

# Laboratoire 3: Transformateurs monophasés et triphasés

## Notes importantes

- La durée du laboratoire est de 3 heures. **Vous devez présenter au responsable du laboratoire, une copie de vos résultats de mesure signée par tous les coéquipier.e.s avant de quitter le laboratoire.**
- Vous devez faire la démonstration du fonctionnement de votre montage en laboratoire.
- La présence au laboratoire est obligatoire. Une étudiante ou un étudiant absent du laboratoire sans raison valable se verra attribuer la note 0 pour le laboratoire.
- Vous devez avoir complété l'exercice de préparation sur Moodle avant de vous présenter au laboratoire.

## Barème

- **Exercice de préparation sur Moodle : 25 %**
- **Manipulations (présence au lab) : 25 %**
- **Rapport de test : 50 %**
- **Si l'une des activités ci-dessus n'est pas faite, cela entrainera la note 0 pour le laboratoire.**

## Objectifs

Ce laboratoire vous permettra de :

- Déterminer le rapport de transformation d'un transformateur monophasé.
- Mesurer les pertes fer dans les transformateurs monophasés par un essai à vide.
- Déterminer le rendement d'un transformateur monophasé.
- Déterminer le rapport de transformation d'un transformateur triphasé
- Déterminer le rapport de transformation global d'un transformateur triphasé
- Mesurer les pertes fer dans les transformateurs triphasés.
- Déterminer le rendement des transformateurs triphasés.

## Notions théoriques sur les transformateurs

### Les transformateurs monophasés.

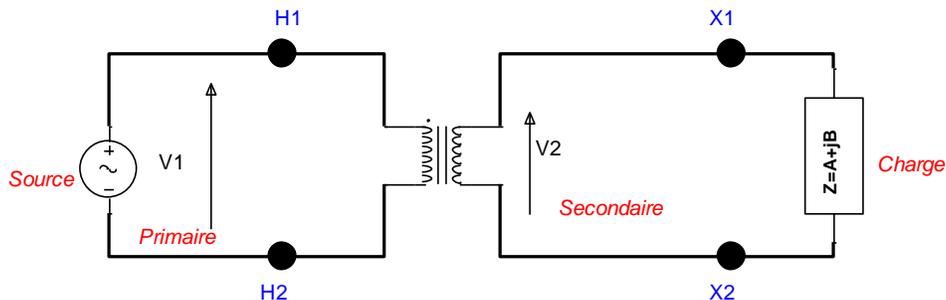
Les transformateurs jouent un rôle essentiel dans les réseaux électriques à courant alternatif. Plus spécifiquement, ils permettent d'élever et d'abaisser la tension pour faciliter le transport d'énergie électrique. Le long des lignes de transmission, un potentiel élevé permettra de transporter la puissance avec le moins de pertes Joule dans les lignes. À la charge, la tension est abaissée à des valeurs acceptables pour la consommation. Ce laboratoire permettra de mesurer les différentes pertes dans les transformateurs monophasés et triphasés.

#### Description du transformateur monophasé de base.

Le transformateur de base est constitué de deux enroulements et d'un circuit magnétique :

- L'enroulement qui reçoit le courant est appelé **primaire** et il sera utilisé l'indice "1" ou "p" pour toutes les grandeurs liées au primaire.
- L'enroulement qui alimente la charge est appelé **secondaire** et il sera utilisé l'indice "2" ou "s" pour toutes les grandeurs qui s'y rapportent.

Le primaire du transformateur est raccordé à la source tandis que le secondaire est raccordé à la charge comme montré sur la **Figure 1**.



**Figure 1.** Primaire et secondaire d'un transformateur monophasé

Les transformateurs sont réversibles c'est-à-dire qu'ils peuvent être alimentés par le primaire ou par le secondaire dès lors que les limites de tension définies par les fabricants sont respectées. Pour éviter cette confusion, les bornes du primaire seront repérées par les lettres **H** (par exemple **H1H2**) et celles du secondaire par les lettres **X** (par exemple **X1X2**) comme montré sur la **Figure 1**.

- Le transformateur fonctionne sur le principe de l'**induction électromagnétique**. Lorsqu'on alimente le primaire par une tension alternative sinusoïdale, celui-ci est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal qui induit dans les enroulements (loi de Lenz) des tensions sinusoïdales proportionnelles aux nombres de spires et au flux magnétique. Le rôle du **circuit magnétique** est alors de **canaliser le flux magnétique afin de pouvoir induire une tension au secondaire**.

### Rapport de transformation et différents types

$$m = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \tag{1}$$

- $V_1$  est la valeur efficace de la tension d'alimentation au primaire en Volts.
- $V_2$  est la valeur efficace de la tension induite au secondaire en Volts.
- $N_1$  et  $N_2$  représente respectivement le nombre d'enroulements (spires) primaire et secondaire.

On distinguera trois principaux modes de fonctionnement.

- ✓ Si  $V_1 > V_2 \Rightarrow m > 1$ , le transformateur reçoit une tension élevée et fournies une tension plus basse; c'est un **transformateur abaisseur**.
- ✓ Si  $V_1 < V_2 \Rightarrow m < 1$ , le transformateur reçoit une tension moins élevée et fournie une tension plus élevée; c'est un **transformateur élévateur**.
- ✓ Si  $V_1 = V_2 \Rightarrow m = 1$ , on a un **transformateur d'isolement**.

### Transformateur à prise multiple.

La définition du rapport de transformation  $m$  montre que les niveaux de tension sont **proportionnels au nombre d'enroulements**. Partant de cela, les constructeurs proposent de plus en plus des transformateurs à prises multiples. Cela offre plus de flexibilité aux utilisateurs, car cette *construction permet de s'adapter ou de fournir plusieurs niveaux de tension différents*. La plupart des transformateurs industriels, comme celui du laboratoire, sont à prises multiples et l'on peut raccorder des les différents enroulements en série pour augmenter la tension. On peut également raccorder les enroulements en parallèle si l'objectif est d'augmenter le courant dans la charge.

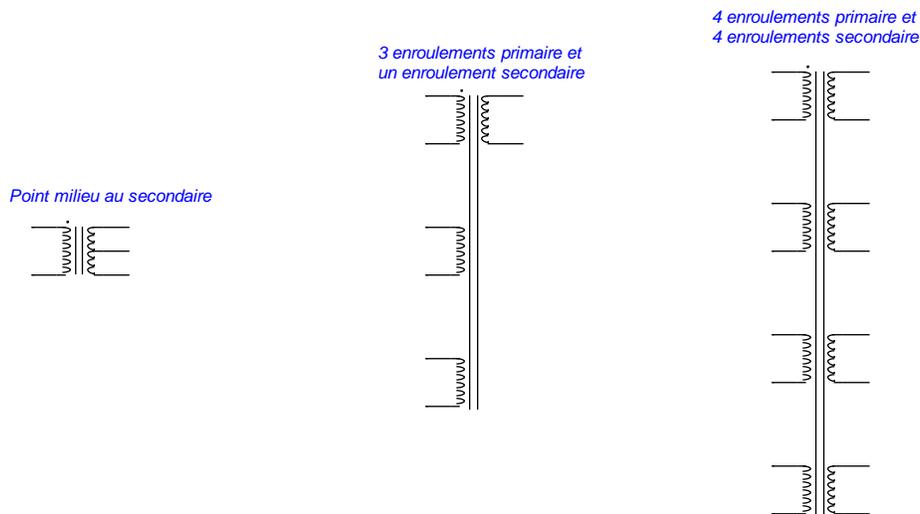


Figure 2. Quelques exemples de transformateurs à prise multiples.

### *Courants nominaux dans les enroulements*

En plus des niveaux de tensions nominales (primaire et secondaire) d'un transformateur, une autre caractéristique importante des transformateurs est leur *puissance apparente*  $S$  (en VA ou kVA) aussi appelé *capacité du transformateur*. On détermine les courants nominaux dans les enroulements comme suit :

$$\begin{cases} I_{1n} = \frac{S}{V_1} \\ I_{2n} = \frac{S}{V_2} \end{cases} \quad (2)$$

### *Pertes et rendement dans un transformateur monophasé*

Les pertes sont liées à la puissance réelle (active). On détermine le rendement du transformateur comme suit :

$$\eta(\%) = \frac{P_2}{P_1} \times 100 \quad (3)$$

Avec  $P_1$  et  $P_2$  qui représentent respectivement les puissances actives absorbée au primaire et fournie à la charge au secondaire. Ces puissances peuvent être mesurées directement ou alors calculées par les formules suivantes :

$$\begin{cases} P_1 = V_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 \\ P_2 = V_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2 \end{cases} \quad (4)$$

**Rappel** : il s'agit des formules de puissances en monophasé.

À partir des puissances absorbées au primaire et fournies au secondaire, on évalue les pertes dans le transformateur comme suit :

$$\text{pertes} = P_1 - P_2 \quad (5)$$

Ces pertes sont réparties en deux grands groupes :

- Les pertes dans le **circuit magnétique** aussi appelées pertes fer.
- Les pertes dans le **circuit électrique** aussi appelées pertes joules ou perte cuivre.

