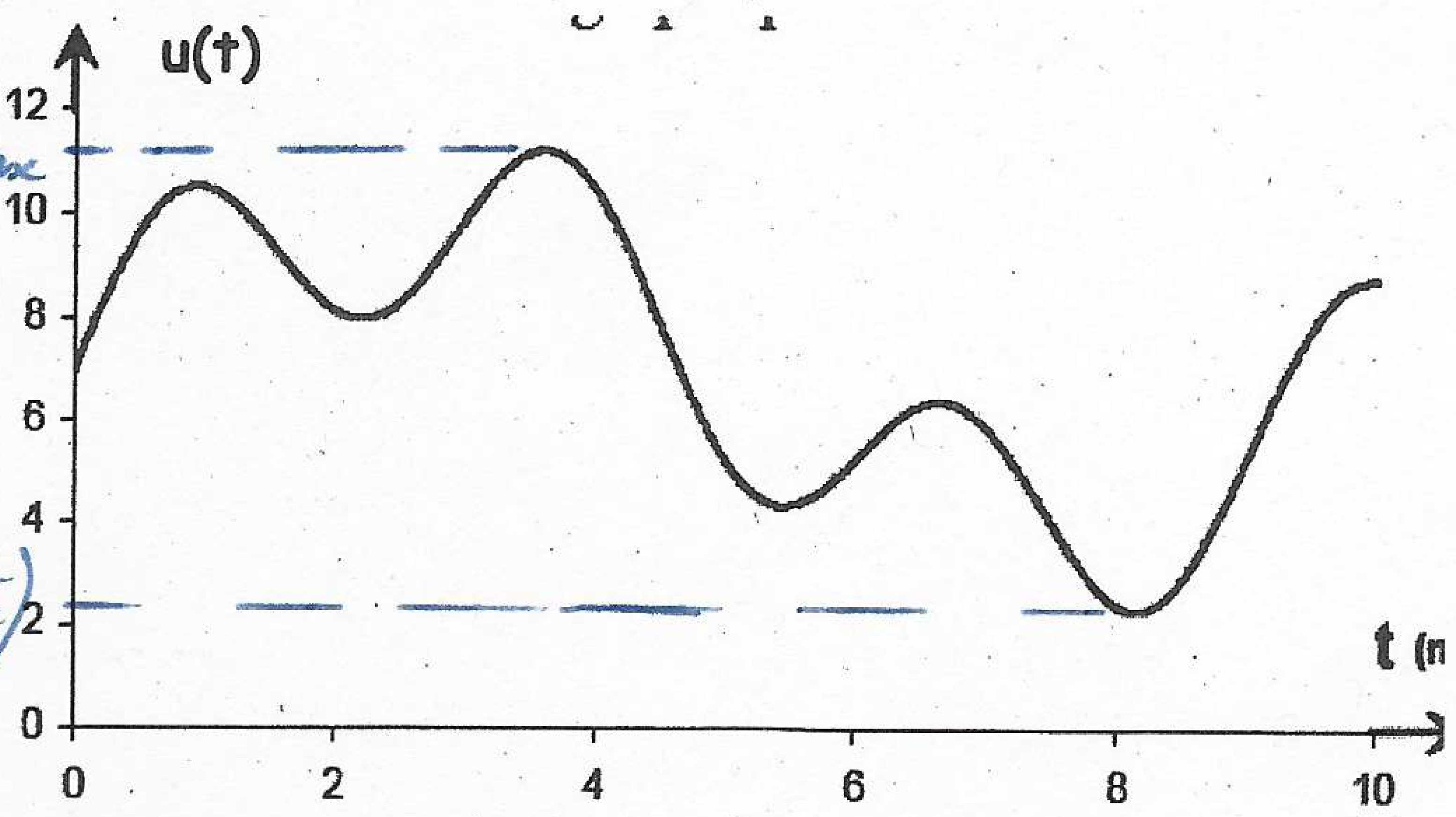
1- Introduction

La plupart des grandeurs physiques sont variables au cours du temps.
Donnons quelques exemples :

- la pression atmosphérique (P en mbar) mesurée sur plusieurs jours,
- l'éclairement (E en lux) dû au soleil sur une journée,
- la tension électrique fournie par EDF en quelques millisecondes,

2- Représentation

Les grandeurs variables dépendent du temps, on les notera en **lettres minuscules**.



