

INTRODUCTION AUX CIRCUITS



Dans ce laboratoire, vous disposerez d'une source de tension (qui agit comme une pile), de trois résisteurs, de fils de connexion de résistance négligeable et d'un multimètre, un appareil qui peut mesurer la tension entre deux points du circuit (en mode voltmètre), le courant dans une des branches du circuit (en mode ampèremètre) et la résistance d'un résistor ou d'une combinaison de résisteurs (en mode ohmmètre). Ce laboratoire est conçu pour vous familiariser avec les appareils ; son but est de vérifier expérimentalement certaines notions de base de la théorie des circuits électriques.

Séance de laboratoire

Pour commencer, prenez en note le numéro de plaque (indiqué sur une étiquette en son centre) :

Plaque no. _____

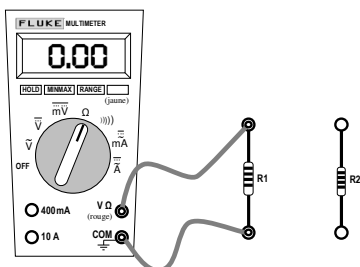
Transcrivez immédiatement ce numéro dans le compte-rendu du laboratoire, à la page 9.

Les trois résisteurs que vous allez utiliser dans ce laboratoire se trouvent dans le coin inférieur gauche de la plaque. Dans les trois premières parties de ce laboratoire, vous allez utiliser un multimètre en mode « ohmmètre ».

Première partie : Mesure des résistances individuelles

Commencez par mesurer la résistance du résistor R_1 en utilisant deux fils, tel qu'indiqué sur le **schéma ci-dessous** (le gros bouton rotatif sur le multimètre doit être réglé à « Ω », tel qu'indiqué sur le schéma).

$R_1 =$ _____ (n'oubliez pas d'indiquer les unités)



Faites de même pour le résistor R_2 .

$R_2 =$ _____

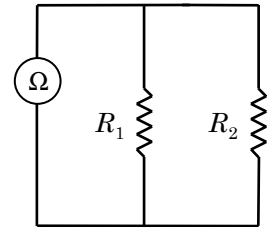
Plus loin dans cette expérience, vous vous servirez également du résistor R_3 : mesurez également sa résistance.

$R_3 =$ _____

Transcrivez immédiatement ces trois valeurs de résistance à la page 9 du compte-rendu du laboratoire.

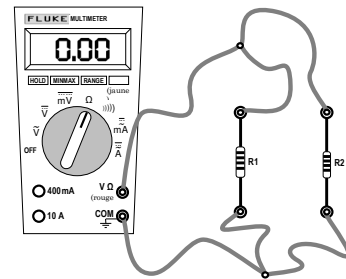
Deuxième partie : Résistance équivalente de deux résisteurs

Considérez le **circuit ci-contre**, dans lequel l'ohmmètre mesure la résistance équivalente des résisteurs R_1 et R_2 branchés en parallèle.



Utilisez les valeurs des résistances que vous venez de mesurer et la théorie de la résistance équivalente des résisteurs branchés en parallèle pour calculer la résistance équivalente du circuit, en montrant explicitement vos calculs. Vous pouvez **directement faire votre calcul** dans l'espace prévu sur le **compte-rendu du laboratoire**. (Faites le calcul tout de suite, avant de continuer les manipulations.)

Pour réaliser ce circuit, on peut utiliser 6 fils, tel qu'indiqué sur le **schéma ci-dessous**.



Faites-le (même s'il ne s'agit pas de la manière la plus efficace d'effectuer le branchement) et prenez en note la valeur de la résistance indiquée par l'ohmmètre :