Les pertes fer sont approximées à la puissance mesurée à vide (lorsque le transformateur n'alimente aucune charge).

$$P_{fer} \approx P_V \quad (6)$$

## **Le transformateur triphasé**

### *Description et grandeurs caractéristiques*

Il permet d'adapter les courants et les tensions des sources triphasées à une charge triphasée. Pour plus de flexibilité, le transformateur triphasé est réalisé en **couplant** trois transformateurs monophasés et comme dans l'analyse des circuits triphasés, il est important de pouvoir évaluer les tensions et courants de ligne, de même que les tension et courant de phase. On utilisera les dénominations suivantes :

- $V_P$  et  $V_S$  pour représenter respectivement les tensions efficaces aux bornes d'un enroulement primaire et d'un enroulement secondaire (**tension de phase**).

- $I_p$  et  $I_s$  pour représenter respectivement les courants efficaces circulant dans un enroulement primaire et dans un enroulement secondaire (*courant de phase*).
- $V_{Lp}$  et  $V_{Ls}$  pour représenter respectivement les tensions de ligne efficaces au primaire et au secondaire (*tension de ligne*).
- $I_{Lp}$  et  $I_{Ls}$  pour représenter respectivement les courants de ligne efficaces au primaire et au secondaire (*courant de ligne*).

À partir de ces grandeurs, on distinguera le rapport de transformation  $m$  du rapport de transformation global  $m_g$ . Ces deux grandeurs sont définies comme suit :

$$\begin{cases} m = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \\ m_g = \frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} = \frac{I_{Ls}}{I_{Lp}} \end{cases} \quad (7)$$

### Couplages des transformateurs monophasés

Le primaire et le secondaire peuvent être indifféremment couplés en triangle ou en étoile selon les besoins. On utilise les lettres majuscules (**D** ou **Y**) pour le couplage des enroulements primaires et les lettres minuscules (**d** ou **y**) pour le couplage des enroulements secondaire. Dans ce laboratoire, nous allons analyser uniquement les couplages **Yy** et **Dy**.

Il peut être réalisé à partir de trois transformateurs triphasés.

### Couplage Yy

Le primaire (bornes H) et le secondaire (bornes X) sont couplés en étoile comme montré ci-dessous.

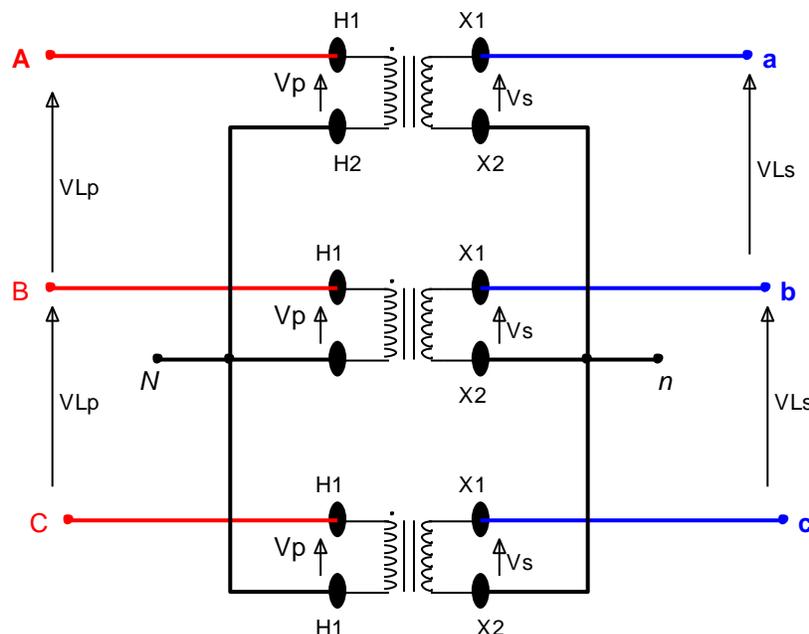


Figure 3. Couplage Yy d'un transformateur triphasé

Le rapport de transformation et le rapport global sont dans ce cas liés comme suit :

$$m = \frac{V_P}{V_S} = \frac{V_{Lp}}{\sqrt{3} V_{Ls}} = \frac{V_{Lp}}{\sqrt{3} V_{Ls}} ; m_g = \frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} \Rightarrow m = \frac{m_g}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

### Couplage Dy

Le primaire (bornes H) est couplé en triangle et le secondaire (bornes X) couplé en étoile comme montré ci-dessous. Comme c'est le cas d'un couplage triangle, le neutre n'est pas utilisé au primaire.

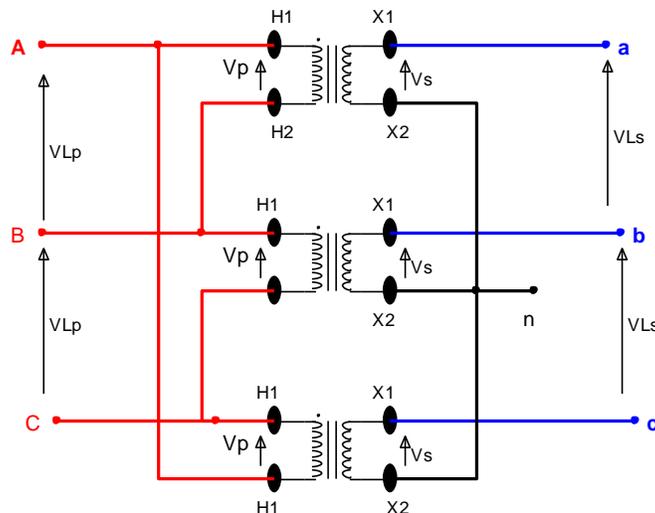


Figure 4. Couplage Dy d'un transformateur triphasé

Dans cette configuration, chaque enroulement primaire est soumis à une tension de ligne (car couplée en triangle) tandis que chaque enroulement secondaire est soumis à une tension de phase. Le rapport de transformation vaudra alors :

$$m = \frac{V_P}{V_S} = \frac{V_{Lp}}{V_{Ls}/\sqrt{3}} = \sqrt{3} \frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} ; m_g = \frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} \Rightarrow m = \sqrt{3} m_g \quad (9)$$

### Puissances dans le transformateur triphasé.

$$\begin{cases} P_1 = \sqrt{3} V_{Lp} \cdot I_{Lp} \cdot \cos \varphi_p \\ Q_1 = \sqrt{3} V_{Lp} \cdot I_{Lp} \cdot \sin \varphi_p \end{cases} ; \begin{cases} P_2 = \sqrt{3} V_{Ls} \cdot I_{Ls} \cdot \cos \varphi_s \\ Q_2 = \sqrt{3} V_{Ls} \cdot I_{Ls} \cdot \sin \varphi_s \end{cases} \quad (10)$$

Les indices "1" et "p" sont utilisés pour le primaire et les indices "2" et "s" pour le secondaire. Le rendement est défini de la même façon que dans la relation (3). Il en est de même pour les pertes en considérant la relation (5). La puissance mesurée à vide représente les pertes fer du transformateur triphasé constitué des trois transformateurs monophasés.