La grandeur variable sera représentée sur l'ordonnée d'un graphique dont l'abscisse est le temps.

Notations :

$v(t)$ ...... valeur instantanée

$\hat{V}$ - V_{max} ...... valeur max (Amplitude - val crête)

$\check{V}$ - V_{min} ...... valeur minimal - valeur creuse

....

Remarque :
Les lois des nœuds et des mailles sont valables quelque soit le régime, si on les applique aux valeurs instantanées.

II- LES GRANDEURS PÉRIODIQUES

1- La période

Beaucoup de grandeurs ont des variations qui se reproduisent identiquement entre deux instants consécutifs.

Définition : Un signal est dit périodique lorsqu'il se répète à l'identique avec un motif de durée constante qu'on appelle période $\boxed{T}$

Remarque : L'étude d'un signal périodique pourra donc se faire sur une seule période.

2- La fréquence :

Définition : La fréquence f, exprimée en Hertz (Hz), d'une grandeur périodique est le nombre de périodes contenues dans une durée égale à une seconde.
En une seconde, on aura f périodes de durée T donc f xT = 1s ce qui donne :

$$\boxed{f = \frac{1}{T}}$$ avec f en Hertz (Hz) et T en secondes (s)

Les multiples pour l'unité de fréquence sont :

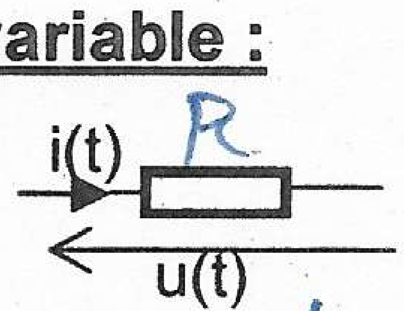
le kilohertz : 1 kHz = 10^3 Hz (T=1ms);
le mégahertz : 1 MHz = 10^6 Hz (T=1µs) ;
le gigahertz : 1 GHz = 10^9 Hz (T=1ns);
le térahertz : 1 THz = 10^{12} Hz (T=1ps).

On peut citer quelques fréquences utilisées en électricité et électronique :

Réseau EDF : f = 50 Hz (T = 0,02 s ou 20ms) ;
France Inter en grandes ondes : f = 162 kHz ;
Bande radio FM : de 88 MHz à 108 MHz ;
Téléphone cellulaire : 900 MHz et 2,6 GHz.

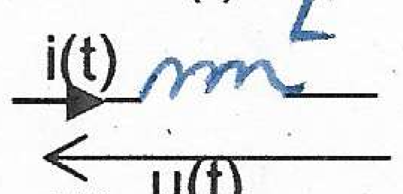
3- Loi d'Ohm en régime variable :

3.1 Résistance



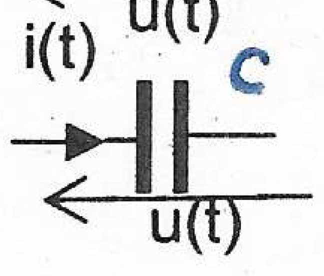
$u(t) = R.i(t)$ tension proportionnelle au courant.

3.2 Bobine parfaite



$u(t) = L.\frac{di(t)}{dt} = L.i'$ tension proportionnelle à la dérivée du courant.

3.3 Condensateur



$i(t) = C.\frac{du(t)}{dt}$ courant proportionnelle à la dérivée de la tension

4- La valeur moyenne

Définition : La valeur moyenne d'un signal périodique **s(t)**, notée **S_{moy}** ou **< s(t) >** ou $\bar{S}$, est définie par la relation :

$$\boxed{\langle s(t)\rangle = \frac{1}{T}\int s(t)\,dt}$$

Pour les signaux « simples », l'intégrale se ramène à un calcul d'aire, on obtient la relation : $\boxed{\langle s(t)\rangle = \frac{aire}{T}}$

avec A surface entre la courbe **s(t)** et l'axe des abscisses.

