

# Diode et applications

Version papier téléchargeable

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>I - Objectifs et présentation :</b>	<b>4</b>
<b>II - Matériels</b>	<b>5</b>
<b>III - Partie I- Découverte de la diode à jonction</b>	<b>15</b>
1. Préambule.....	15
2. Etat de marche et nature d'une diode .....	15
3. Association de diodes : comment déterminer simplement la nature d'un transistor bipolaire ?.....	16
4. Caractéristique modélisée d'une diode.....	17
<b>IV - Partie II- Fonctionnement d'une diode ou d'un groupement de diodes au sein d'un circuit</b>	<b>19</b>
1. Redressement d'un signal alternatif.....	19
2. Redressement simple alternance .....	20
3. Redressement double alternance.....	21
<b>V - Partie III- Transformation « tension alternative-tension continue » filtrage et écrêtage</b>	<b>24</b>
1. Filtrage .....	24
1.1. Principe de fonctionnement.....	24
1.2. Montage .....	26
1.3. Mesures.....	26
1.4. Influence du produit RC .....	26
2. Ecrêtage.....	27
2.1. 1er montage .....	27
2.2. 2ème montage .....	27
2.3. 3ème montage .....	28
3. Bibliographie.....	28
4. Crédits .....	28
<b>VI - Bibliographie</b>	<b>30</b>
<b>VII - Crédits</b>	<b>31</b>

# Introduction

---



L'énergie électrique est délivrée dans nos habitations par des réseaux triphasés 50Hz sous forme de tensions sinusoïdales donc alternatives.

Or de nombreux appareils électroniques d'usage courant (ordinateur, chargeur, appareils ménagers ...) ne fonctionnent qu'avec une alimentation continue, ce qui impose à la tension alternative délivrée d'être convertie en une tension continue avant son utilisation.

Cette transformation « tension alternative-tension continue » nécessite deux étapes successives appelées **redressement** et **filtrage**.

Lors de la phase de redressement, la tension alternative qui comporte une composante positive et une négative, est transformée en une tension alternative mais uniquement positive.

Cette tension est ensuite filtrée afin que la tension n'ait au final qu'une composante continue qui sera stabilisée et régulée avant son utilisation.

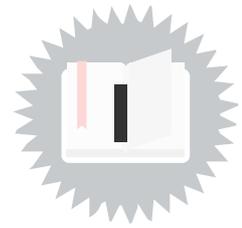
Le redressement et le filtrage d'un signal alternatif peuvent être réalisés à partir de montages électroniques simples utilisant des diodes à jonction appelées aussi diodes à redressement.

Ce TP permet d'illustrer à travers différents montages, ces deux fonctions que peut remplir une diode à jonction en association avec d'autres composants. Il est organisé en trois parties :

1. Partie I : découverte de la diode à jonction (constituant et nature, détermination de la caractéristique tension-courant, représentation équivalente)
2. Partie II : fonctionnement d'une diode ou d'un groupement de diodes au sein d'un circuit
3. Partie III : observation de la transformation « tension alternative- tension continue », du filtrage et de l'écrêtage

# Objectifs et présentation :

---



[cf. Objectifs]

Ce TP a pour objectif de vous faire découvrir l'univers des diodes de redressement qui constituent les diodes à jonction et leurs applications à travers l'étude de différents montages.

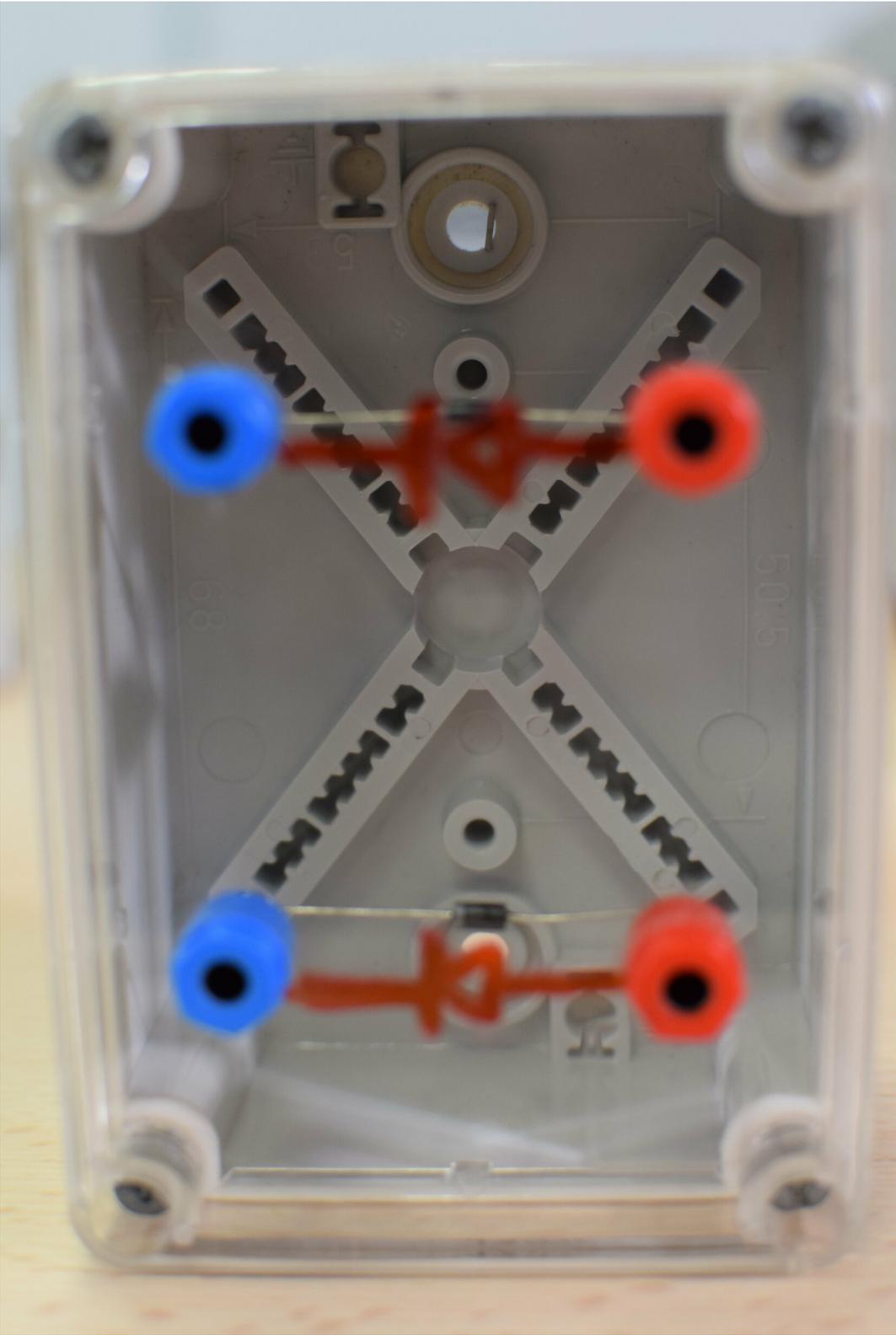
Les différentes manipulations proposées doivent vous permettre d'apprendre à:

- Reconnaître le semi-conducteur constituant une diode à jonction et savoir si celle-ci fonctionne ou non par une simple mesure de tension
- Déterminer et tracer la caractéristique tension-courant afin d'en déduire la nature et le modèle équivalent de la diode étudiée
- Placer correctement une diode dans un circuit simple ou complexe et étudier son comportement (mise en conduction ou blocage) en fonction des différents constituants du circuit (résistance, capacité, bobine)
- Observer la transformation «tension alternative – tension continue » à travers un groupement de diodes