## Considérations pratiques

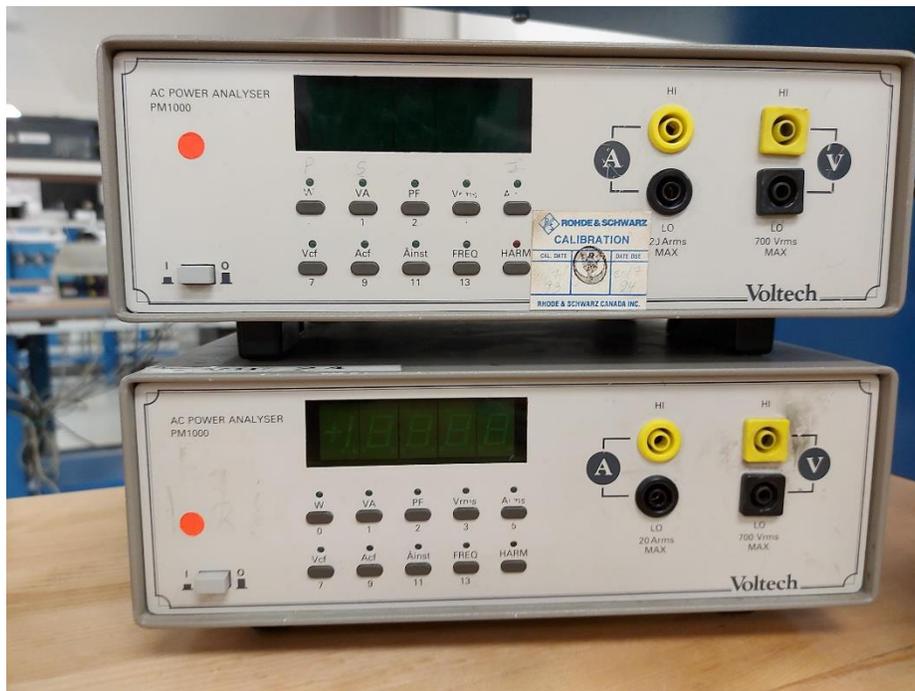
### Imperfection des composants

Comme dans le cas du laboratoire 1, on devra lors de l'analyse des résultats expérimentaux, également prendre en considération l'**imperfection des composants**. Par exemple la résistance interne d'une bobine ou alors la résistance de fuite d'un condensateur. Les boîtiers des résistances, condensateurs et inductances vous sont maintenant familiers.

### Instruments de mesure

Dans ce laboratoire, il sera utilisé les deux types d'analyseurs de puissance précédemment considérés dans les deux laboratoires précédents.

- L'analyseur de puissance monophasé PM 1000 de Voltech (voir **Figure 5**) sera utilisé pour les mesures sur le transformateur monophasé. Les deux PM1000 seront utilisés pour mesurer simultanément les grandeurs du primaire et celles du secondaire.



**Figure 5.** Analyseur de puissance Voltech PM1000

- L'analyseur de puissance triphasé XiTron 2553 (voir **Figure 6**) sera utilisé pour les mesures en triphasé. On rappelle que ses bornes de raccordement se trouvent sur sa face arrière.



Figure 6. Analyseur de puissance XiTron technologies 2553 (faces avant et arrière)

## Rappel sur le panneau d'alimentation du laboratoire

Comme dans le laboratoire précédent, nous utiliserons les **trois phases** de la source du laboratoire. La **Figure 7** ci-dessous rappelle l'image de la source du laboratoire lorsqu'elle est **éteinte (disjoncteur à OFF et lumière de sortie éteinte)**. Lorsque le disjoncteur est mis à ON (la lumière de sortie **brille**) et :

- Entre chaque phase et le neutre (tension de phase) la tension vaut théoriquement **120 V**.
- Entre deux phases quelconques (tension de ligne), on mesurerait théoriquement **208 V**.

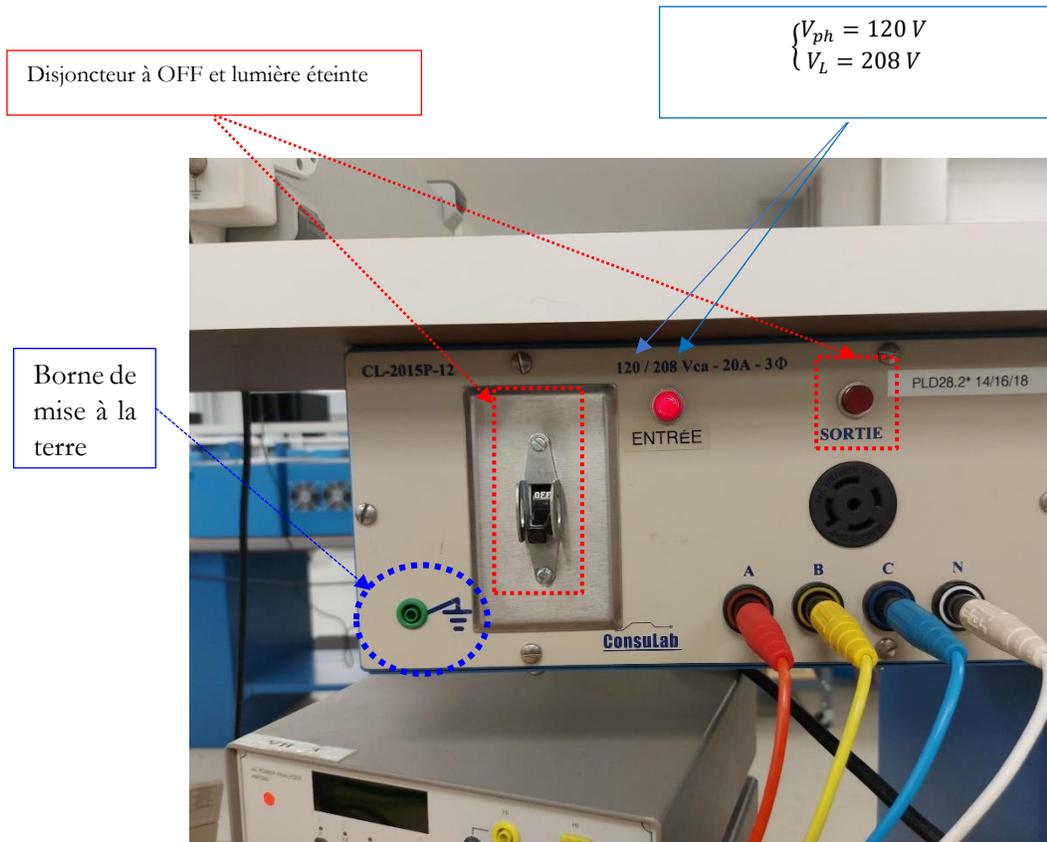
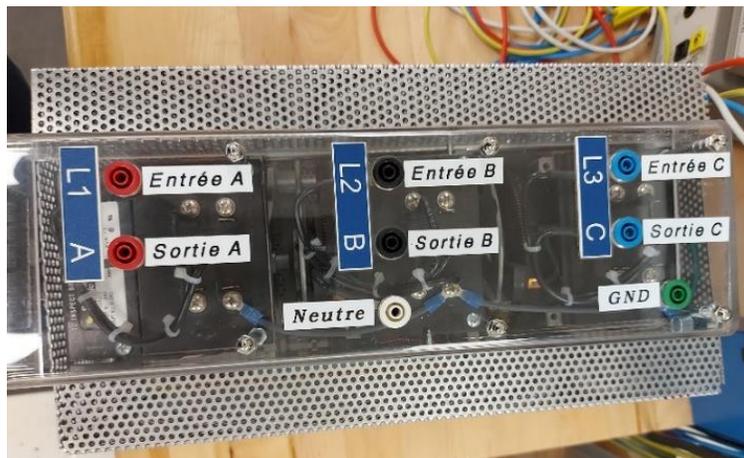


Figure 7. Source d'alimentation triphasée du lab A-236 lorsqu'elle est éteinte

## Ajustement de la source

Nous utiliserons pour ajuster la source un autotransformateur triphasé dont les bornes de connexions sont montrées sur la **Figure 8**. Les bornes A, B, C et N seront constamment connectées aux bornes A, B, C et N de la source. Ainsi la tension d'entrée de l'autotransformateur sera tout au plus de 208 V en valeur efficace entre deux lignes par exemple A et B. Cette tension sera de 120 V entre n'importe laquelle des lignes (A, B ou C) et le neutre. Il s'agit bien sûr des valeurs théoriques attendues, mais à cause de la chute de tension, on n'aura pas exactement ces valeurs. **Les sorties A, B et C** sont raccordées à la charge selon qu'elle soit monophasée ou qu'elle soit triphasée étoile ou triphasé triangle. La **borne de mise à la terre** de l'autotransformateur est la borne verte identifiée par GND pour Ground.