$\frac{b \times h}{2}$ = triangle   c x c = rectangle

Méthode de calcul :

- Repérer une période du signal (motif)
- Calculer la surface A en faisant la somme algébrique de toutes les surfaces pour une période **T** (si la courbe est en dessous de l'axe, la surface sera négative) ;
- Finir par le calcul S_{moy} = $\frac{A}{T}$

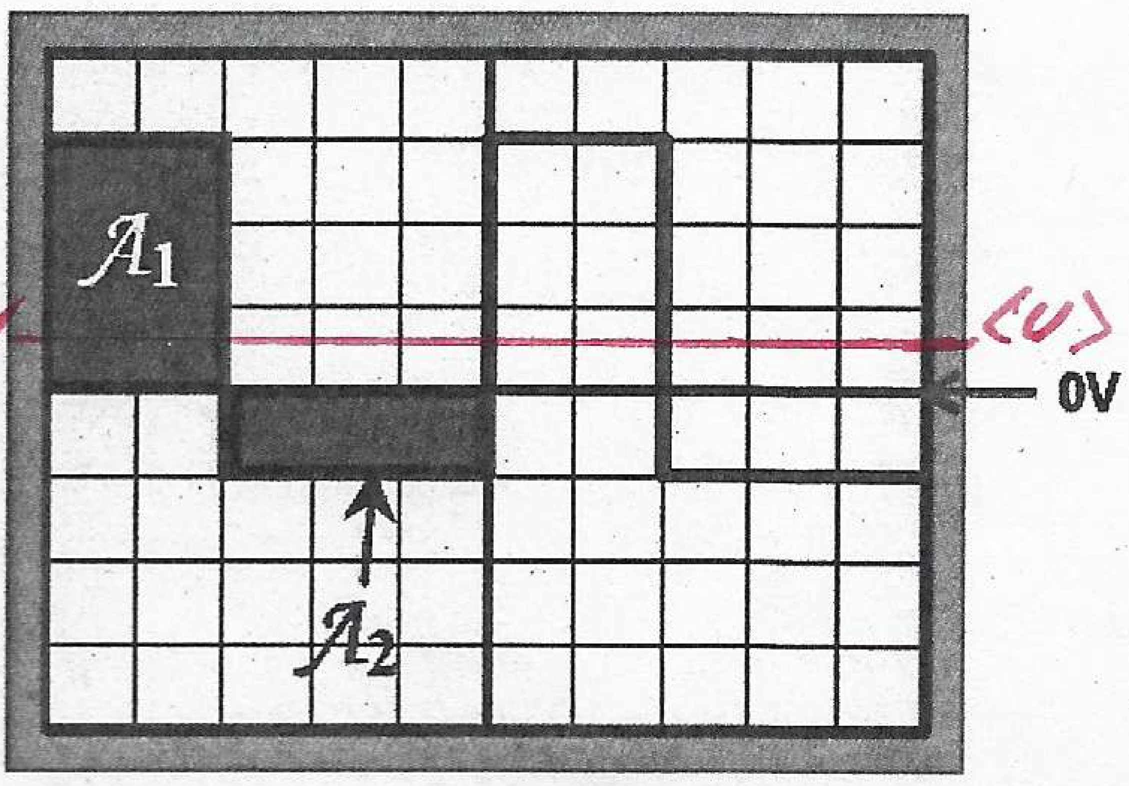
Exemple :
Calculer la valeur moyenne de la tension u(t) représentée sur l'oscillogramme ci-contre :

$T = 5 \times 1 = 5\,ms$

$A_1 = 6 \times 2.10^{-3} = 12.10^{-3}$ $A_2 = (-2) \times 3.10^{-3} = -6.10^{-3}$

$A = A_1 + A_2 = 12.10^{-3} + (-6).10^{-3} = 6.10^{-3}$

$\langle u(t)\rangle = \frac{A}{T} = \frac{6.10^{-3}}{5.10^{-3}} = 1,2\,V$



Temps :
1ms / div

Voie 1 :
2V / div
DC

Voie 2 :
Inactive
DC

***Remarques importantes* :**

- La valeur moyenne est toujours indépendante de la période.
- Un signal ayant une **valeur moyenne nulle** est appelé un signal alternatif
- La valeur moyenne est aussi appelée "composante continue".
- Si $s(t) = s_1(t) + s_2(t)$ alors $\langle s(t)\rangle = \langle s_1(t)\rangle + \langle s_2(t)\rangle$
- Si $s(t) = s_1(t) \times s_2(t)$ alors $\langle s(t)\rangle \neq \langle s_1(t)\rangle \times \langle s_2(t)\rangle$