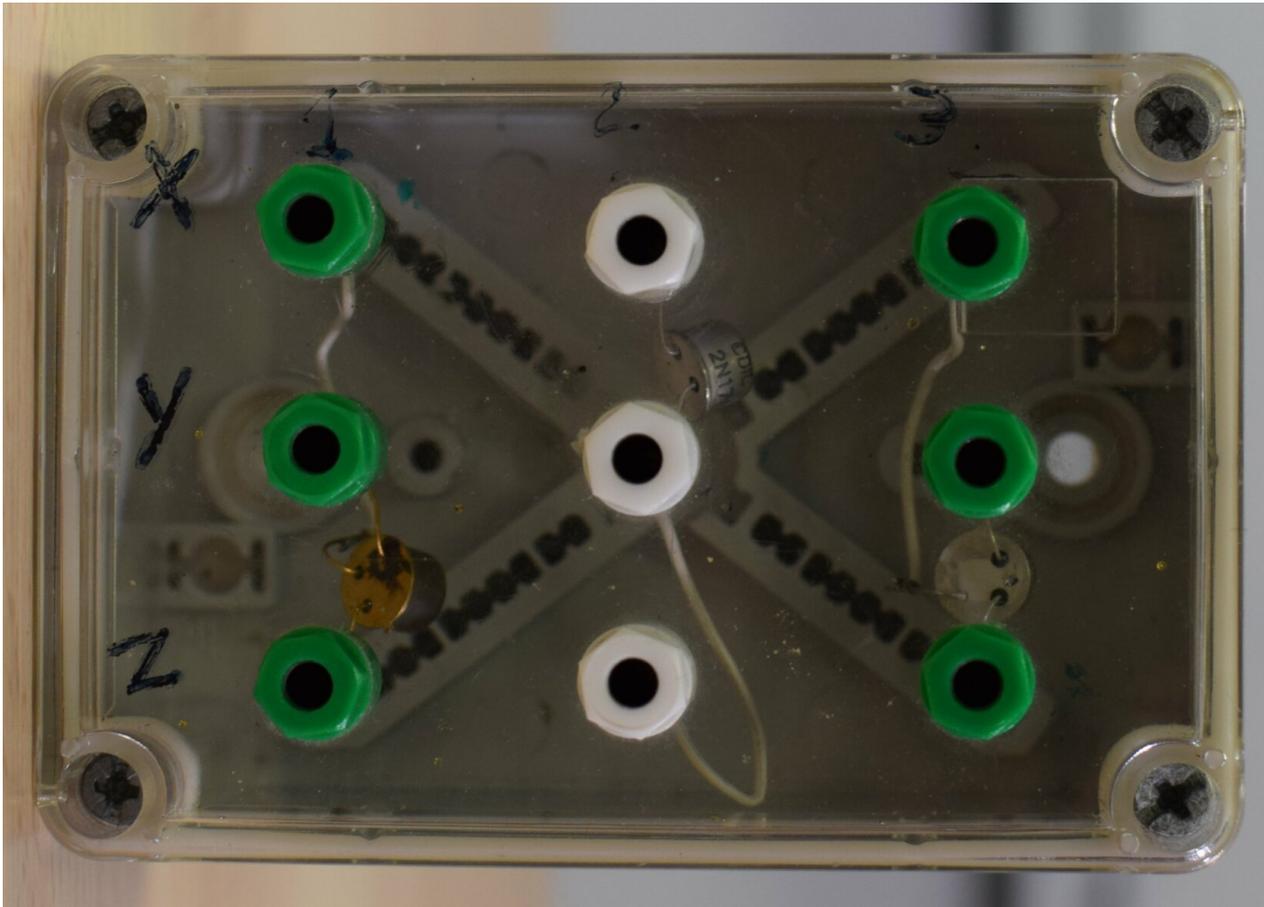
# Matériels



Pour réaliser vos circuits et vos mesures, vous aurez à disposition le matériel suivant :



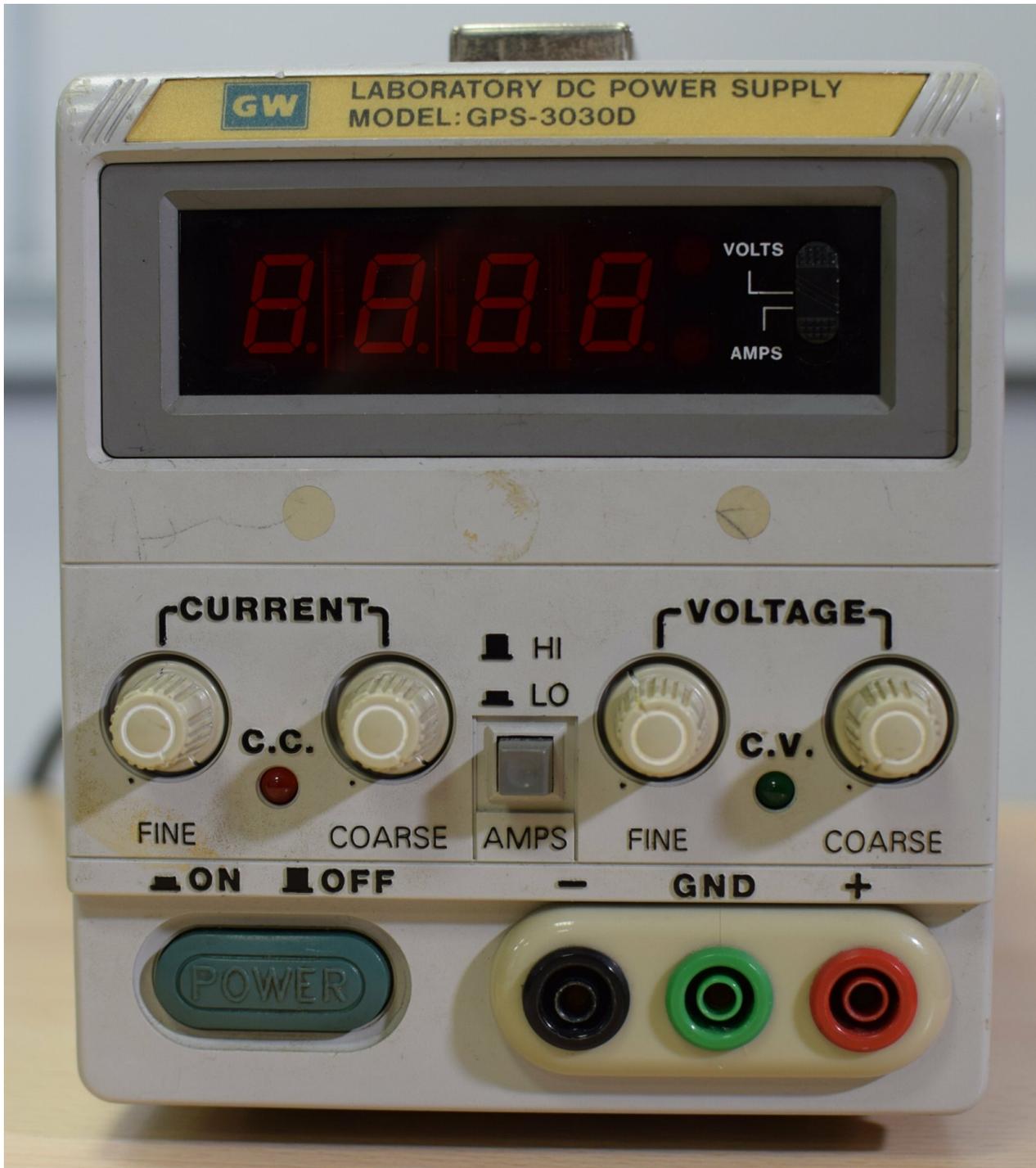
- diode à jonction placée dans une boîte en plexiglass transparente



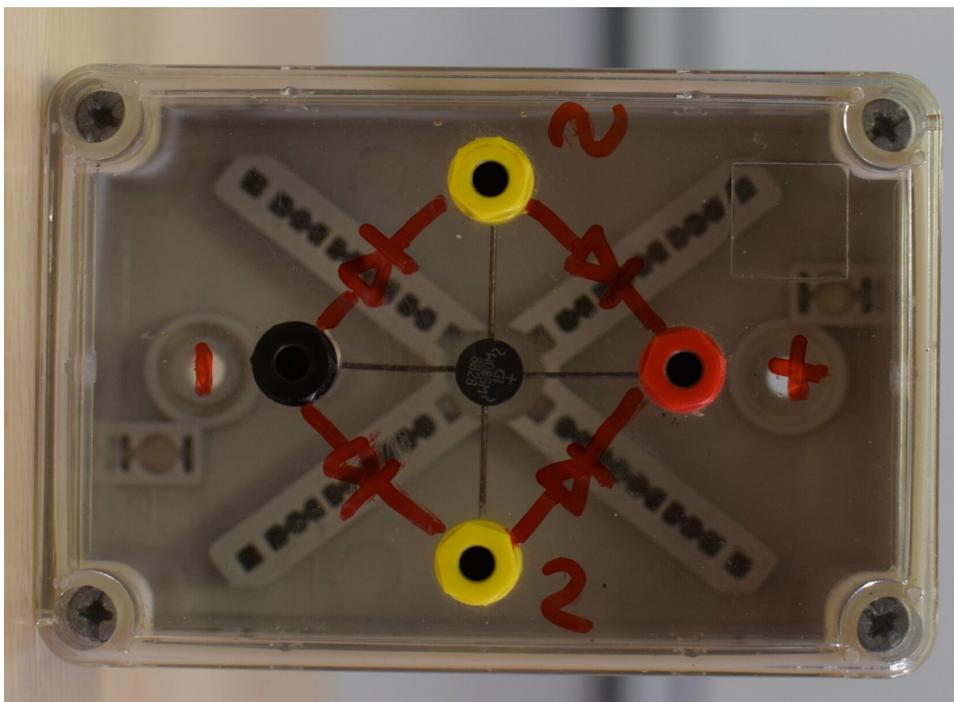
- une boîte opaque constituée de trois transistors à identifier NPN ou PPN