**Figure 8.** Autotransformateur triphasé max 240 V entre A et B et 120 V entre A et GND

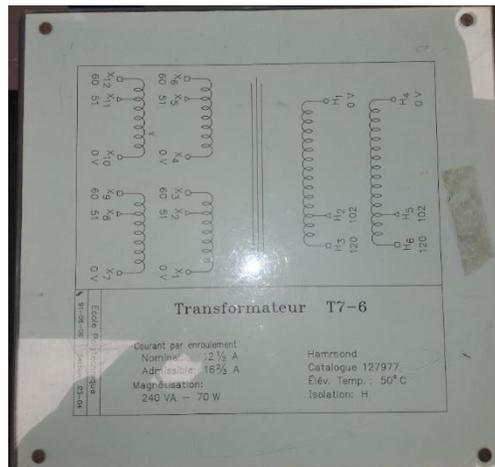
La figure ci-dessous montre une image du bouton Vernier de l'autotransformateur triphasé.



**Figure 9.** Bouton Vernier pour ajuster la tension de sortie de l'autotransformateur triphasé.

## Le transformateur au laboratoire

Le transformateur utilisé dans ce laboratoire est le T7-6 d'Hammond. Le transformateur T7-6 du laboratoire est un transformateur à *prise multiple et à plusieurs enroulements*. Plus précisément, on a deux enroulements primaires (bornes H) et quatre enroulements secondaires (bornes X) pouvant être **raccordés en série** pour augmenter la tension. La plaque signalétique du transformateur est montrée sur la **Figure 10**.



**Figure 10.** Plaque signalétique du transformateur T7-6 d'HAMMOND

La **Figure 11** ci-dessous montre la vue sur laquelle on a accès aux bornes H du primaire. *C'est également sur cette face que l'on a accès à la borne de mise à la terre*. Les bornes du secondaire sont montrées sur la **Figure 12**.



**Figure 11.** Bornes du primaire (bornes H) du transformateur T7-6 d'HAMMOND

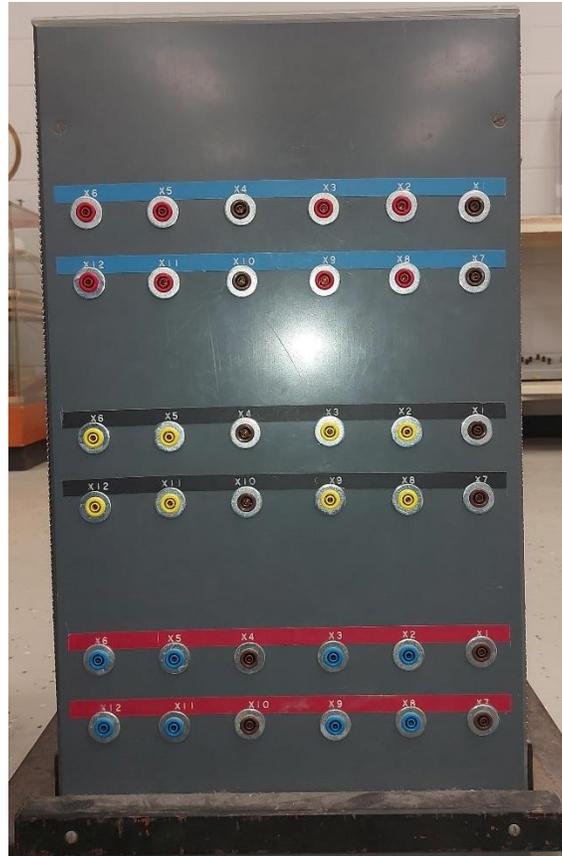


Figure 12. Bornes du secondaire (bornes X) du transformateur T7-6 d'HAMMOND

## Préparation

- Lire les sections précédentes du laboratoire et d'autres documents du cours.
- Regarder la capsule suivante :  
<https://www.loom.com/share/8154bacb14024b0887045ef132240d44?sid=042e3e77-f379-4897-a6ee-120934bc3fd9>
- Répondre aux questions de préparation sur Moodle avant 18 h 30 la journée précédant le laboratoire.

***Note importante*** : vous ne pourriez accéder au laboratoire que si vous avez complété l'exercice de préparation sur Moodle au plus tard à la date indiquée.

## Expérimentations

Note : le personnel du laboratoire aura déjà aménagé les tables de travail avant votre arrivée au laboratoire.

### Consignes de sécurité générale



**DANGER** : Ce laboratoire fait appel à des tensions élevées et des courants intenses. Soyez attentifs aux consignes et coupez toujours l'alimentation avant de travailler sur vos montages.



**DANGER** : Porter des lunettes de sécurité durant toutes les manipulations.



**DANGER** : Assurez-vous d'avoir réalisé la mise à la terre en reliant ensemble toutes les bornes vertes (GND) des composants ensemble et avec celle de la source.



**ATTENTION** : À chaque fois que vous préparez un nouveau montage, il est recommandé que chaque membre de l'équipe vérifie indépendamment le circuit, de façon à minimiser les risques de mauvais branchements.

### Expérience 1 : Transformateur monophasé à vide.

#### Schémas

Dans cette expérience vous allez mesurer les puissances absorbées par un transformateur monophasé lorsque celui-ci n'alimente aucune charge (transformateur à vide). Comme mentionné plus haut, le transformateur monophasé consiste à deux bornes primaires (H) et deux bornes secondaires (X). Pour cette expérience, les bornes de l'enroulement primaire seront H1 et H3. L'enroulement secondaire total consiste à la mise en série de deux enroulements ainsi, les bornes X1 et X3 doivent être reliées ensemble comme montré sur la **Erreur! Source du renvoi introuvable.** XWM1 et XWM2 représente les deux analyseurs de puissance PM 1000 de Voltech.

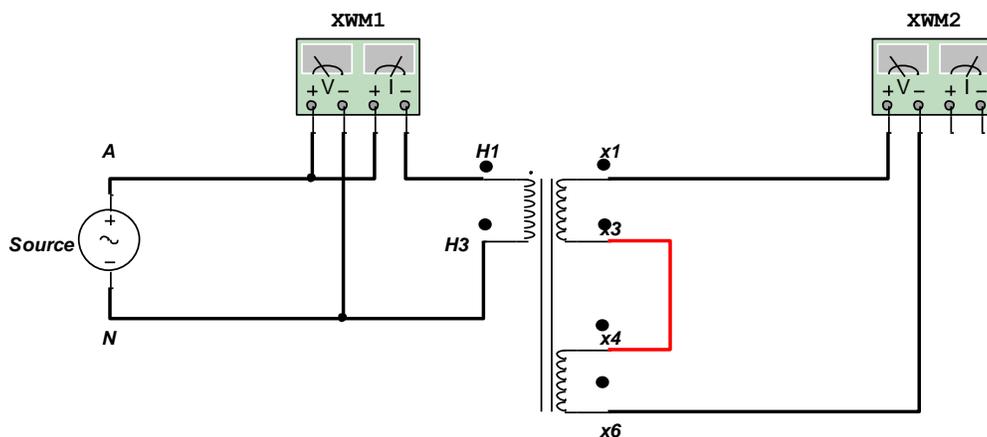


Figure 13. Schéma de principe pour l'expérience 1.

**Remarque** : les bornes ampèremétriques de l'analyseur de puissance au secondaire ne sont pas utilisées dans cette expérience.

Pour réaliser cette première expérience, il sera mis en place un setup (incluant l'autotransformateur triphasé) qui sera également utilisé dans les expériences subséquentes. La **Figure 14** le schéma de montage pour l'expérience 1.



**DANGER** : Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est à la position « OFF » avant de réaliser le schéma de montage qui est montré sur la **Figure 14**. La légende utilisée est la suivante :

- Les  **fils de phase**  (A, B et C) :  **couleur rouge** .
- Le  **fil de neutre**  qui dans ce cas n'est pas connecté à la charge :  **en pointillé noir** .
- Le  **conducteur de protection**  de mise à la terre :  **en vert** .
- Des points dans avec des couleurs appropriées sont utilisés pour indiquer des jonctions lorsqu'elles existent.