R_{12} (parallèle, 6 fils) = _____

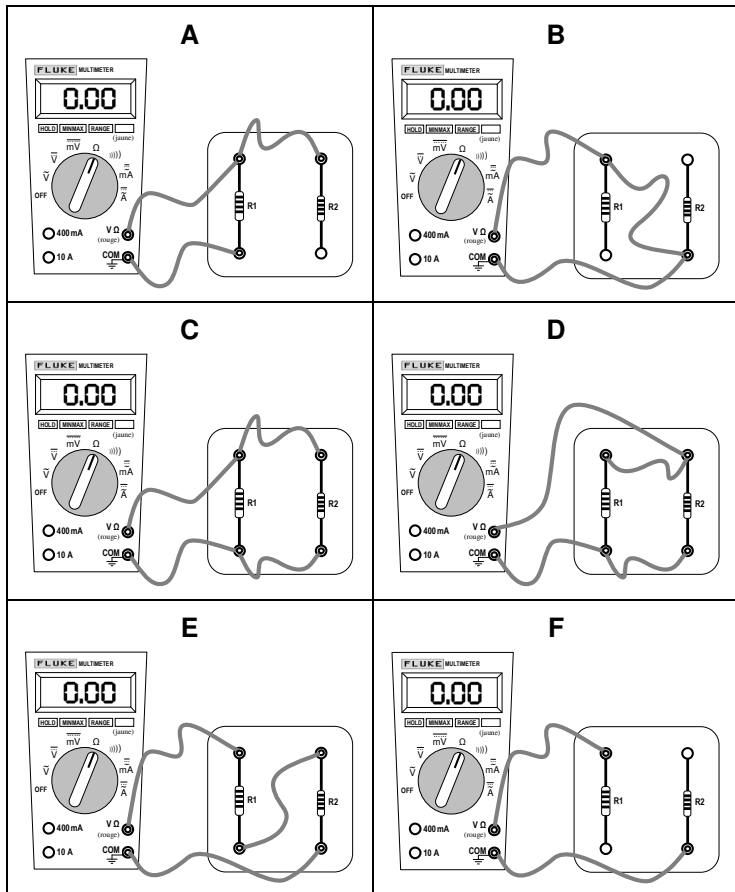
Transcrivez cette valeur dans le compte-rendu du laboratoire.

Bien sûr, il est possible d'utiliser moins de fils sans changer la nature fondamentale de ce circuit. Avant de le faire, répondez à la question qui suit.

Troisième partie : La source (pile)

Pour lequel ou lesquels des branchements des figures **A** à **F** ci-dessous les résistances sont-ils branchés en parallèle? _____

Transcrivez cette réponse dans le compte-rendu.

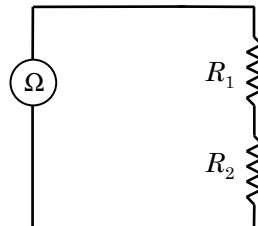


Choisissez un des circuits en parallèle que vous venez d'identifier, effectuez le circuit puis prenez en note la valeur de la résistance indiquée par l'ohmmètre :

$$R_{12} \text{ (parallèle, nombre de fils minimal)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Transcrivez cette valeur dans le compte-rendu du laboratoire.

Parmi les circuits **A** à **F**, lequel ou lesquels sont équivalents au branchement en série représenté sur le schéma ci-contre ?



Transcrivez cette réponse dans le compte-rendu.

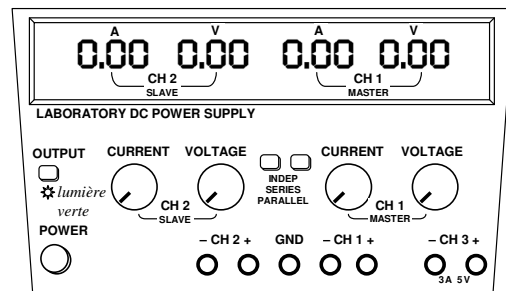
Effectuez le circuit puis prenez en note la valeur de la résistance indiquée par l'ohmmètre :

$$R_{12} \text{ (série)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

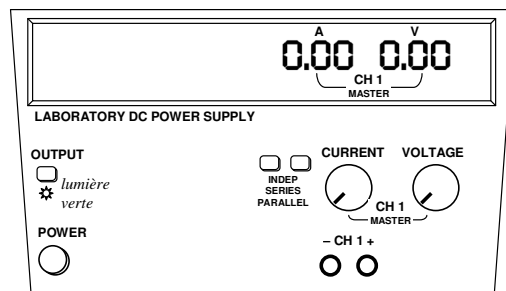
Transcrivez cette valeur dans le compte-rendu du laboratoire.

Dans ce qui précède, vous avez mesuré des résistances à l'aide du multimètre en mode ohmmètre. Dans ce mode, l'ohmmètre se sert de sa pile interne (dont la tension est connue et constante) pour générer un courant dans les résistances dont on désire mesurer la résistance, et déduit leur résistance à partir du courant qui en résulte : plus la résistance est grande, plus le courant est faible.