- un multimètre
- remarque : ne pas oublier de se mettre sur la position diode pour effectuer vos mesures sur la tension de seuil



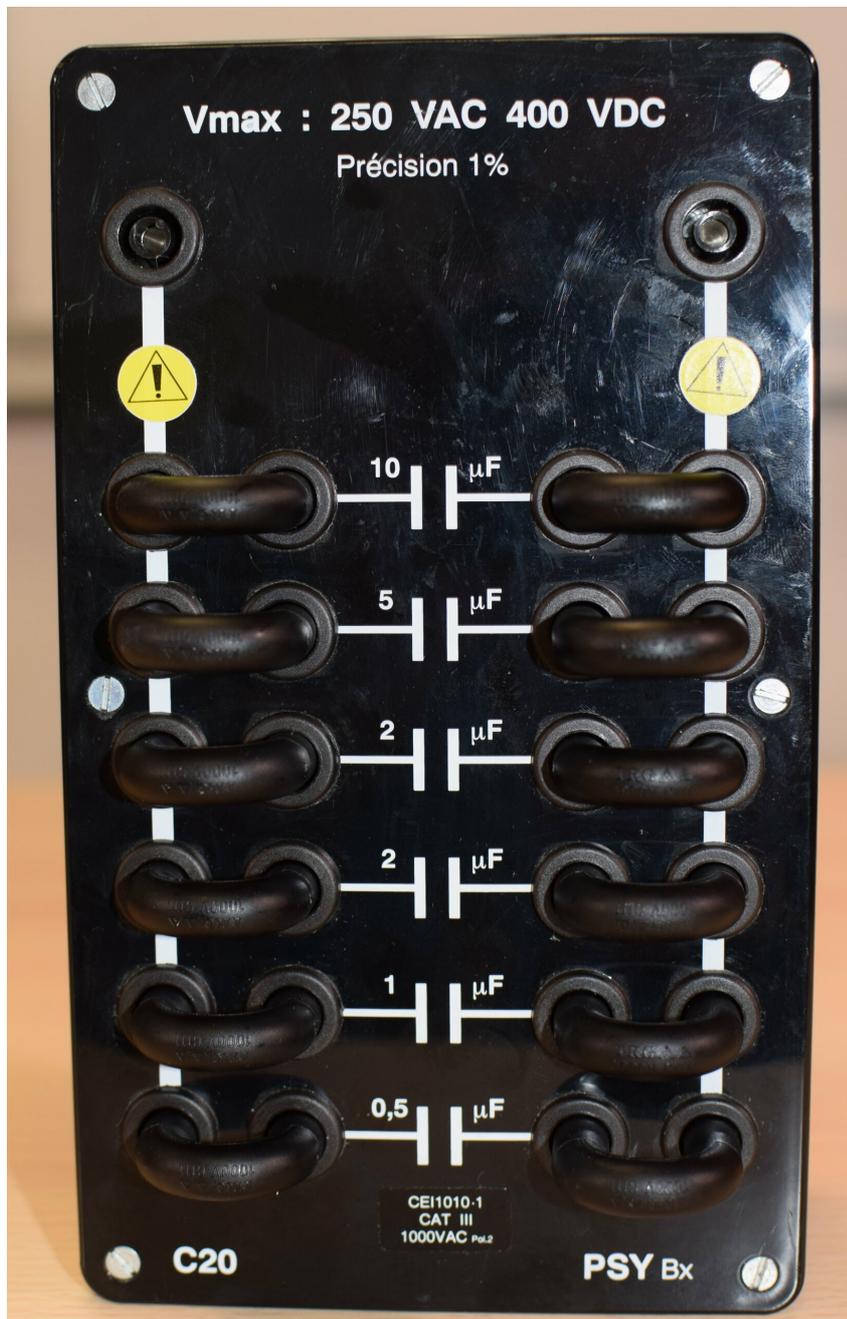
- une alimentation continue



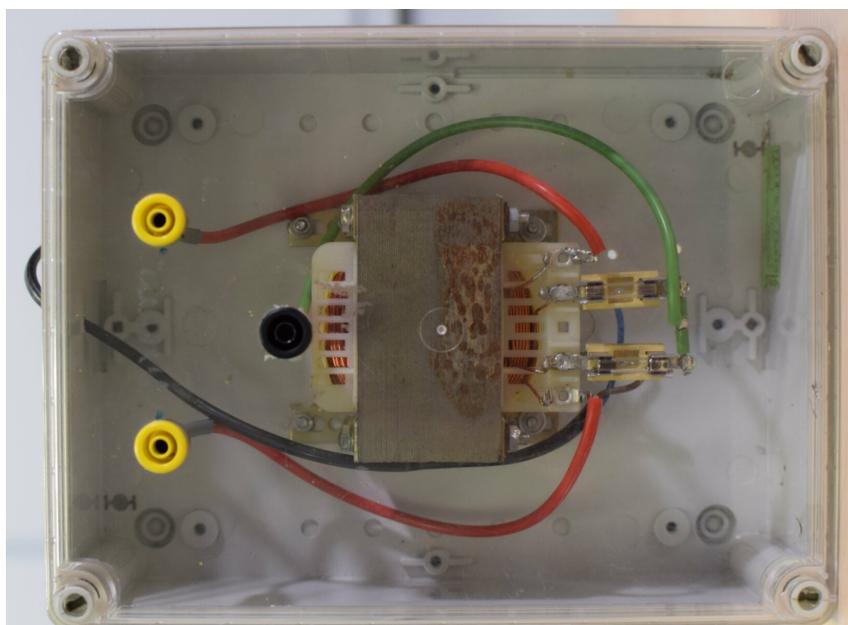
- différentes boîtes en plexiglass transparent contenant des groupements de diode (2 ou 4) avec ou non des résistances et des capacités







- des résistances et des capacités



- un transformateur à bobinage délivrant une tension alternative : (photo) ; remarque : on pensera à réaliser les montages avec le transformateur non branché afin d'éviter d'endommager les appareils du montage et l'utilisation abusive de calibres



- un oscilloscope cathodique (photo)





- voltmètre et ampèremètre

# Partie I- Découverte de la diode à jonction



## 1. Préambule

Des tests simples vous sont proposés basés sur l'utilisation d'un multimètre ayant une fonction test-diode symbolisée par :

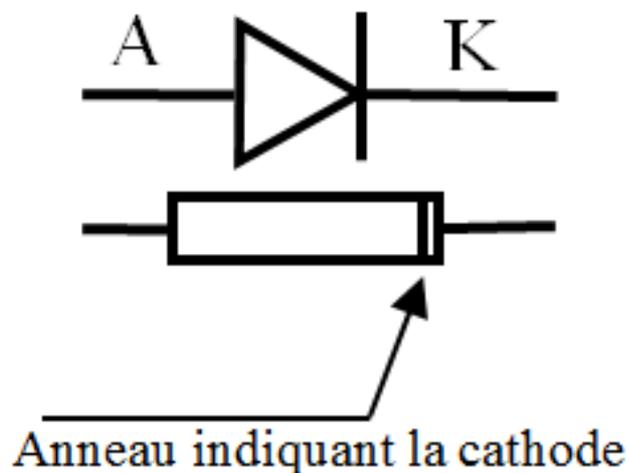


afin d'apprendre à :

- reconnaître si une diode est en état de marche ou non
- déterminer sa nature par la mesure d'une tension (silicium, germanium..)
- identifier la position de la cathode et de l'anode de chaque diode dans une association de diodes à jonction.

## 2. Etat de marche et nature d'une diode

Le schéma de la diode et la représentation technologique du composant sont les suivants :



Le multimètre mis sur sa fonction Ohmmètre puis test-diode permet de relever aux extrémités de la diode, une tension pour laquelle le courant délivré est de 1mA.

Sachant que le courant sort de la borne rouge du multimètre (borne +), repérer l'anode et la cathode de la diode.

Faites votre branchement et déterminer l'état de fonctionnement des diodes fournies?

Quelle est leur nature ?