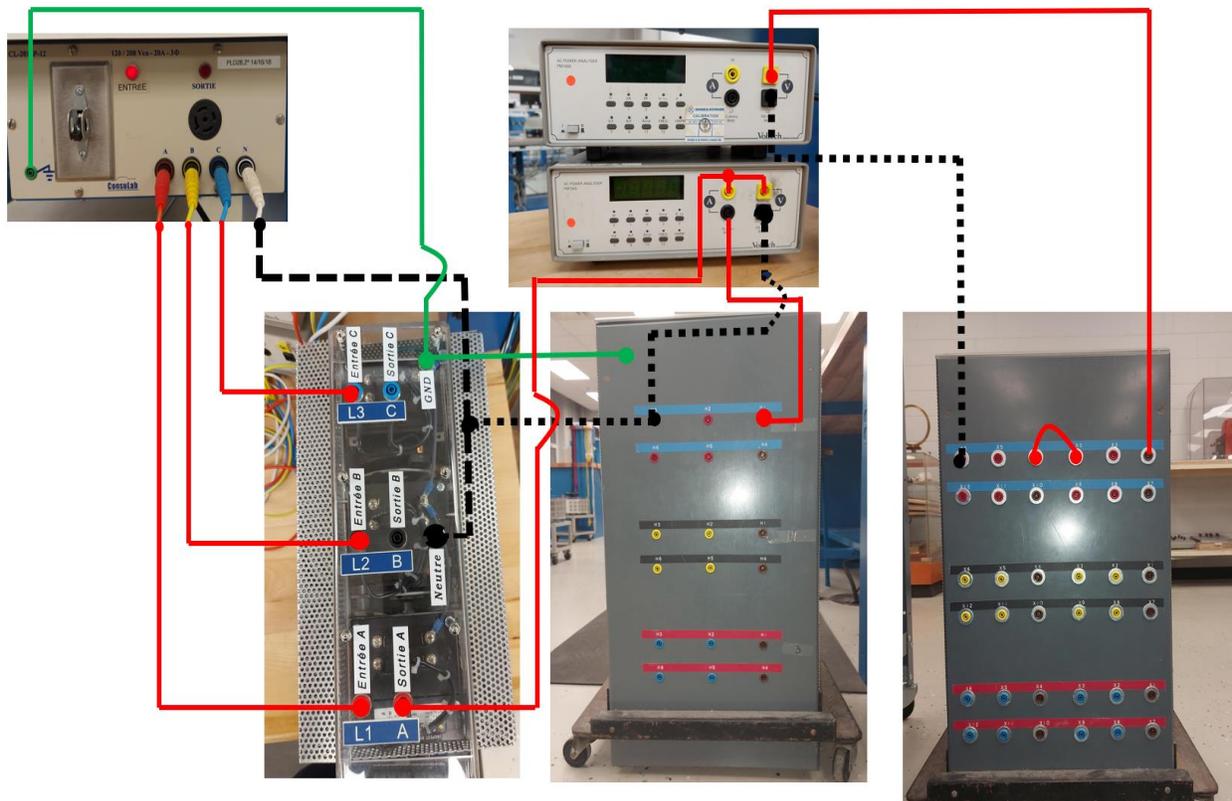


Figure 14. Schéma de montage pour l'expérience 1.

*Consignes de sécurité pour cette expérience*



**DANGER :** Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est à la position « OFF ».



**ATTENTION :** Faites inspecter votre montage par le responsable du laboratoire (avant de mettre le circuit sous tension).

*Mesures*

- Une fois votre **montage approuvé**, mettre la source à ON
- Mettre en ON les deux analyseurs de puissance.
- Utiliser le bouton Vernier de l'autotransformateur triphasé afin d'ajuster la tension au secondaire du transformateur à 120 V (confirmer cette valeur par la tension indiquée sur le 2<sup>e</sup> analyseur de puissance; celui raccordé au secondaire).
- Compléter le **Tableau 1**.

**Tableau 1.** Mesures du transformateur monophasé à vide.

Primaire					Secondaire
$I_1(A)$	$V_1(V)$	$P_1(W)$	$S_1(VA)$	$FP_1$	$V_2(V)$



**DANGER :** Utiliser le bouton VERNIER de l'autotransformateur pour ramener la tension à zéro.



**DANGER :** mettre le disjoncteur du panneau à la position « OFF » et commencer l'expérience 2.

## Expérience 2 : Transformateur monophasé en charge

### Schémas

Dans cette expérience, nous allons rajouter une charge résistive de  $66,667 \Omega$  au secondaire du transformateur. Comme dans les laboratoires précédents, cette valeur correspond à la mise en parallèle des résistances de  $600 \Omega$  ;  $300 \Omega$  ;  $300 \Omega$  et  $150 \Omega$  d'un même bloc. Le schéma de principe est montré sur la **Figure 15**

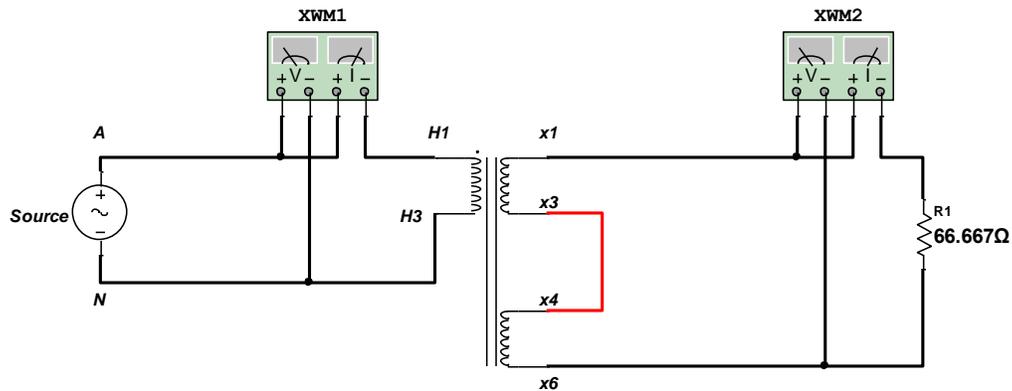


Figure 15. Schéma de principe pour l'expérience 2.

Le schéma de montage pour cette expérience est montré sur la **Figure 16**.



**DANGER :** Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est toujours à la position « OFF » avant de réaliser le schéma de montage de la **Figure 16**.

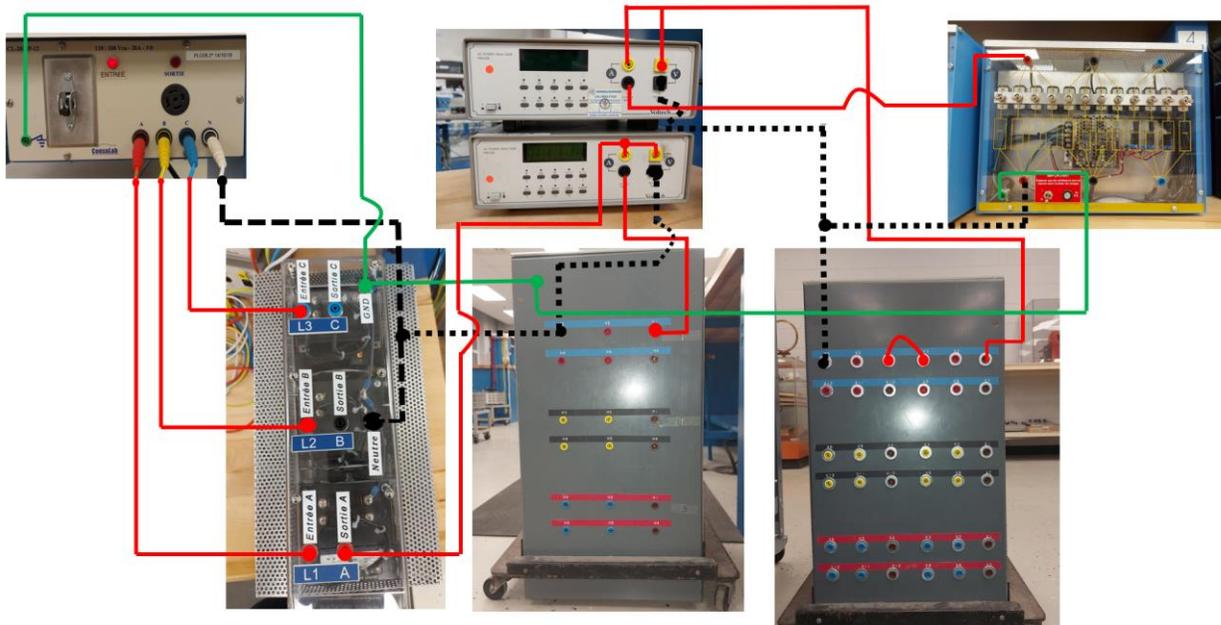


Figure 16. Schéma de montage pour l'expérience 2.

### Consignes de sécurité pour cette expérience



**DANGER** : Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est à la position « OFF ».



**ATTENTION** : Faites inspecter votre montage par le responsable du laboratoire (avant de mettre le circuit sous tension).



**ATTENTION** : Mettre tous les interrupteurs du boîtier de résistance à ON (tous les interrupteurs doivent être tous vers le haut).



**ATTENTION** : Mettez le ventilateur du boîtier de résistance en marche. **Vous le laisserez tourner tout au long du laboratoire (même lorsque le circuit n'est pas sous tension).** Vous l'arrêterez avant de quitter la salle de laboratoire.