Nous allons maintenant utiliser un appareil appelé « source » (l'équivalent d'une pile) pour générer du courant dans un circuit composé d'un ou de plusieurs résistances, puis nous allons nous servir du multimètre en mode voltmètre pour mesurer des voltages (différences de potentiel) et en mode ampèremètre pour mesurer des courants. La source dont on dispose (schéma ci-dessous) est conçue pour pouvoir jouer simultanément le rôle de trois piles, par l'entremise de ses sorties appelées « canaux » (*channels* en anglais), identifiées par **CH 1**, **CH 2** et **CH 3**.



Dans ce laboratoire, nous utiliserons uniquement la sortie **CH 1**. Sur le schéma ci-dessous, nous avons masqué les composants « inutiles » de la source. Nous allons nous servir de la source pour générer un voltage constant. Dépendamment de la résistance du circuit qui sera alimenté par la source, celle-ci générera un courant (en ampères) plus ou moins élevé.



Un peu plus loin dans ce laboratoire, lorsque vous allez mesurer des courants avec le multimètre en mode ampèremètre, il ne faudra pas que le courant dépasse 400 mA (ce qui correspond à 0,4 A), sinon le fusible du multimètre va brûler.

Pour éviter que cela se produise, nous allons régler la source pour qu'elle ne dépasse jamais une certaine valeur de courant : pour se donner une marge de sécurité, nous allons choisir 0,3 A. Voici comment procéder :

Procédure pour limiter le courant de la source à 0,3 A

Étape 1. Allumez la source (bouton **POWER**). La lumière verte au-dessus du bouton **POWER** (et en dessous du bouton **OUTPUT**) devrait être éteinte : si elle est allumée, appuyez sur le bouton **OUTPUT** pour l'éteindre.

Étape 2. Tournez le bouton **CURRENT** du **CH 1** pour que l'affichage rouge indique **0,30** (ampères).

Étape 3. Appuyez de nouveau sur le bouton **OUTPUT** pour que la lumière verte s'allume. L'affichage rouge n'indique plus 0,3 A (s'il n'y a rien de branché à la source, la valeur retombe à 0), mais la valeur de 0,3 A est gardée « en mémoire ».

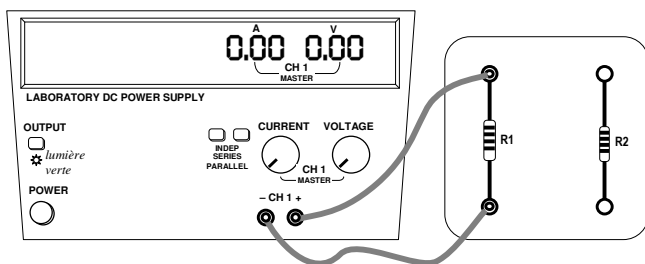
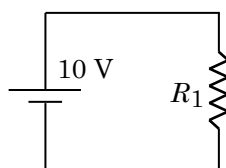
Ne touchez plus au bouton CURRENT pour le reste de l'expérience. Si vous y touchez par inadvertance, recommencez tout simplement la procédure.

Désormais, le courant généré par la source pourra prendre n'importe quelle valeur entre 0 et 0,3 A, dépendamment de la tension demandée (par le bouton **VOLTAGE**) et de la résistance du circuit. Si le bouton **VOLTAGE** est réglé à une valeur trop élevée ou que la résistance est trop petite, le courant « théorique » pourrait dépasser 0,3 A : dans ce cas, la source va se contenter de fournir 0,3 A.

Dans son mode « par défaut », la source peut générer jusqu'à 3 A. Ainsi, il est essentiel d'effectuer la procédure de limitation du courant pour éviter de brûler le fusible du multimètre en mode ampèremètre.

Quatrième partie : La source branchée à un résistor

Comme premier circuit, vous allez réaliser le circuit représenté ci-contre, ce qui revient à faire les branchements indiqués sur le **schéma ci-dessous**.



À l'aide du bouton **VOLTAGE** du **CH 1**, réglez le voltage à 10 V.

Assurez-vous que les deux petits boutons immédiatement à gauche du bouton **CURRENT** sont dans la position la plus sortie possible (pour que le canal **1** soit indépendant du canal **2**).