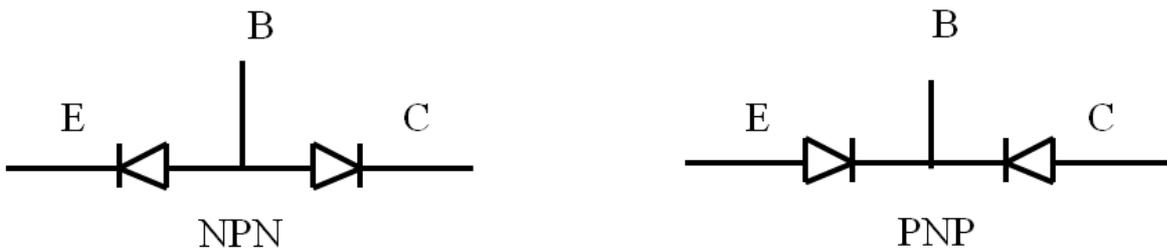
[cf. Test de la diode]

### 3. Association de diodes : comment déterminer simplement la nature d'un transistor bipolaire ?

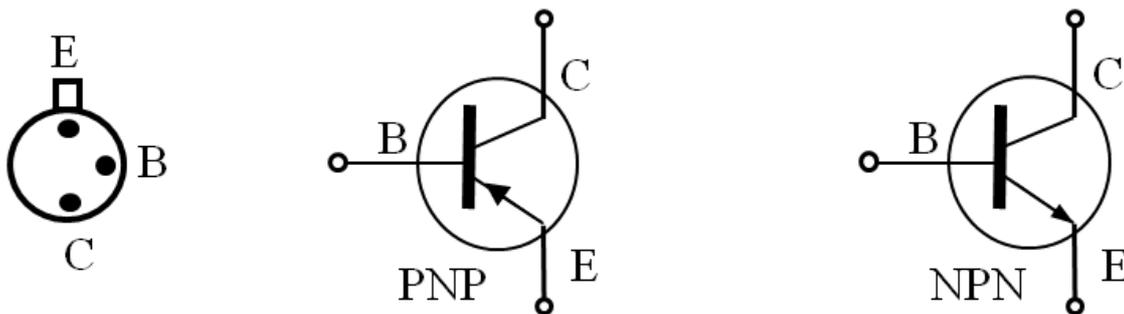
Les transistors bipolaires ou transistors à jonction sont des semi-conducteurs qui permettent d'amplifier des signaux électroniques et sont à la base de nombreux circuits intégrés.

Un transistor possède 3 régions dopées N (où les électrons sont les porteurs majoritaires) ou P (où les trous sont les porteurs majoritaires): l'émetteur (E) qui représente la jonction du bas, la base (B) celle du milieu et le collecteur (C) la jonction du haut.

Il possède deux jonctions, une entre l'émetteur et la base et une entre le collecteur et la base. Non polarisé, le transistor bipolaire est donc équivalent à deux diodes montées tête-bêche.



Suivant l'association des deux diodes, on obtient un transistor de type NPN ou un de type PNP dont les propriétés ne sont pas les mêmes:



(Vue de dessous)

[cf. Transistors]

Vous disposez d'une boîte opaque contenant 3 transistors NPN ou PNP. Toujours au moyen du multimètre en fonction test-diode, repérer la base de chaque transistor puis déterminer la nature NPN ou PNP de celui-ci.

Pensez à bien noter votre démarche dans votre compte-rendu numérique.

Détermination de la nature d'un transistor à l'aide de l'animation suivante :

[cf. Nature d'un transistor]

En déplaçant le curseur souris sur les icônes en haut de l'image vous aurez la possibilité de tester à l'aide du multimètre en position "test diode" la nature des transistors présents dans la boîte.

**Remarque:**

on ne peut pas à l'aide de la fonction test-diode, distinguer E (l'émetteur) de C (le collecteur). Le fabricant respecte la place de chaque patte, ou indique par une languette l'émetteur. Si cette information n'est pas disponible, il suffira de se souvenir que pour un transistor bipolaire, la jonction Base-Emetteur est passante, alors que la jonction Base-Collecteur est bloquée.

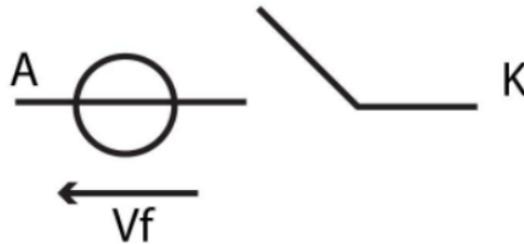
## 4. Caractéristique modélisée d'une diode

Les diodes peuvent être classées en trois catégories :

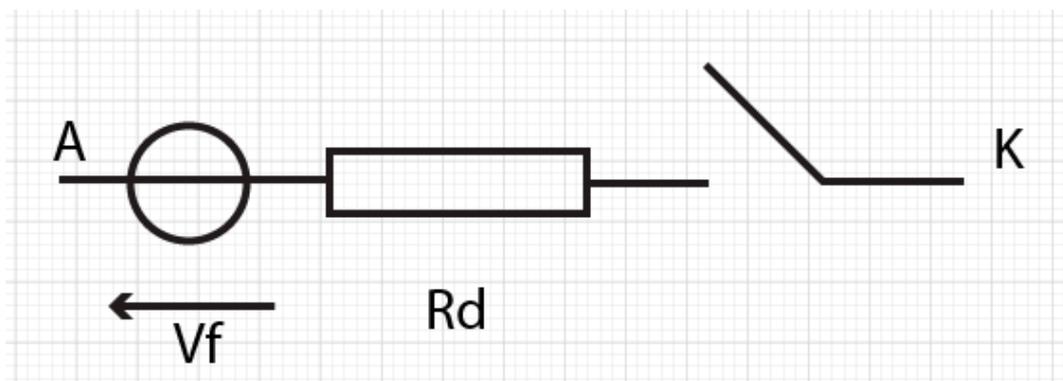
- diode idéale (modélisée par un interrupteur) :



- diode parfaite avec seuil (modélisée par un interrupteur et une pile en série) :

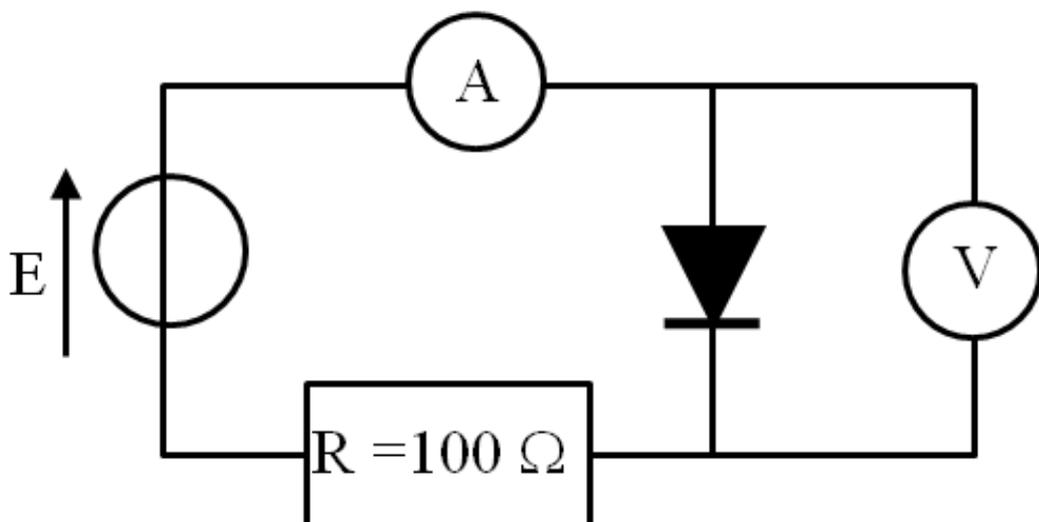


- et diode réelle (modélisée par un interrupteur, pile et résistance en série) :



Aussi, placée en série avec une résistance de protection et une alimentation délivrant une tension continue, il est possible de déterminer la caractéristique d'une diode  $I=f(U)$  et d'en déduire les paramètres nécessaires à sa modélisation.

Dans ce cadre, nous vous proposons de réaliser le montage suivant :



[cf. Caractéristique de la diode]

- Mettre le bouton « Ampère » du générateur proche de son minimum.
- En faisant varier la tension délivrée par le générateur, noter la tension  $U$  aux bornes de la diode pour un courant  $I$  de 1 mA puis 5, 10, 20, 30, 50 et 80 mA.
- Vérifier la remarque du I-1.
- Tracer alors la caractéristique  $I = f(U)$  de la diode.
- Déduire de vos mesures et de la courbe, la résistance dynamique  $r_d$  et la tension de seuil  $U_s$  de la diode :
  - Tension de seuil = tension pour laquelle  $i \neq 0$  (prolonger l'asymptote à la courbe obtenue vers l'axe des abscisses)
  - Résistance dynamique  $r_d = \frac{\Delta U}{\Delta I}$
- Représenter les modèles équivalents de la diode, en considérant les deux états de fonctionnement.

A l'aide de l'animation suivante vous pourrez tracer la caractéristique de la diode.

[cf. Tracé de la caractéristique de la diode]

# Partie II- Fonctionnement d'une diode ou d'un groupement de diodes au sein d'un circuit



Pour fonctionner, nos appareils domestiques ont besoin d'être alimentés par une tension continue (tension DC). Or comme celle fournie par le réseau électrique est alternative (tension AC), cette tension doit être transformée en tension continue. Cette transformation se fait à partir de circuits « redresseurs » qui permettent au courant de circuler dans une seule direction.