### Mesures

- Une fois votre **montage approuvé**, mettre la source à ON de même que les analyseurs de puissance (si vous les aviez éteints après l'expérience précédente)
- Utiliser le bouton Vernier de l'autotransformateur triphasé afin d'ajuster la tension au secondaire du transformateur à 120 V.
- Compléter le **Tableau 2**.

**Tableau 2.** Mesures du transformateur monophasé en charge.

Primaire					Secondaire				
$I_1(A)$	$V_1(V)$	$P_1(W)$	$S_1(VA)$	$FP_1$	$I_2(A)$	$V_2(V)$	$P_2(W)$	$S_2(VA)$	$FP_2$



**DANGER** : Utiliser le bouton VERNIER de l'autotransformateur pour ramener la tension à zéro.



**DANGER** : mettre le disjoncteur du panneau à la position « OFF » et commencer l'expérience 3.

## Expérience 3 : Charge triphasée Yy à vide

### Schémas

Dans cette expérience, des mesures sur la ligne triphasée seront réalisées. Pour cela, l'analyseur de puissance **XiTron 2553** sera intercalé entre l'autotransformateur triphasé et le transformateur triphasé comme montré sur la **Figure 17**. Les enroulements primaire et secondaire sont couplés en étoile. L'analyseur de puissance XWM2 qui est un PM 1000 de Voltech sera utilisé pour mesurer la tension de phase (entre une ligne et le neutre) au secondaire.

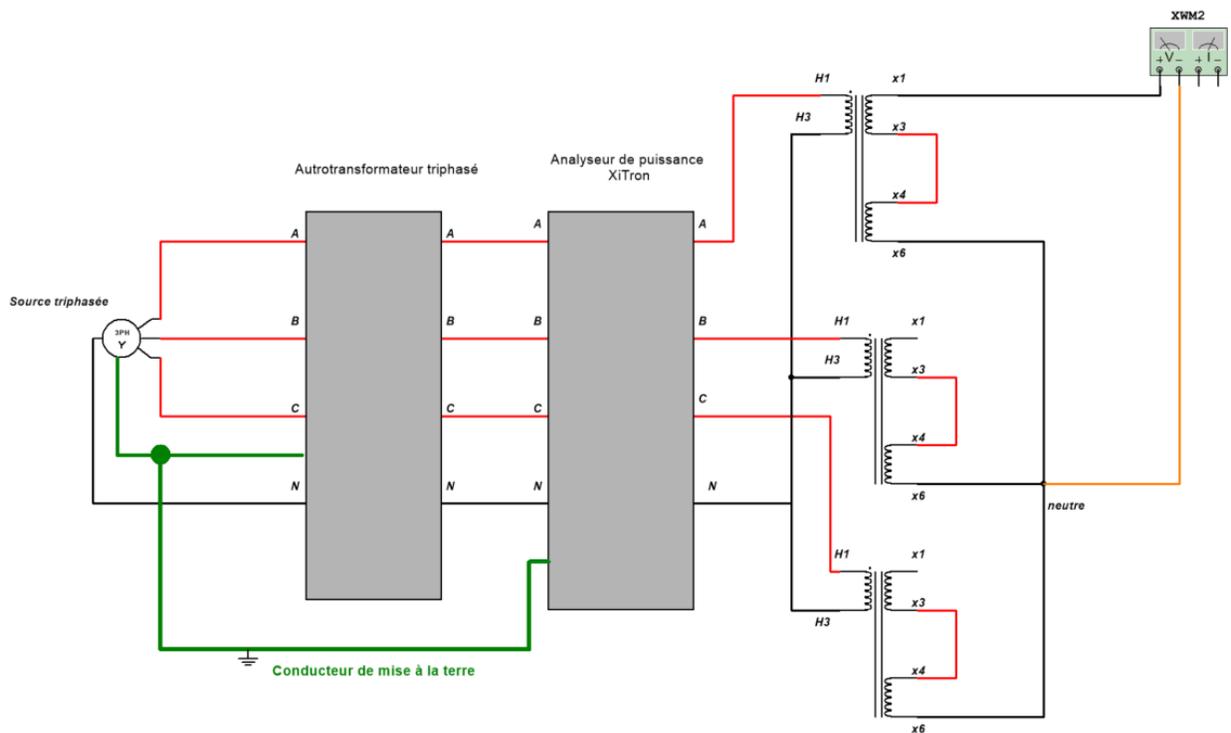


Figure 17. Schéma de principe pour l'expérience 3

Le schéma de montage pour cette expérience est montré sur la **Figure 18**.



**DANGER :** Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est toujours à la position « OFF » avant de réaliser le schéma de montage de la **Figure 18**.

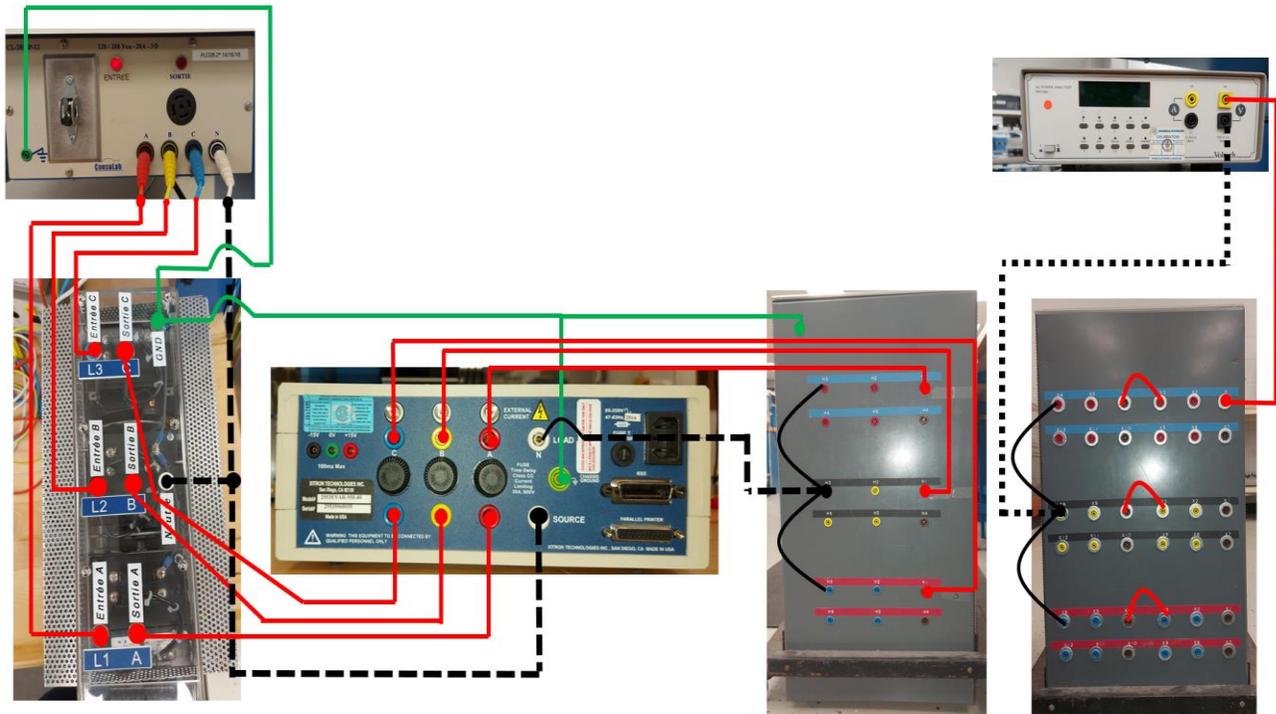


Figure 18. Schéma de montage pour l'expérience 3

### Consignes de sécurité pour cette expérience



**DANGER** : Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est à la position « OFF ».



**ATTENTION** : Faites inspecter votre montage par le responsable du laboratoire (avant de mettre le circuit sous tension).

### Mesures

- Une fois votre **montage approuvé**, mettre la source à ON de même que les analyseurs de puissance (si vous les aviez éteints après l'expérience précédente)
- Utiliser le bouton Vernier de l'autotransformateur triphasé afin d'ajuster la tension au secondaire (celle indiquée par l'analyseur de puissance monophasé PM 1000) du transformateur à 120 V.
- Configurer si ce n'est pas encore le cas, l'analyseur de puissance dans le mode :  $3\phi - 3\text{ wire } (ABC)$  vous le laisserez dans ce mode pour toutes les expériences suivantes.