Nous voulons mesurer le voltage aux bornes de R_1 , ou encore, pour utiliser une terminologie plus précise, la *différence de potentiel* entre ses bornes, que nous allons représenter par le symbole ΔV_1 . (Au secondaire, on utilise habituellement le symbole U plutôt que ΔV pour représenter la différence de potentiel.) Pour ce faire, tournez le bouton rotatif du multimètre pour le placer en mode \bar{V} (qu'il ne faut pas confondre avec le mode \tilde{V} , utilisé pour mesurer du courant alternatif). Prenez en note la différence de potentiel aux bornes du résistor R_1 :

$\Delta V_1 = \text{_____}^*$ (n'oubliez pas d'indiquer les unités)

Transcrivez cette valeur dans le compte-rendu du laboratoire.

**Si vous obtenez une valeur négative, c'est que vous avez une inversion entre les polarités « rouge-noir » de la source et celles du multimètre (le noir étant la borne COM) : ce n'est pas bien grave, car dans ce laboratoire, on s'intéresse uniquement aux valeurs absolues des mesures.*

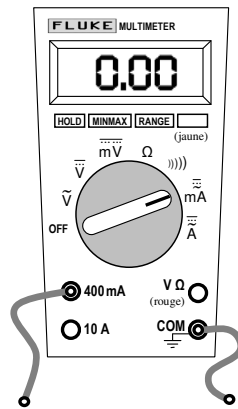
Ce résultat ne devrait pas vous surprendre : en effet, la différence de potentiel aux bornes du résistor est la même qu'aux bornes de la source, puisqu'elle alimente directement le résistor.

Contrairement à l'ohmmètre, le voltmètre n'a pas besoin de la pile interne du multimètre pour fonctionner. On pourrait penser que la présence du voltmètre modifie le circuit et fausse la valeur mesurée. Or, *la résistance du voltmètre est très grande*. Comme il est branché en parallèle avec le résistor R_1 , la quasi-totalité du courant généré par la source continue de traverser R_1 , et le circuit n'est pas modifié de manière significative. Seule une fraction négligeable du courant généré par la pile traverse le voltmètre : c'est justement grâce à ce courant que le voltmètre est capable de déduire la différence de potentiel aux bornes du résistor.

Nous voulons maintenant mesurer le courant qui circule à travers le résistor R_1 . Comme le circuit ne comporte aucun embranchement, le courant est le même en tout point du circuit.

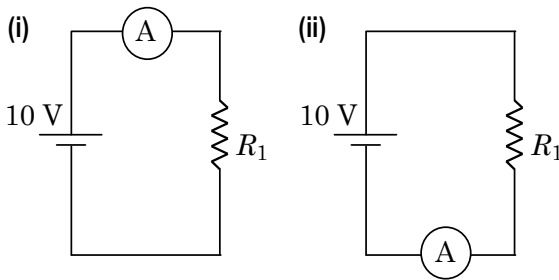
Pour mesurer ce courant, on pourrait penser qu'il suffit de prendre le fil qui se trouve dans le trou « $V \Omega$ » et le déplacer dans le trou « 400 mA », puis de tourner le bouton rotatif du multimètre pour le placer en position « mA » (comme sur le **schéma ci-contre**).

Or, ce n'est pas aussi simple que cela !

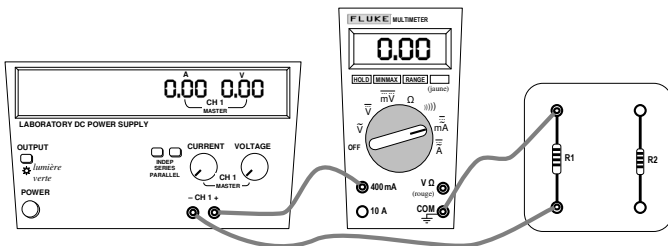


Pour mesurer une résistance ou une différence de potentiel, on a vu qu'il faut brancher le multimètre « en parallèle » avec le résistor ou la portion de circuit qui nous intéresse. En revanche, lorsqu'on utilise un multimètre en mode ampèremètre, *la totalité du courant qu'on désire mesurer doit traverser le multimètre*. Ainsi, le multimètre en mode ampèremètre doit être inséré « en série » à l'endroit du circuit où on veut mesurer le courant.

Ici, comme le courant est le même partout dans le circuit, on peut placer l'ampèremètre « avant » la résistance (comme sur le **schéma (i) ci-dessous**) ou « après » (**schéma (ii)**).