Nous vous proposons dans cette partie de réaliser des expériences simples à partir de diodes pour observer cette transformation « tension alternative-tensions continue ».

L'étude du redressement se fait en deux étapes, la première étant la caractérisation du signal alternatif et la seconde, l'observation du redressement par la ou les diode(s).

## 1. Redressement d'un signal alternatif

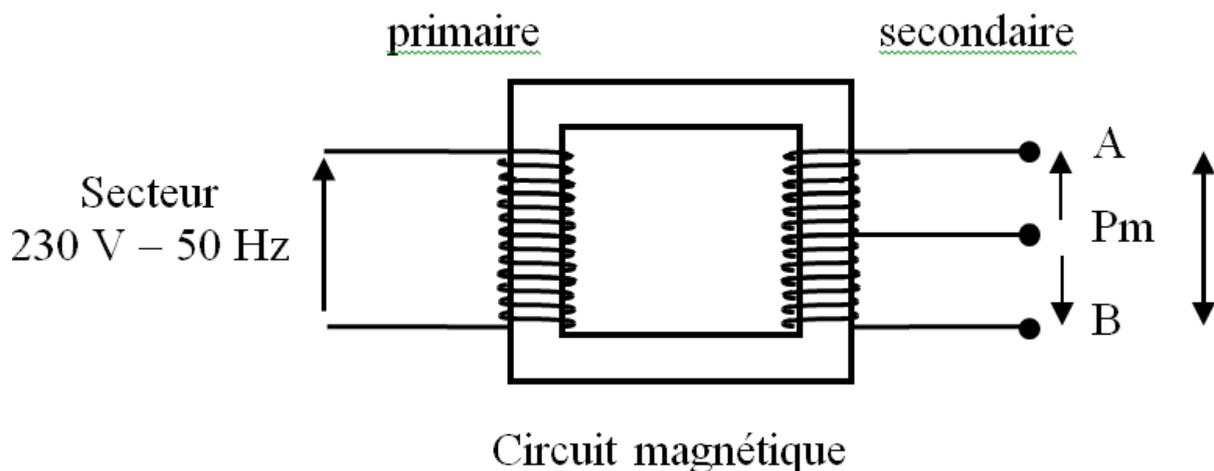
1ère partie avec schéma ok.

Pour vous familiariser avec le signal alternatif, nous vous proposons d'effectuer les mesures suivantes :

Remettre avec des a),b)

Celui-ci est obtenu au moyen d'un transformateur.

Un transformateur est formé de 2 bobinages : l'un primaire, l'autre secondaire. Si on alimente le primaire par le secteur (qui délivre un signal alternatif de 230 V à la fréquence de 50 Hz), il apparaît aux bornes du secondaire une tension induite alternative qui dépend du nombre de spires des bobinages.



L'enroulement du secondaire est à 3 bornes (A, Pm, B). Pm est appelé le point milieu, c'est-à-dire qu'il permet de ne prendre que la moitié du bobinage. Le circuit secondaire n'est donc pas en général relié au primaire. On dit alors que le transformateur est un transformateur d'isolement.

**Il n'existe aucun point à la masse dans le secondaire. C'est donc lors du montage que se choisit la masse, en particulier grâce à la masse de l'oscilloscope.**

[cf. Mesures de tension au transformateur]

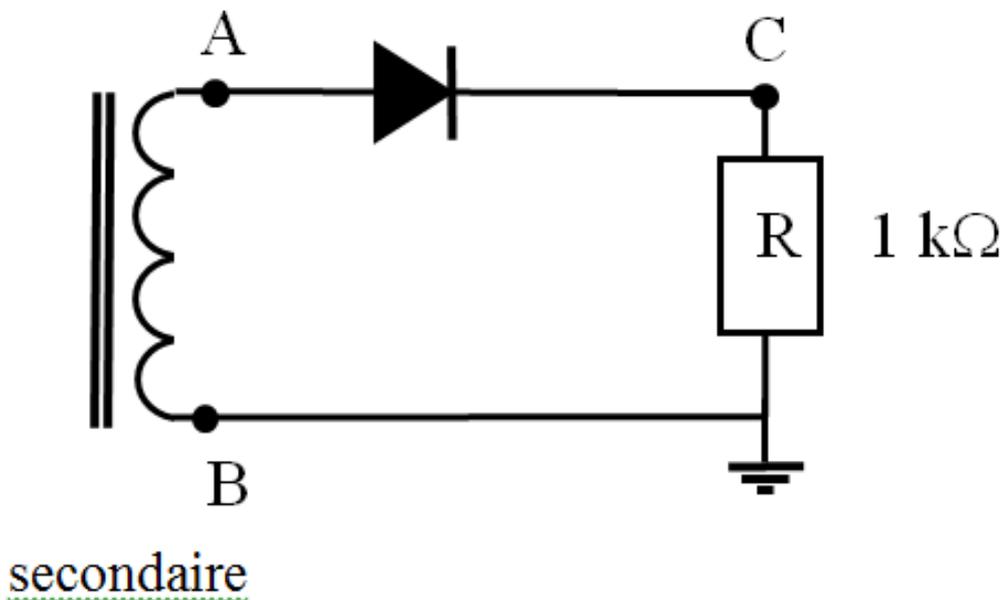
**Mesures :**

Pour vous familiariser avec le signal alternatif, nous vous proposons d'effectuer les mesures suivantes :

1. Envoyer le signal  $u_{AB}$  sur l'oscilloscope.  
 Rappel : si le point B est relié à la masse de l'oscilloscope, c'est ce point qui devient la masse du montage.
2. Déterminer sa valeur maximale.
3. Appliquer le signal  $u_{PmB}$  sur la 2ème voie de l'oscilloscope (**ne pas oublier qu'obligatoirement la masse de la seconde voie est la masse de la 1ère voie de l'oscilloscope**)
  - o Vérifiez-vous la notion de point milieu c'est à dire ;  $u_{AB} = 2u_{PmB}$ ?
  - o En faisant bien attention cette fois que la masse de chacune de voies de l'oscilloscope soit au point  $P_m$ , vérifiez que  $u_{BPm} = -u_{APm}$ .
4. Mesurer avec le voltmètre la tension  $u_{AB}$ , d'abord en position DC, puis en AC.  
 Vous constatez que le voltmètre en alternatif donne la valeur efficace et en continu, la valeur moyenne du signal alternatif.
5. Reporter vos valeurs dans le tableau de la page 5.
6. Comparer avec les valeurs théoriques que vous calculerez à l'aide de la tension  $V_{max}$  mesurée à l'oscilloscope.

**2. Redressement simple alternance**

Pour observer le redressement mono alternance, vous devez réaliser le montage suivant où le transformateur est placé en série avec la diode et une résistance.



[cf. Redressement mono alternance]

- a) Envoyer sur l'oscilloscope les signaux  $U_{AB}$  et  $U_{CB}$ . Qu'observez-vous ? Les signaux sont-ils identiques ?
- b) Mesurer au voltmètre la tension  $U_{CB}$  en DC et AC et reporter vos valeurs dans le tableau final. Le voltmètre permet-il en alternatif de mesurer la valeur efficace et en continu la valeur moyenne de n'importe quel signal ?
- c) Pour mesurer la valeur efficace d'une tension, il faut mettre le voltmètre en position RMS (ou AC+DC). Effectuer cette mesure et noter votre résultat.

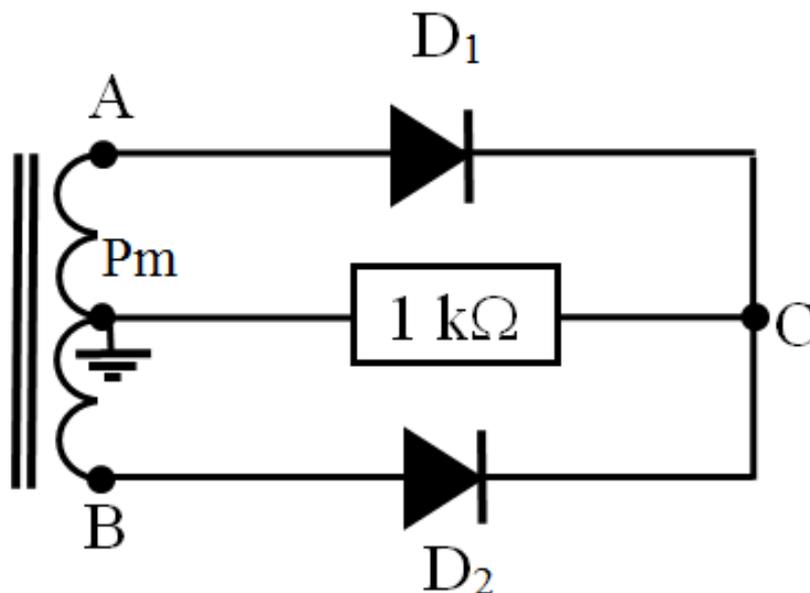
### 3. Redressement double alternance

[cf. Redressement double alternance]

L'observation du redressement double alternance se fait à partir d'un montage comportant au minimum deux diodes.