Mesure de la valeur moyenne

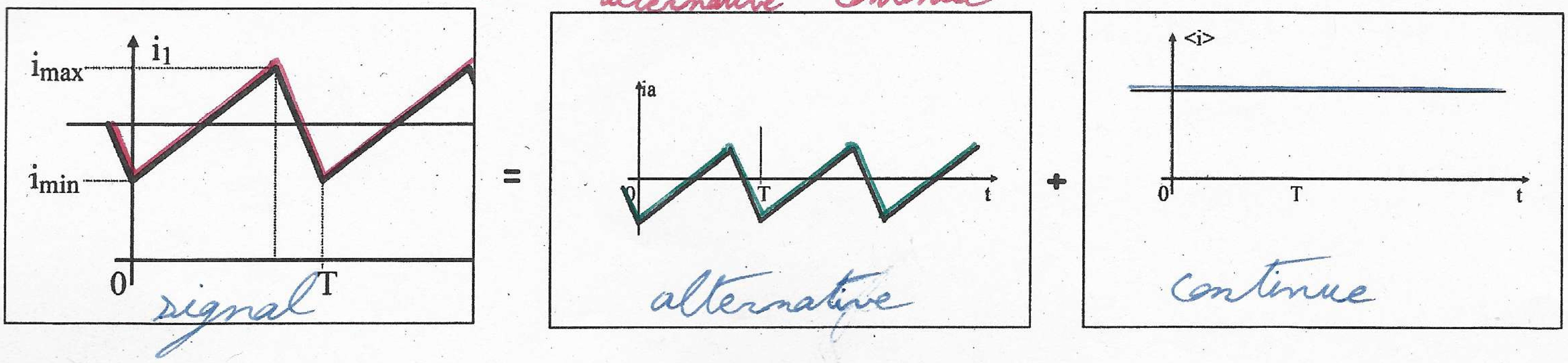
➢ La valeur moyenne d'une grandeur se mesure avec un appareil numérique en position **"DC"**

Composition d'un signal périodique
Tout signal périodique s(t) peut se décomposer en la somme d'un signal alternatif $s_a(t)$ et d'un signal continu égal à sa valeur moyenne <s(t)>.

$$\boxed{s(t) = s_a + \langle s(t)\rangle}$$

signal   composante alternative   composante continue

exemple



~~4~~ 5- La valeur efficace

Expérience

Alimentons une ampoule d'éclairage supposée "résistive" avec la tension u sinusoïdale alternative.
Nous constatons que l'ampoule brille; elle reçoit donc de l'énergie bien que $U_{moy} = 0V$.
Alimentons cette même ampoule avec une tension continue U que l'on règlera jusqu'à avoir le même éclairement qu'avec la tension alternative. On remarque alors que la tension continue a été réglée à U = 25 V.
On va donc définir une grandeur appelée "valeur efficace" qui sera utile pour caractériser les notions de puissances et énergies.

Définition : La valeur efficace d'une tension périodique u est la tension constante U qui fournirait la même puissance à une résistance.
Cette définition est aussi valable pour un courant i.

Relation générale :
La valeur efficace S (lettre majuscule) d'une grandeur périodique s(t) est définie par la relation : $\boxed{S = \sqrt{s^2(t)}}$

Méthode de calcul :