Par exemple, voici les branchements correspondant au schéma (i) :



Attention! Quand on tourne le bouton rotatif du multimètre pour le placer en position « mA », il se règle par défaut en mode « AC » (courant alternatif). Dans ce laboratoire, la source produit un courant continu, et il faut appuyer sur le **BOUTON JAUNE** du multimètre pour faire apparaître « mA DC » à droite de l'écran (« DC » pour « direct current », ce qui signifie « courant continu en anglais »).

Réalisez le montage du schéma (i), et prenez en note la valeur du courant, que nous allons désigner par le symbole I :

$$I_{\text{schéma (i)}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (\text{n'oubliez pas d'indiquer les unités})$$

Réalisez le montage du schéma (ii), et prenez en note la valeur du courant :

$$I_{\text{schéma (ii)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Transcrivez ces deux valeurs dans le compte-rendu du laboratoire.

Nous avons dit plus haut que la résistance du multimètre en mode voltmètre doit être très grande, afin de ne pas modifier le circuit de manière significative lorsqu'on le branche en parallèle. Pour le multimètre en mode ampèremètre, c'est le contraire : comme il est inséré dans le circuit, sa résistance doit être très petite. Ainsi, *un bon multimètre est conçu pour avoir une résistance très grande en mode voltmètre et quasi nulle en mode ampèremètre*.

D'après la loi d'Ohm, la différence de potentiel entre les bornes d'un résistor est égale à sa résistance multipliée par le courant qui le traverse : $\Delta V = RI$. (Au secondaire, on écrit habituellement $U = RI$). À partir des valeurs obtenues plus haut, calculez le produit $R_1 I$ (prenez une ou l'autre des valeurs de I mesurées) :

$$R_1 I = \underline{\hspace{2cm}}$$

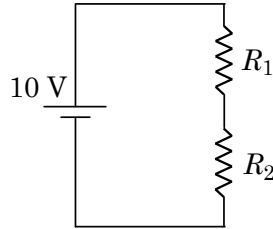
Transcrivez cette valeur dans le compte-rendu du laboratoire.

Dans l'espace prévu à la page 9 dans le **compte-rendu du laboratoire**, calculez le pourcentage d'écart entre cette valeur et ΔV_1 , que l'on considère ici comme valeur de référence :

$$\begin{aligned} \% \text{ d'écart} &= \frac{[\text{valeur}] - [\text{valeur de référence}]}{[\text{valeur de référence}]} \times 100\% \\ &= \frac{R_1 I - \Delta V_1}{\Delta V_1} \times 100\% \end{aligned}$$

Cinquième partie :
La source branchée à deux résisteurs en série

Montez le circuit représenté sur le **schéma ci-contre**.



Avec le multimètre en mode voltmètre, mesurez la différence de potentiel ΔV_s aux bornes de la source ; faites de même pour la différence de potentiel aux bornes du résistor R_1 , puis aux bornes du résistor R_2 :

$\Delta V_s =$ _____

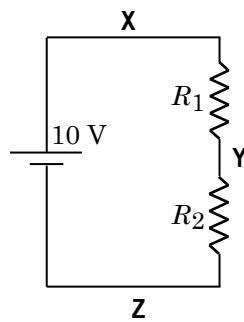
$\Delta V_1 =$ _____

$\Delta V_2 =$ _____

Quelle relation simple existe-t-il entre ΔV_s , ΔV_1 et ΔV_2 ? (Si vous ne la voyez pas immédiatement, essayez d'utiliser votre logique pour « découvrir » la relation!)

Transcrivez les trois valeurs et la relation trouvée dans le compte-rendu du laboratoire.

Avec le multimètre en mode ampèremètre, vous allez mesurer le courant entre la source et le résistor R_1 (région **X** sur le schéma ci-contre), entre les deux résisteurs (région **Y**) et entre le résistor R_2 et la source (région **Z**). Mais **avant de prendre vos mesures**, essayez de prévoir dans quelle région le courant est le plus élevé:



Il est inutile de recopier cette réponse dans le compte-rendu, on vous fait confiance!

Mesurez les courants (vérifiez que l'ampèremètre est bien réglé en mode « **mA DC** ») :

$I_X =$ _____

$I_Y =$ _____

$I_Z =$ _____

Transcrivez ces valeurs dans le compte-rendu du laboratoire.