Nous vous proposons de réaliser les deux montages suivants, l'un comprenant deux diodes et l'autre un pont de 4 diodes appelés pont de Graetz :

Schémas



**Avant de vous lancer dans les montages, répondez à ces deux questions:**

a) Comme les deux voies d'un oscilloscope sont obligatoirement reliées au même point de référence, peut-on comparer  $u_R$  avec  $u_{AB}$ ,  $u_{APm}$  ou  $u_{BPm}$  ?

b) Si la tension  $u_R$  est mesurée aux bornes de la résistance, quel est obligatoirement le point qui sera relié à la masse de l'oscilloscope ?

Réaliser maintenant le montage. Comment sont les signaux ?

Mesurer au voltmètre la tension  $U_R$  en DC et AC et reporter vos valeurs dans le tableau final.

Mettre le reste et enlever tracer les signaux sur un réticule. On précise mettre les résultats sur un CR numérique

Comme précédemment, on va comparer la différence de potentiel (ddp) aux bornes de la résistance en fonction de la tension d'entrée.

Questions préliminaires : (y répondre avant de faire le montage)

Comme les deux voies d'un oscilloscope sont obligatoirement reliées au même point de référence, peut-on comparer  $u_R$  avec  $u_{AB}$ ,  $u_{APm}$  ou  $u_{BPm}$  ?

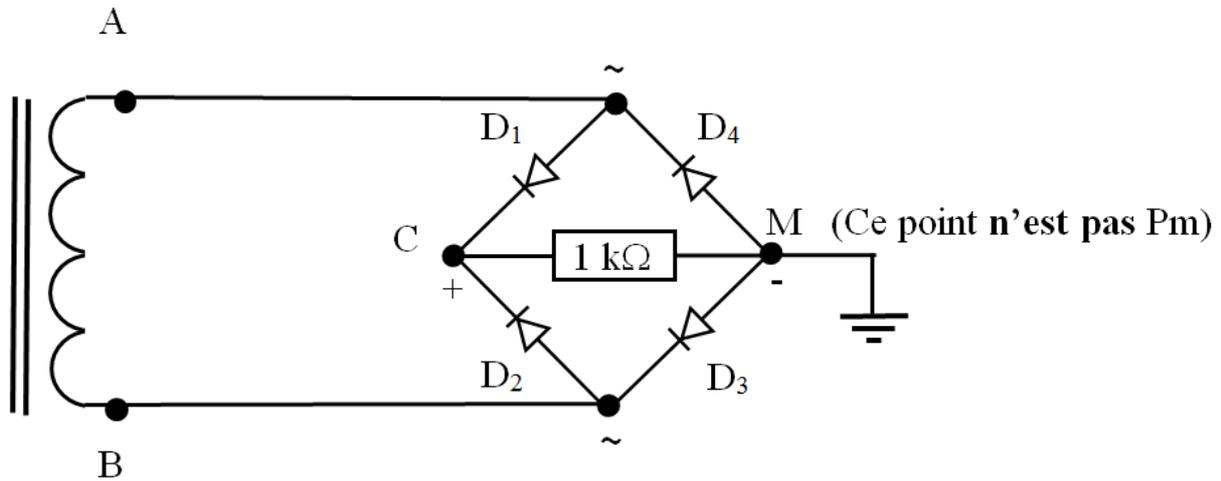
Si on mesure la tension  $u_R$  aux bornes de la résistance, quel est obligatoirement le point qui sera relié à la masse de l'oscilloscope ?

Réaliser le montage puis dessiner les signaux observés sur les 2 voies de l'oscilloscope sur le réticule fourni et reporter les mesures utilisées dans le tableau final.

**Montage à pont de diodes (encore appelé pont de Graetz)**

**Avant de faire ce montage, démonter entièrement le montage à deux diodes surtout et y compris les connexions sur l'oscilloscope.**

[cf. Pont de Graetz à LED]



[cf. Pont de diodes]

Un montage de pont des Graetz a été réalisé à l'aide de diodes électroluminescentes(LED) de couleur.

Vous observerez dans la vidéo suivante le fonctionnement de ce pont à LED alimenté par une tension alternative crête-à-crête (délivré par un générateur basse fréquence) : tout d'abord avec une fréquence de 0,1 Hz pour avoir le temps d'observer le sens du courant à chaque alternance puis nous augmenterons progressivement la fréquence.

Comment varie l'éclairement de la LED jaune à chaque alternance ?

Qu'en conclure ?

[cf. Pont de Graetz à LED]

L'animation suivante reprend le pont de Graetz à LED sous forme d'une animation :

[cf. Pont de Graetz à LED]

accès direct : <https://www.geogebra.org/m/xdAfQyB9>

**Dans le montage précédent, vous devez porter votre attention sur le fait qu'on ne se sert plus du point milieu. De plus, on ne peut simultanément visualiser à l'oscilloscope les tensions  $u_{AB}$  et  $u_{CM}$  car sinon on court-circuite une partie du montage. On visualisera donc UNIQUEMENT  $u_{CM}$ .**

Envoyer sur l'oscilloscope le signal  $u_{CM}$ .

Reporter vos valeurs dans le tableau final.

Comparer les résultats des 2 montages qui illustrent la bi-alternance.

Type de Signal	$V_{max}$ mesurée (oscillo)	$V_{moy}$ Expression	$V_{moy}$ théorique (calcul)	$V_{moy}$ mesurée (voltmètre)	$V_{eff}$ Expression	$V_{eff}$ Théorique (calcul)	$V \sim$ mesurée (voltmètre)	$V \cong$ mesurée (voltmètre)	$V \cong$ Théorique (calcul)
ALTERNATIF ~		0			$\frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$				
MONOALTERNANCE		$\frac{V_{max}}{\Pi}$			$\frac{V_{max}}{2}$				
BIALTERNANCE		$\frac{2V_{max}}{\Pi}$			$\frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$				
BIALTERNANCE (Pont de Graetz)		$\frac{2V_{max}}{\Pi}$			$\frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$				

Note: on rappelle que la valeur théorique  $V \cong_{mesurée}$  se calcule à l'aide de la valeur moyenne en continu ( $V_{moy_{mesurée}}$ ) et de la valeur 'purement' alternative ( $V \sim_{mesurée}$ ) à l'aide de la relation :

$$V \cong_{Théorique} = \sqrt{(V_{moy_{mesurée}})^2 + (V \sim_{mesurée})^2}$$

CONCLUSION : Comparer les 4 dernières colonnes du tableau. Que pouvez-vous en conclure ?

# Partie III- Transformation « tension alternative-tension continue » filtrage et écrêtage



Dans la partie II, nous avons vu que la tension alternative délivrée par le transformateur était changée en une tension continue redressée. Cette tension peut présenter des ondulations qu'il est important de corriger. Pour cela, on procède à son filtrage en introduisant un condensateur dans le montage.

La mise en forme finale du signal peut nécessiter une dernière opération appelée écrêtage.

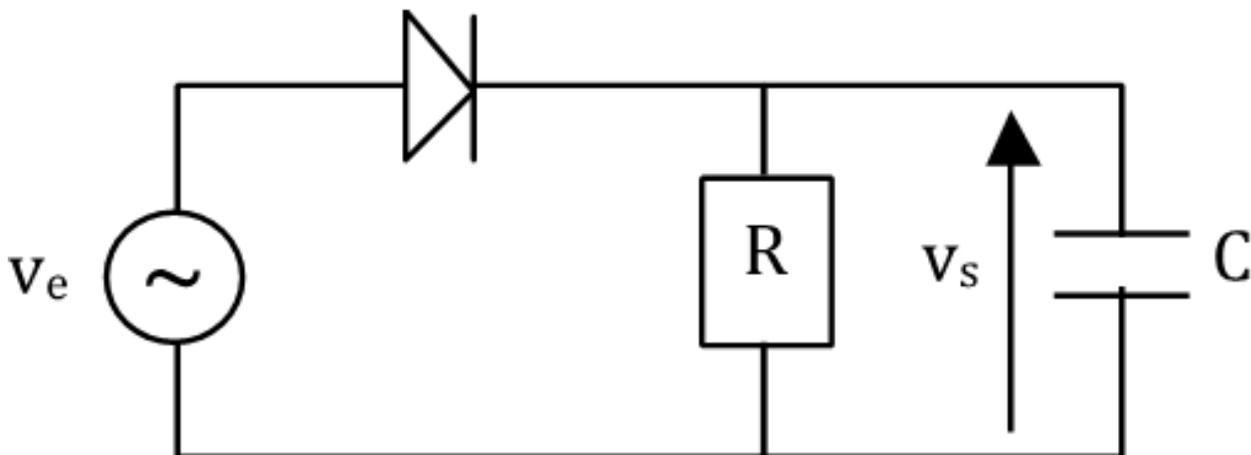
L'écrêtage permet d'enlever la partie positive ou négative d'un signal et permet de protéger le circuit. Un écrêteur positif enlèvera ainsi toute la partie positive du signal d'entrée et le signal de sortie ne comportera que des demi-périodes négatives. Il peut être réalisé en introduisant une résistance dite de protection dans le montage.