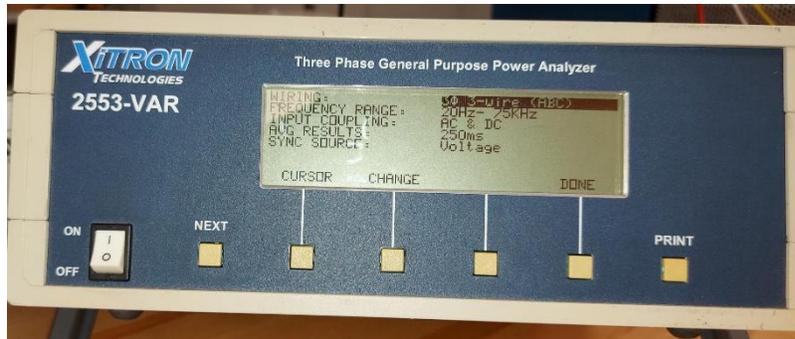


Figure 19. Mode 3Φ-3-wire (ABC) de l'analyseur XiTron.

- Compléter le **Tableau 3**.

**Tableau 3.** Mesures du transformateur triphasé Yy à vide.

Primaire (mesures sur le XiTron 2553)					Secondaire (Analyseur PM 1000)
$I_{Lp} (A)$	$V_{Lp} (V)$	$P_1 (W)$	$S_1 (VA)$	$FP_1$	$V_2 (V)$



**ATTENTION : NE MODIFIER PAS LE RÉGLAGE DE L'AUTOTRANSFORMATEUR CETTE FOIS CI.**



**DANGER :** mettre le disjoncteur du panneau à la position « OFF » et commencer l'expérience 4.

## Expérience 4 : Charge triphasée Yy en charge

### Schémas

Comme dans le cas du transformateur monophasé, il sera rajouté une charge triphasée résistive avec des résistances de  $66,667 \Omega$  par phase. Le schéma de principe est montré sur la **Figure 20**. L'analyseur de puissance monophasé mesure cette fois-ci le courant de ligne au secondaire et la tension de phase. Le schéma de montage pour l'expérience 4 est montré sur la **Figure 21**.

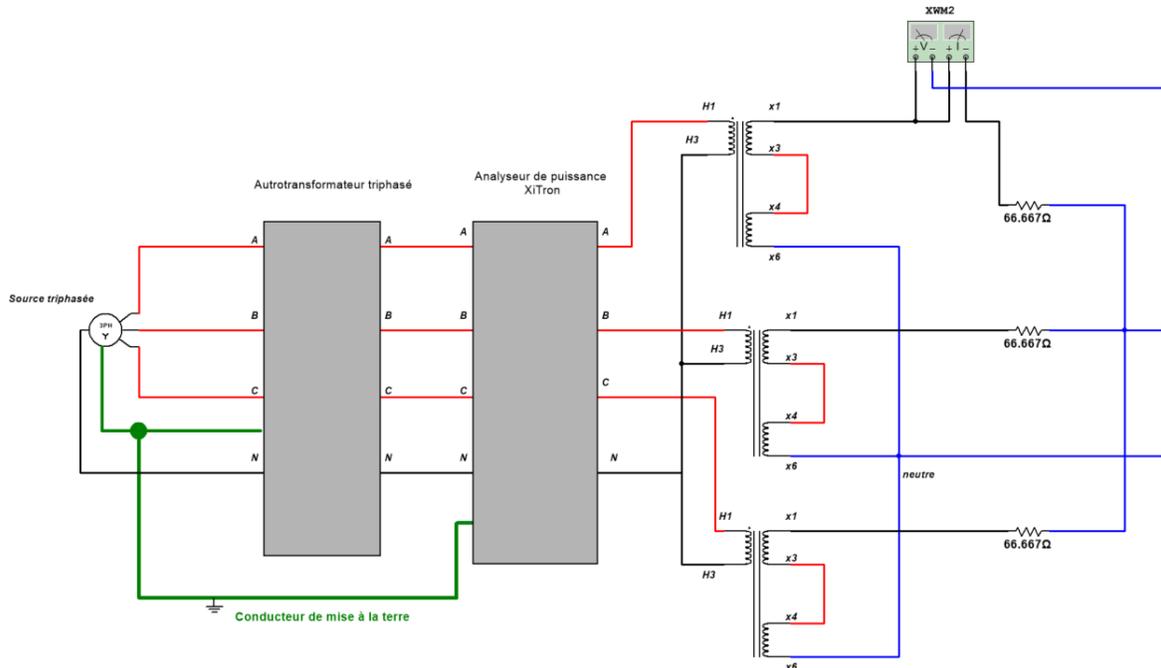


Figure 20. Schéma de principe pour l'expérience 4



**DANGER :** Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est toujours à la position « OFF » avant de réaliser le schéma de montage de la **Figure 21**.

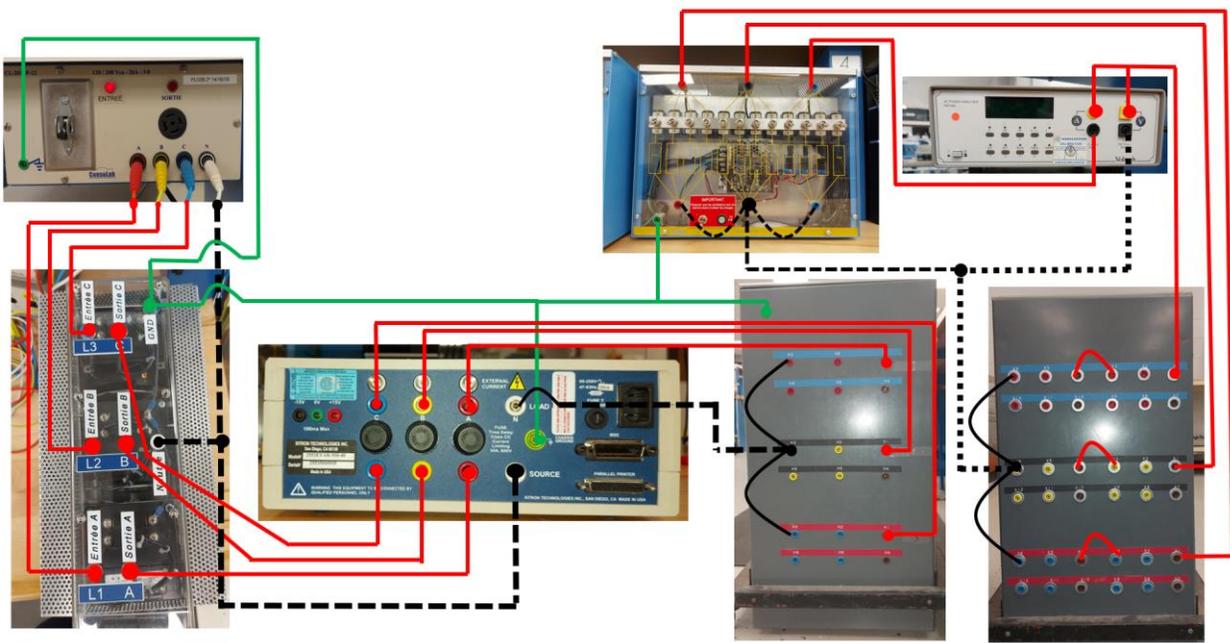


Figure 21. Schéma de montage pour l'expérience 4

**Consignes de sécurité pour cette expérience**



**DANGER :** Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est à la position « OFF ».



**ATTENTION :** Faites inspecter votre montage par le responsable du laboratoire (avant de mettre le circuit sous tension).



**ATTENTION :** Remettez le ventilateur du boîtier de résistance en marche si l'aviez éteint précédemment.

**Mesures**

- Une fois votre **montage approuvé**, mettre la source à ON de même que les analyseurs de puissance (si vous les aviez éteint après l'expérience précédente).
- Compléter le **Tableau 4**.

**Tableau 4.** Mesures du transformateur triphasé Yy en charge

Primaire (mesures sur le XiTron 2553)					Secondaire (Analyseur PM 1000)				
$I_{Lp}(A)$	$V_{Lp}(V)$	$P_1(W)$	$S_1(VA)$	$FP_1$	$I_{Ls}(A)$	$V_s(A)$	$P_2(W)$	$S_2(VA)$	$FP_2$



**DANGER :** Utiliser le bouton VERNIER de l'autotransformateur pour ramener la tension à zéro.



**DANGER :** mettre le disjoncteur du panneau à la position « OFF » et commencer l'expérience 5.



**ATTENTION :** ne pas modifier le raccordement du côté secondaire du transformateur.

## Expérience 5 : Transformateur Dy à vide

### Schémas

Le couplage du primaire est maintenant triangle. Modifiez le montage de façon comme montré sur la **Figure 22**. Vous remarquerez que tous les interrupteurs du trio de résistances ont été mis à OFF. Le schéma de montage pour cette expérience est montré sur la **Figure 23**.