D'après la théorie des résisteurs en série, quelle est la résistance équivalente $R_{\text{éq}}$ des deux résisteurs ?

Espace brouillon

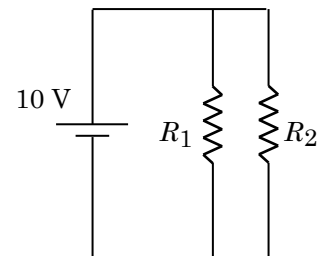
Utilisez la loi d'Ohm $\Delta V_s = R_{\text{éq}} I$ pour prévoir la valeur « théorique » du courant qui circule dans le circuit :

Espace brouillon

Remplissez les espaces correspondants dans le compte-rendu du laboratoire.

Sixième partie :
La source branchée à deux résisteurs en parallèle

Montez le circuit représenté sur le **schéma ci-contre**. Avec le multimètre en mode voltmètre, mesurez la différence de potentiel ΔV_s aux bornes de la source. Faites de même pour la différence de potentiel aux bornes du résistor R_1 , puis aux bornes du résistor R_2 .



$\Delta V_s =$ _____

$\Delta V_1 =$ _____

$\Delta V_2 =$ _____

Transcrivez ces valeurs dans le compte-rendu du laboratoire.

Avec le multimètre en mode ampèremètre, mesurez le courant I_s débité par la source, le courant qui circule

dans le résistor R_1 , et le courant qui circule dans le résistor R_2 (vérifiez que l'ampèremètre est bien réglé en mode « mA DC ») :

$$I_s = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

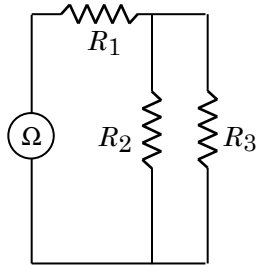
$$I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Quelle relation simple existe-t-il entre I_s , I_1 et I_2 ? (Si vous ne la voyez pas immédiatement, essayez d'utiliser votre logique pour « découvrir » la relation!)

Transcrivez les trois valeurs et la relation trouvée dans le compte-rendu du laboratoire.

Septième partie :
La résistance équivalente de trois résistors

On veut maintenant déterminer la résistance équivalente d'un circuit où R_1 est branché en série avec les résistors R_2 et R_3 , qui sont branchés entre eux en parallèle.



Utilisez la théorie des résistors pour calculer la résistance équivalente R_{eq} du circuit.

Espace brouillon

Remplissez l'espace correspondant dans le compte-rendu du laboratoire.

Effectuez le circuit qui permet de mesurer avec l'ohmmètre la résistance équivalente que vous venez

de calculer, et prenez en note la valeur indiquée par l'ohmmètre :

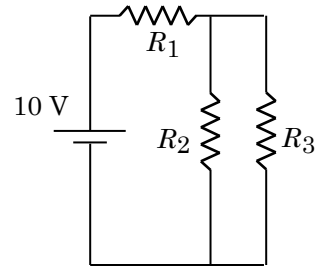
$$R_{123} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Transcrivez cette valeur dans le compte-rendu du laboratoire.

Avant de débrancher : appelez le professeur pour qu'il vérifie votre montage et vos résultats, et obtenez ses initiales dans l'espace prévu dans le compte-rendu du laboratoire.

Huitième partie :
La mesure des courants dans un circuit à trois résistors

Gardez le circuit de la septième partie (R_1 en série avec R_2 et R_3 en parallèle), mais remplacez l'ohmmètre par la source réglée, comme toujours, à 10 V.



Avec le multimètre en mode ampèremètre (assurez-vous qu'il est bien réglé en mode « mA DC »), mesurez le courant I_s débité par la source, le courant I_1 qui circule dans le résistor R_1 , le courant I_2 qui circule dans le résistor R_2 , et le courant I_3 qui circule dans le résistor R_3 :

$$I_s = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Quelle relation simple existe-t-il entre I_s et I_1 ?

Quelle relation simple existe-t-il entre I_1 , I_2 et I_3 ?

Transcrivez les quatre valeurs et les relations trouvées dans le compte-rendu du laboratoire.

Les manipulations sont terminées. S'il vous reste du temps, complétez le **compte-rendu du laboratoire**, que vous devrez remettre au moment indiqué par votre professeur.