C'est ce que nous vous proposons d'étudier maintenant.

## 1. Filtrage

### 1.1. Principe de fonctionnement

Nous venons de voir qu'il était possible d'obtenir un signal strictement positif à partir d'un signal purement alternatif. Cependant, cette tension est fortement ondulée. Sur les redresseurs double-alternance ou en pont, cette ondulation a une fréquence double de la fréquence d'origine. Pour tenter de réduire cette ondulation, on procède à un filtrage de la tension redressée à l'aide, par exemple, d'un condensateur en parallèle sur la résistance R. Le circuit étudié est donc équivalent à :



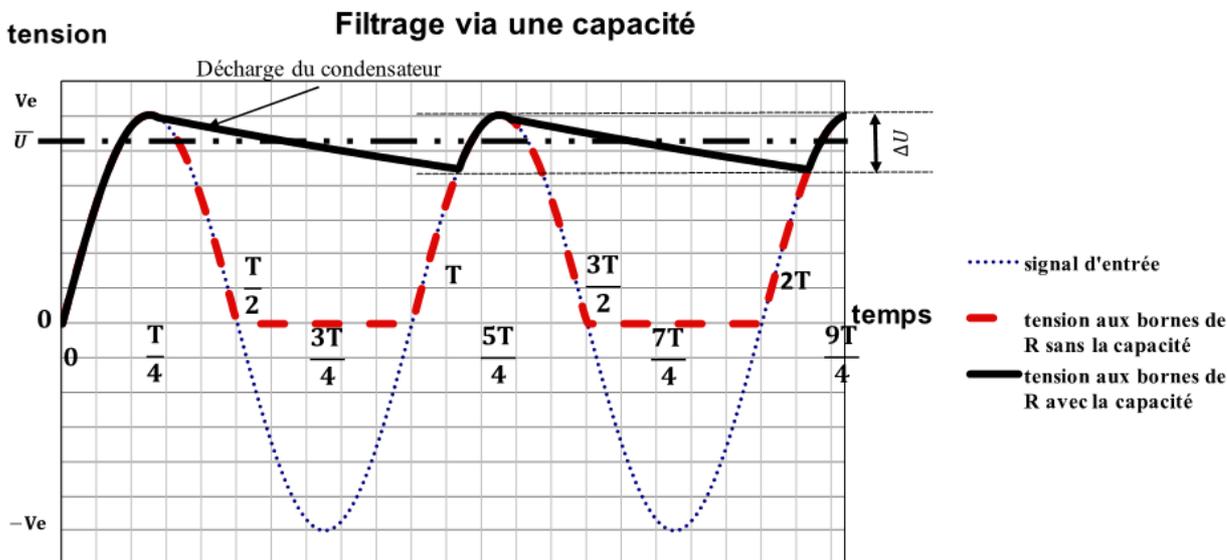
Avec  $v_e(t) = V_e \sin \omega t$

On notera T la période de ce signal.

On suppose qu'à l'instant initial, le condensateur est déchargé et  $v_s(t) = v_C(t) = 0$ .

- Une fois le circuit mis sous tension, on a :  $v_e(t) = v_D(t) > 0$ .
- La diode est donc passante et le générateur charge rapidement le condensateur.

- Au delà de  $T/4$ , la tension d'alimentation commence à décroître. Cette tension décroît plus rapidement que ne peut le faire la tension aux bornes du condensateur. En effet, celui-ci se décharge dans la résistance  $R$  selon la loi :  $v_e(t) = V_s \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$  avec  $\tau = RC$ , constante de temps du circuit  $RC$ .
- On a donc  $v_e(t) < v_s(t)$  et la diode est alors bloquée. La capacité va se décharger à travers la résistance  $R$  jusqu'au moment où la tension  $v_e(t)$  redevient plus grande que celle de  $v_s(t)$ . On obtient une courbe du genre (trait épais continu) :



On peut remarquer que plus le produit  $RC$  sera grand, plus la décroissance en  $e^{-\frac{t}{\tau}}$  sera lente donc moins la variation de tension aux bornes de la résistance sera grande.

On peut caractériser deux grandeurs :

- La valeur moyenne du signal obtenu  $\bar{U}$
- La valeur crête à crête de l'ondulation  $\Delta U$

Le taux d'ondulation est défini par  $\tau_{ondulation} = \frac{\Delta U}{\bar{U}}$

On montre théoriquement que lorsque l'ondulation est faible, ce taux d'ondulation dépend de  $R$ ,  $C$  et de  $T$  période de l'ondulation et qu'il est égal à :  $\tau_{ondulation} = \frac{T}{RC}$

Le filtrage permet de transformer une tension alternative en une tension quasiment continue de valeur  $\bar{U}$ .

L'animation suivante vous permet de visualiser l'influence de  $R$  et de  $C$  sur le filtrage :

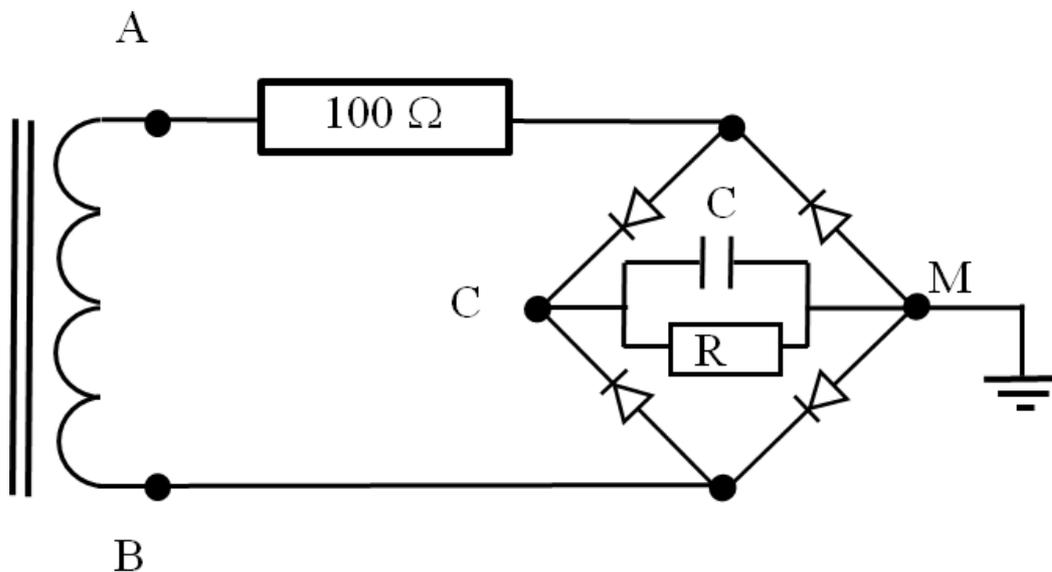
[cf.]

accès direct : <https://www.geogebra.org/m/vEcZSdtB>

### 1.2. Montage

[cf. Filtrage]

Réaliser le montage ci-dessous :



Prendre  $R = 1\text{ k}\Omega$  et  $C = 470\text{ }\mu\text{F}$ .

### 1.3. Mesures

- Placer l'oscilloscope en position DC: observer et dessiner le signal  $U_{CM}$ .
- Mesurer la valeur moyenne de cette tension  $\bar{U}$  au voltmètre.
- Placer l'oscilloscope en position AC: changer le calibre de façon à voir apparaître l'ondulation du signal. La dessiner elle aussi.
- Mesurer alors la tension crête à crête de l'ondulation  $\Delta U$ , puis la période  $T$  de l'ondulation. En déduire  $\tau$ .

### 1.4. Influence du produit RC

Rapidement, refaire les mêmes mesures (sans tracer de signaux):

- En doublant la valeur de  $R$ , sans changer  $C$ .
- En doublant la valeur de  $C$  sans changer  $R$  (valeur initiale).
- En doublant  $R$  et  $C$ .
- Placer vos résultats dans le tableau ci-dessous. Conclure sur l'influence du produit  $RC$  sur le taux d'ondulation.