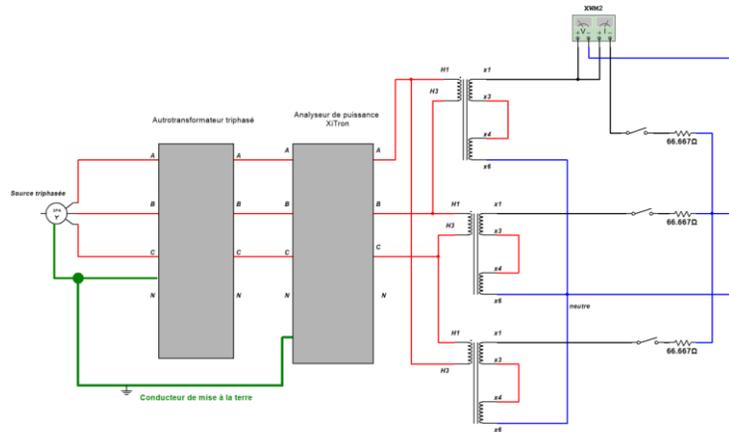


Figure 22. Schéma de principe pour l'expérience 5.



**DANGER:** Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est toujours à la position « OFF » avant de réaliser le schéma de montage de la **Figure 23**.

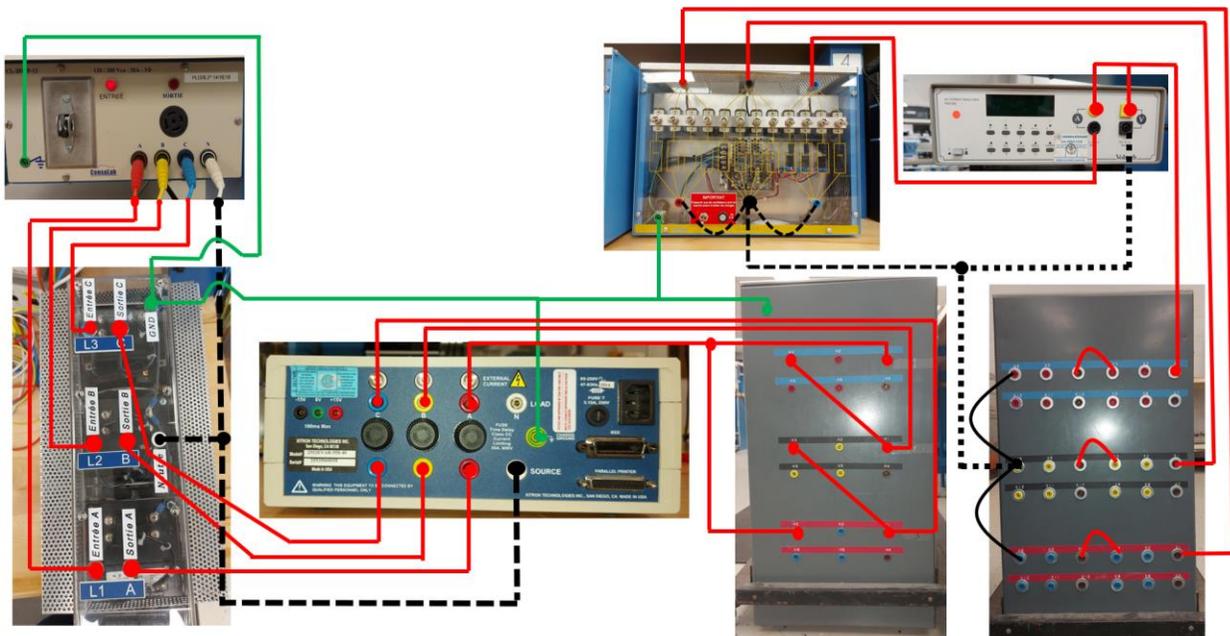


Figure 23. Schéma de montage pour l'expérience 5.

### Consignes de sécurité pour cette expérience



**DANGER** : Assurez-vous que le disjoncteur du panneau est à la position « OFF ».



**ATTENTION** : Faites inspecter votre montage par le responsable du laboratoire (avant de mettre le circuit sous tension).



**ATTENTION** : Mettre tous les interrupteurs du boîtier de résistance à OFF (tous les interrupteurs doivent être tous vers le bas).

### Mesures

Une fois votre **montage approuvé**,

- mettre la source à ON de même que les analyseurs de puissance (si vous les aviez éteints après l'expérience précédente)
- Utiliser le bouton Vernier de l'autotransformateur triphasé afin d'ajuster la tension au secondaire du transformateur à 120 V.
- Compléter le **Tableau 5**.

**Tableau 5.** Mesures du transformateur triphasé Dy à vide.

Primaire (mesures sur le XiTron 2553)					Secondaire (Analyseur PM 1000)
$I_{Lp}$ (A)	$V_{Lp}$ (V)	$P_1$ (W)	$S_1$ (VA)	$FP_1$	$V_2$ (V)



**DANGER** : Utiliser le bouton VERNIER de l'autotransformateur pour ramener la tension à zéro.



**DANGER** : mettre le disjoncteur du panneau à la position « OFF » et faire l'expérience 6.



**ATTENTION** : ne pas modifier votre montage

## Expérience 6 : Transformateur Dy en charge

### Schémas

Pour cette expérience VOUS N'AVEZ PAS À MODIFIER VOS RACCORDEMENTS; vous devez simplement mettre tous les interrupteurs du boîtier de résistance à ON comme montré sur la **Figure 24**. Le schéma de montage est donc le même que celui montré sur la **Figure 23**.

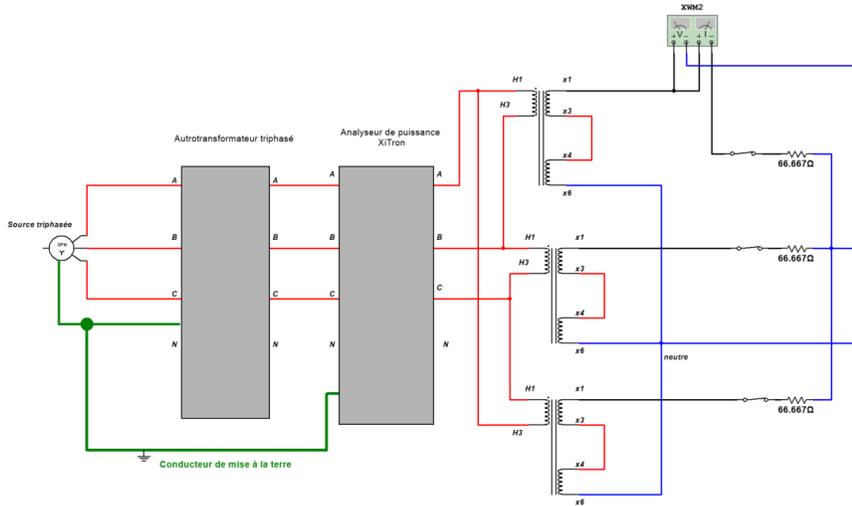


Figure 24. Schéma de principe pour l'expérience 6.

### Mesures

Une fois votre **montage approuvé**,

- mettre la source à ON de même que les analyseurs de puissance (si vous les aviez éteint après l'expérience précédente)
- Utiliser le bouton Vernier de l'autotransformateur triphasé afin d'ajuster la tension au secondaire du transformateur à 120 V.
- Compléter le **Tableau 6**.

Tableau 6. Mesures du transformateur triphasé Dy en charge

Primaire (mesures sur le XiTron 2553)					Secondaire (Analyseur PM 1000)				
$I_{Lp}(A)$	$V_{Lp}(V)$	$P_1(W)$	$S_1(VA)$	$FP_1$	$I_{Ls}(A)$	$V_s(A)$	$P_2(W)$	$S_2(VA)$	$FP_2$

*Fin du lab. ici avant de partir : Présenter vos tableaux de mesures complétés au responsable du LAB et rassurez-vous d'avoir signer la feuille de présence.*

*Le rapport de test sera disponible sur Moodle à partir du vendredi 1<sup>er</sup> mars à 18 h 30.*