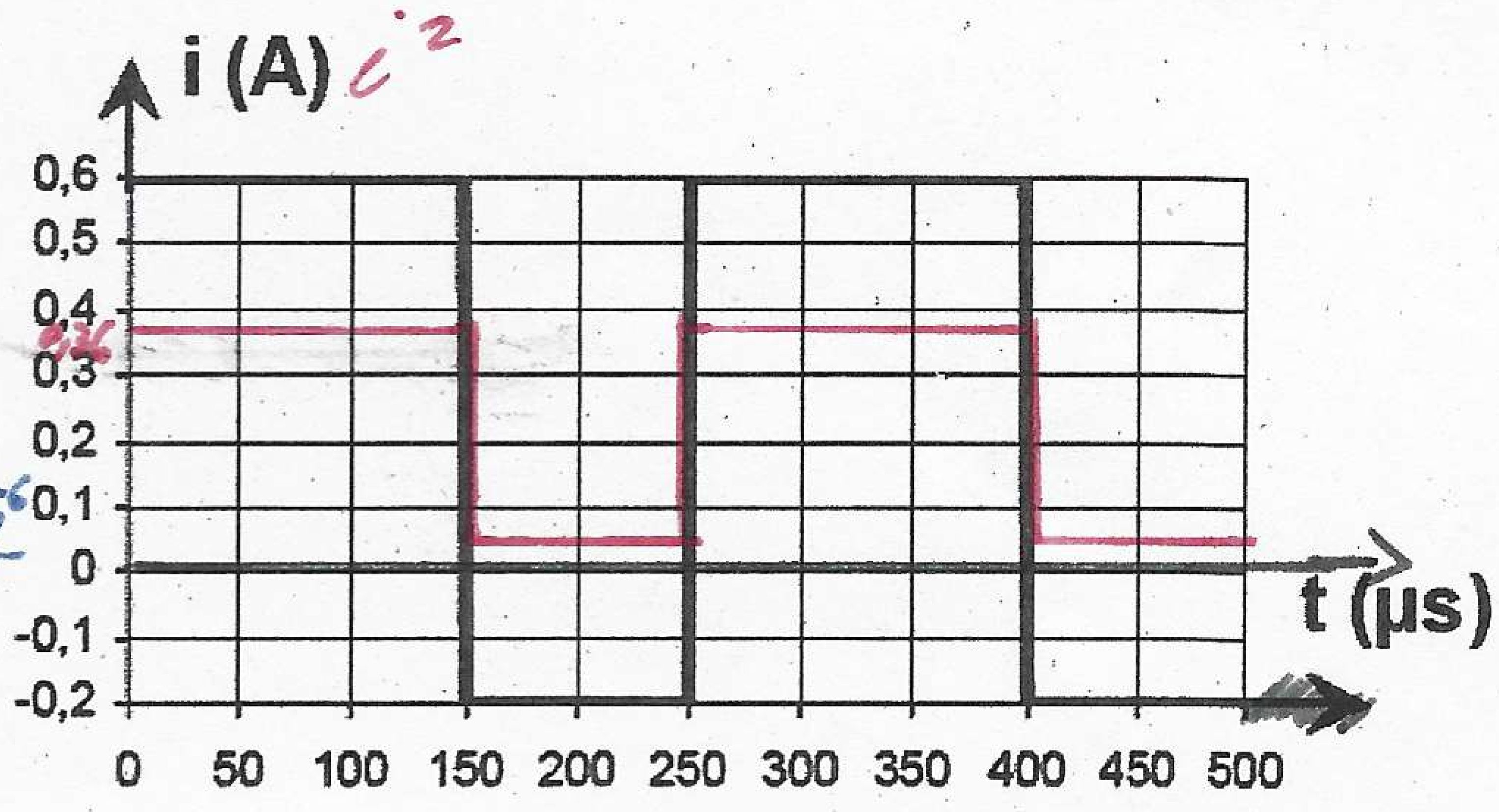
- On repère une période du signal
- On élève le signale au carré → $s(t)^2$
- On calcule la valeur moyenne de ce "carré". → $< s(t)^2 >$
- On calcule la racine carrée de la moyenne du "carré" → $S = \sqrt{< s(t)^2 >}$

Exemple :
Calculer la valeur efficace I du courant i(t) représenté ci-contre :

- $T = 250 \cdot 10^{-6}$ s
- $i(t)^2$: schéma
- $\langle i(t)^2 \rangle = \frac{A}{T} = \frac{0{,}36 \times 150 \cdot 10^{-6} + 0{,}04 \times 100 \cdot 10^{-6}}{250 \cdot 10^{-6}}$