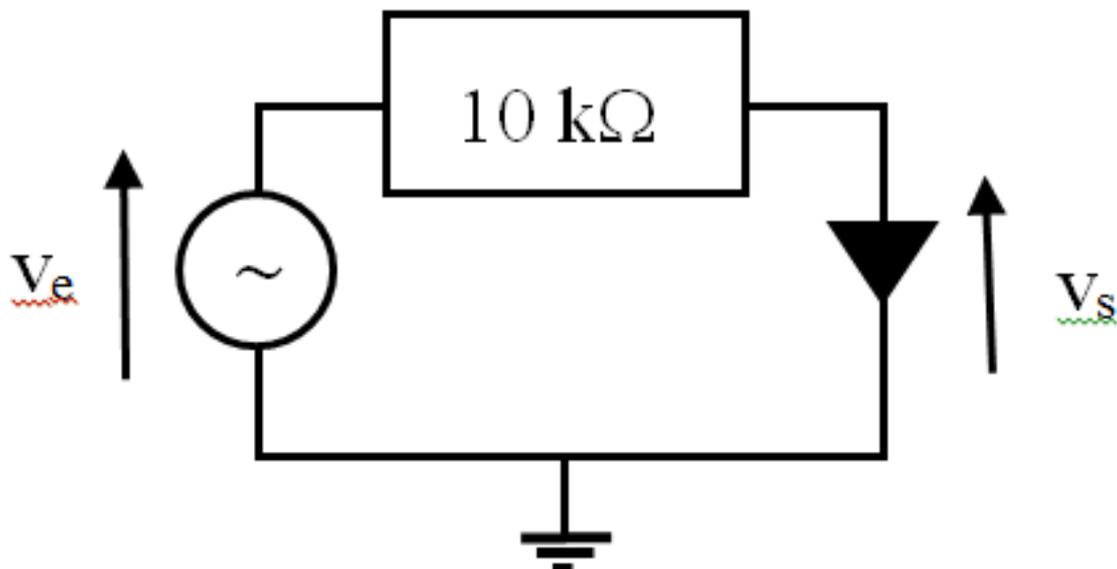
			taux d'ondulation $\tau$	
	$\bar{U}$ (voltmètre)	$\Delta U$ (oscillo)	Expérimental: $\frac{\Delta U}{\bar{U}}$	Théorique: $\frac{T}{RC}$
R, C				
2R, C				
R, 2C				
2R, 2C				

## 2. Ecrêtage

### 2.1. 1er montage

[cf. Ecrêtage 1]

Réaliser le montage suivant avec un GBF, signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz et d'amplitude 4 V.



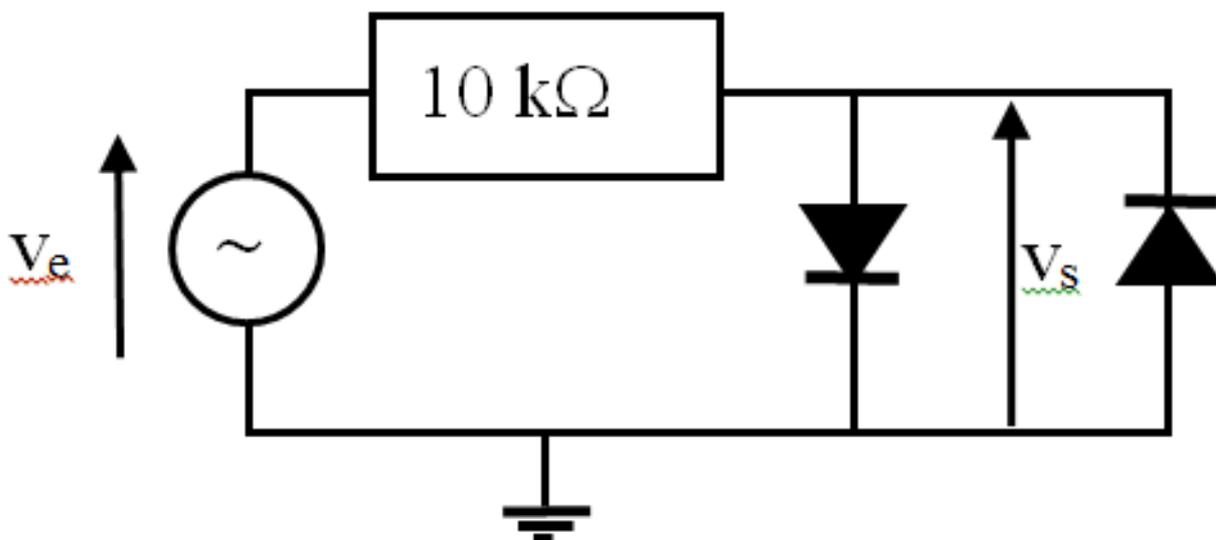
Observer à l'oscilloscope  $V_e(t)$  et  $V_s(t)$ . Dessiner les et comparer les.

Interpréter l'écrêtage à partir de la caractéristique de la diode.

### 2.2. 2ème montage

[cf. Ecrêtage 2]

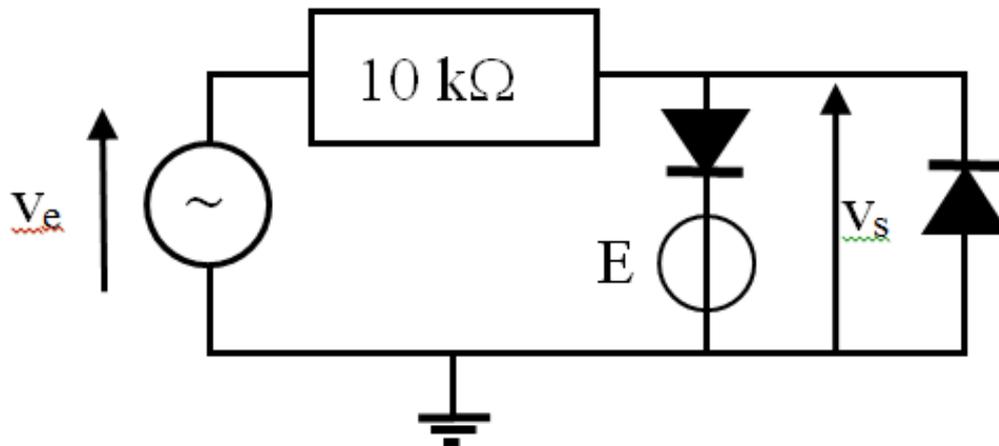
Refaire la même expérience avec le 2ème montage ci-dessous et interpréter.



### 2.3. 3ème montage

[cf. Ecrêtage 3]

On se propose d'ajouter au montage précédent une tension continue  $E$  de valeur 1,5 V. Interpréter vos observations.



Conclusion.

## 3. Bibliographie

Préparer et rédiger un TP

- *Comment préparer un TP [cf. Comment preparer un TP.pdf]*
- *Rédiger un compte-rendu de TP [cf. Comment rédiger un CR.pdf]*

Ressources concernant EXCEL: "Utilisation d'EXCEL pour les scientifiques par Alain Perche (Maître de conférences à l'Université de Lille1

1ère partie [cf. ANNEXCEL2005.pdf]

2ème partie [cf. ANNEXCEL2005\_ch2.pdf]

## 4. Crédits

### Auteurs :

Sophie Barrau, maître de conférences à l'UFR de Physique Université Lille1

mel :sophie.barrau@univ-lille1.fr

Franck Beclin, maître de conférences à l'UFR de Physique Université Lille1

mel : franck.beclin@univ-lille1.fr

Valérie Miri, maître de conférences à l'UFR de Physique Université Lille1

mel : valerie.miri@univ-lille1.fr

### Réalisation :

Bernard Mikolajczyk (SEMM Université de Lille1), réalisation des vidéos

mel : bernard.mikolajczyk@univ-lille.fr

Jean-Marie Blondeau (SEMM Université de Lille), réalisation du site

mel : jean-marie.blondeau@univ-lille1.fr

**Moyens techniques :**

Service Enseignement et Multi Media (SEMM) Université de Lille



# Bibliographie

---



Préparer et rédiger un TP

- *Comment préparer un TP [cf. Comment preparer un TP.pdf]*
- *Comment rédiger un CR de TP [cf. Comment rédiger un CR.pdf]*

Ressources concernant EXCEL: "Utilisation d'EXCEL pour les scientifiques par Alain Perche (Maître de conférences à l'Université de Lille1

*1 ère partie [cf. ANNEXCEL2005.pdf]*

*2 ème partie [cf. ANNEXCEL2005\_ch2.pdf]*

# Crédits

---



**Auteurs :**

Sylvie Magnier, maître de conférences à l'IUT A de Lille

mel :Sylvie.Magnier@univ-lille1.fr

**Réalisation :**

Michael Mensier (SEMM Université de Lille1), réalisation des prises de vue

mel : michael.mensier@univ-lille1.fr

Jean-Marie Blondeau (SEMM Université de Lille1), réalisation du site ; montage des clips ;réalisation des animations

mel : jean-marie.blondeau@univ-lille1.fr

**Moyens techniques :**

Service Enseignement et Multi Media (SEMM<sup>1</sup>) Université de Lille1



---

<sup>1</sup><http://semm.univ-lille1.fr/>