$= 54$

$I = \sqrt{\langle i(t)^2 \rangle} = \sqrt{54} = 7{,}35 A$



Remarque

Si on note <u> la valeur moyenne (composante continue); u_{ac} la valeur efficace de la composante variable (sans la composante continue) et U_{eff} la valeur efficace du signal complet alors on a la relation :

$$U^2_{eff} = \langle u \rangle^2 + U^2_{ac}$$

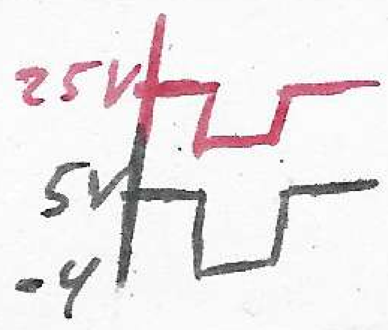
Mesure de la valeur efficace U

L'appareil de mesure à utiliser pour obtenir la valeur efficace d'un signal dépend de la nature de ce signal :

- Si le signal est sinusoïdal, n'importe quel appareil avec une position **AC** convient.
- Si le signal est quelconque, mais **alternatif**, il faut utiliser un appareil numérique de type **RMS** (Root Mean Square) en position AC.
- Si le signal est quelconque, il faut utiliser un appareil numérique de type **TRMS** (True Root Mean Square : vrai racine carrée de la valeur moyenne du carré) en position **AC+DC**.

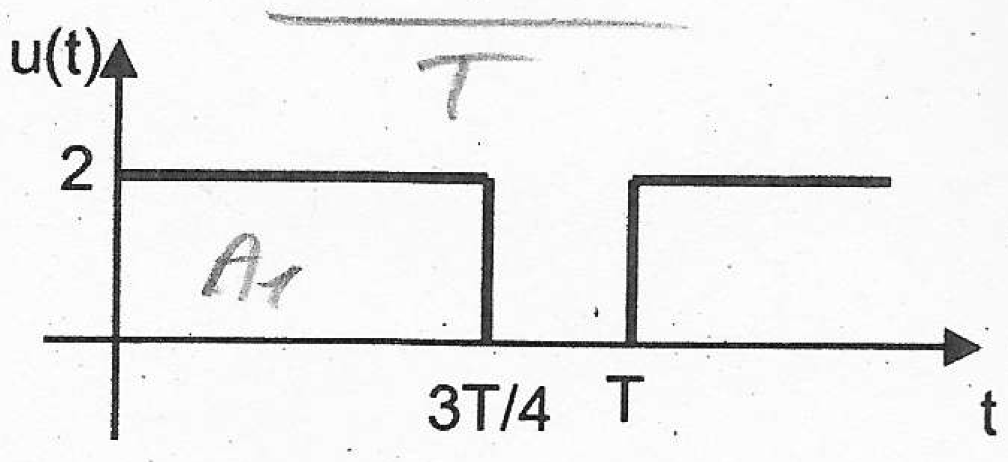
$U_{eff} = \sqrt{\langle U^2 \rangle}$

- signal au carré (dessin) U^2
- moyenne $\langle U^2 \rangle = \frac{A}{T}$
- $U_{eff} = \sqrt{\langle U^2 \rangle}$



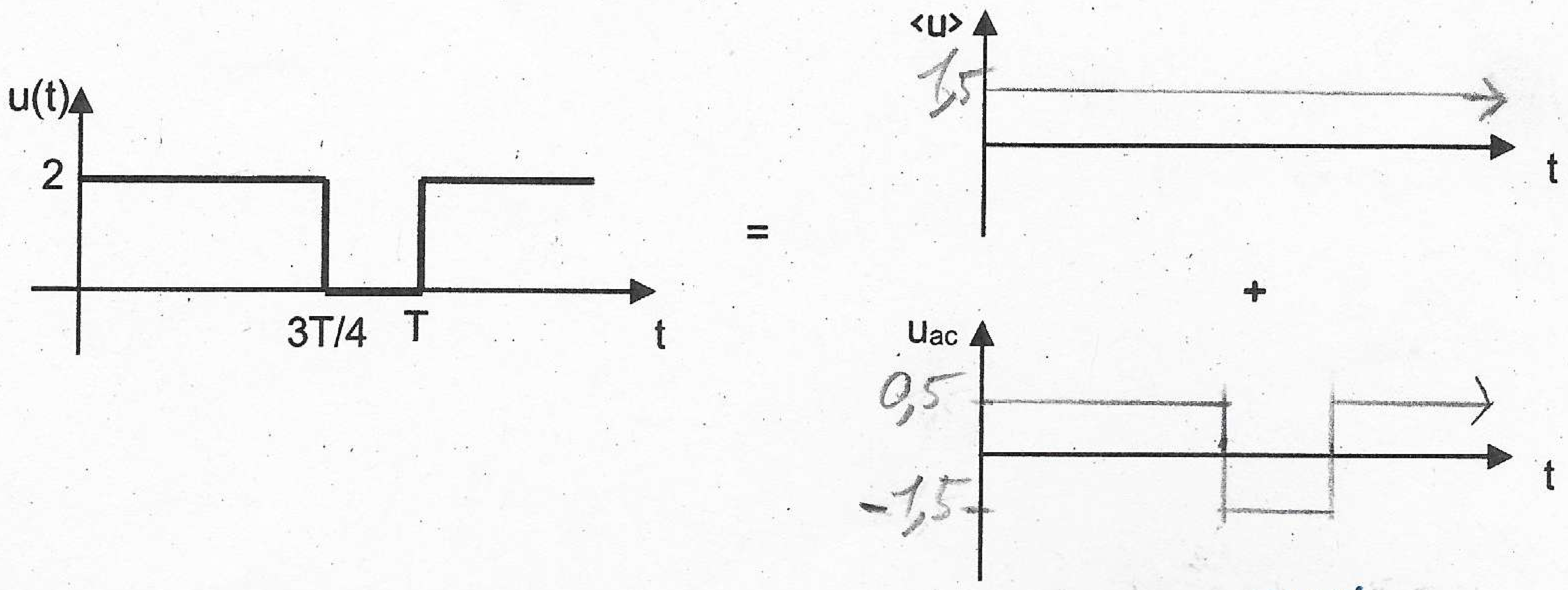
III- APPLICATION :

$\langle u \rangle = \dfrac{2 \cdot (\frac{3}{4}T)}{T}$



→ La tension u(t) est-elle alternative ?...Non moy n'est pas nul
→ Calculer la valeur moyenne <u> de u(t) ?......1,5.........Comment mesurer cette valeur (appareil + couplage)
...multimètre DC....................................

→ Décomposer u(t) en représentant l'allure de sa composante continue <u> et de sa composante alternative u_{ac}



→ Calculer la valeur moyenne $\langle u_{ac} \rangle$ de $u_{ac}(t)$. Ce signal est-il alternatif ?...Oui......

$\langle U_{ac} \rangle = 0$

→ Calculer la valeur efficace U_{ac} de $u_{ac}(t)$. Comment mesurer cette valeur (appareil + couplage) ...Voltmètre... RMS

$\langle U_{ac}^2 \rangle \dfrac{A}{T} = \dfrac{0{,}5^2 \times (\frac{3}{4}T) + (-1{,}5)^2 \times (\frac{1}{4}T)}{T} = 0{,}75$

$U_{ac} = \sqrt{0{,}75} \simeq 0{,}87\,V$

→ Calculer la valeur efficace U de u(t). Comment mesurer cette valeur (appareil + couplage) :
...multimètre...AC+DC...........

$\langle U \rangle = \dfrac{2^2 \times \frac{3}{4}T + 0^2 \times \frac{1}{4}T}{T} = 3 \qquad V_{eff} = \sqrt{3} = 1{,}73\,V$

VI- PROPRIETE ENERGETIQUES

1- Puissance instantanée p(t)

Un signal transporte à chaque instant une **puissance instantanée** p(t): **p(t) = u(t) x i(t)**

En convention récepteur :
Si p(t) > 0 : on dit que le dipôle **consomme** de la puissance
Si p(t) < 0 : on dit que le dipôle **fourni** de la puissance au reste du montage

En convention générateur :
Si p(t) > 0 : on dit que le dipôle **fourni** de la puissance au reste du montage
Si p(t) < 0 : on dit que le dipôle **consomme** de la puissance

2- Puissance active P

La valeur moyenne P de la puissance instantanée est appelée **puissance active et s'exprime en watt (W)**

P = <p(t)> = <u(t)xi(t)>

En régime continu :
P = U x I
(W) (V) (A)

P = E x <i>
Si la tension E est constante et si le courant i(t) est variable

En régime sinusoïdal
P = U x I x cosφ
U : valeur efficace de u(t)
I : valeur efficace de i(t)
cosφ : facteur de puissance du dipôle considéré