
COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

TP en fiches :
Lois en électricité quatrième

Présentées par Dany LAUNER
avec la contribution de Claudie VIVIER, Marie-Thérèse LAUNAY,
Valérie JAOUEN, Stéphane JUCQUOIS et Karine PLUMAT

RÉSUMÉ

Cinq fiches de TP sur les grandeurs électriques intensité et tension dans les montages en série et dérivation.

FICHE A

A-1/ L'intention initiale

La fiche a été rédigée dans l'optique de limiter les risques matériels en guidant très fortement les élèves pour l'emplacement des ampèremètres. Les élèves concernés ont commencé les sciences physiques en quatrième, et au moment de ce TP, la schématisation n'est pas maîtrisée à 100 % par tous les élèves.

A-2/ Objectifs pédagogiques

Objectif méthodologique : Respect précis des consignes de montage, transcription d'un schéma et de résultats de mesure.

Objectif conceptuel : Loi des intensités dans un circuit en dérivation.

A-3/ Modalités

Pré-requis : Circuits en série et dérivation, utilisation d'un ampèremètre, unités d'intensité.

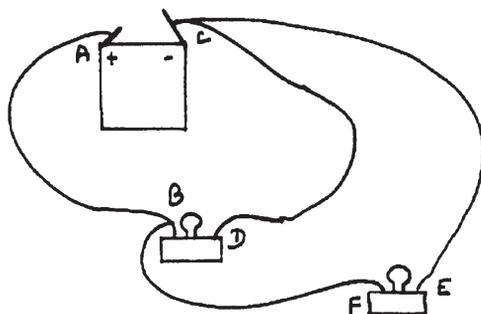
Durée 1 heure, en demi-classe, par équipe de deux ou trois élèves.

Chaque équipe rédige un compte-rendu d'une page comportant le schéma, les mesures et une conclusion. Quand le matériel est ramassé, un élève écrit au tableau les résultats de l'ensemble de la classe. Ceux-ci sont examinés pour en dégager une égalité en évo-

 COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

Mesures d'intensité (II) avec 2 lampes montées en dérivation

Vous devez réaliser un montage conforme au schéma proposé sans les ampèremètres et le **faire vérifier**.



Vous devrez ensuite mesurer l'intensité dans la branche commune entre A et B, puis dans chacune des dérivations entre C et D puis entre C et E .

Faites vérifier.

- ◇ N'oubliez pas de schématiser le montage en plaçant les lettres et les ampèremètres.
- ◇ Notez vos résultats.

◇ Et, bien sûr, **CONCLURE** en découvrant la loi générale

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

quant les incertitudes. La loi générale est présentée ensuite, en précisant que les résultats du TP à eux seuls ne sauraient la justifier : c'est le fait qu'aucune expérience ne l'aie jamais contredite qui donne sa force à cette loi et qui la rend exploitable pour prévoir le fonctionnement d'un circuit.

A-4/ Du côté des élèves

Obstacle attendu : le respect des règles de sécurité pour les ampèremètres.

Obstacle inattendu : pour certains élèves, le fait qu'un ampèremètre doive se brancher en série interdit de le placer dans un montage où les lampes sont en dérivation. Cette contradiction apparente les a beaucoup gênés.

A-5/ Du côté de l'enseignant

Le travail commence directement par le montage, sans que les élèves aient à le concevoir : la synthèse et la conclusion tiennent dans l'heure. Il n'y a pas de surprise, les élèves font ce qui est demandé. En contrepartie, les élèves attendent une vérification de leurs montages presque tous en même temps... et c'est sportif ! Tous les TP ne sont pas sur ce mode au cours de l'année, d'autres TP privilégient la démarche scientifique.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

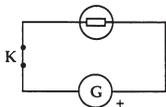
*Vérifiez expérimentalement les réponses données par cet élève lors
d'un contrôle de physique.*

Corrigez la copie de l'élève si nécessaire...

Avant de brancher le générateur, faites vérifier votre circuit par le professeur.

CONTROLE SUR L'INTENSITÉ DANS LES CIRCUITS EN SÉRIE :

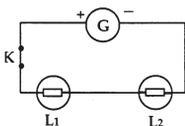
1) L'intensité du courant électrique est-elle différente avant et après la lampe ?



*Oui, elle est plus faible après la lampe
car le courant s'épuise en la traversant.*

CORRECTION :

2)



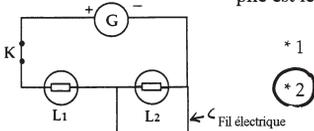
Lorsqu'on ajoute une lampe dans le précédent circuit,
l'intensité du courant :

- * augmente
- * ne change pas
- * diminue

L'éclat des lampes :

- * augmente
- * ne change pas
- * diminue

3)



Dans ce circuit, l'intensité du courant délivré par la
pile est la même que dans le montage :

- * 1
- * 2

Fiche B

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

FICHE B

B-1/ L'intention initiale

La plupart des élèves pensent que le courant s'use en circulant dans le circuit. Il s'agissait dans ce TP de «casser» cette idée en la formulant. La copie d'élève à corriger a l'avantage d'anonymer l'auteur de «l'erreur».

B-2/ Objectifs pédagogiques

Objectif de savoir-faire : Placer un ampèremètre, mesurer l'intensité d'un courant.

Objectifs conceptuels : Égalité des intensités dans un circuit en série. Effet d'un fil de connexion ajouté aux bornes d'une lampe.

B-3/ Modalités

Vu au cours précédent : utilisation d'un ampèremètre, unités d'intensité.

Durée 1 heure, en demi-classe, un montage pour deux élèves.

Les élèves devaient rendre la copie fictive corrigée. Le matériel leur est fourni en même temps que la fiche.

B-4/ Du côté des élèves

Le travail a plu aux élèves, qui ont bien joué le jeu. Beaucoup pensaient que la première réponse de l'élève était bonne, et ont été étonnés que cela ne soit pas confirmé par l'expérience.

B-5/ Du côté de l'enseignant

Les vérifications sont denses. Trois montages par équipe à multiplier par sept équipes.

Il faut aussi vérifier au fur et à mesure que la «copie» est bien corrigée, car certains laissent une réponse qu'ils croient bonne, en dépit des observations expérimentales. Il faut alors faire refaire le montage. Un cours en classe entière a repris ensuite les notions, en particulier pour qu'il y ait une trace écrite individuelle.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

FICHE C

C-1/ L'intention initiale

Pour certains élèves, l'écriture des lois constitue un obstacle important au niveau du langage. La manipulation les intéresse, ils veulent bien suivre le professeur en additionnant I_1 et I_2 , mais quand on transcrit la loi en langage textuel, cela devient incompréhensible pour eux. Les énoncés de lois qu'on trouve dans les copies l'attestent. L'idée de cette fiche était donc de mettre le texte de la loi au cœur du TP, en plaçant le langage avant l'expérience, cette dernière ne pouvant se faire qu'après avoir intégré le message.

C-2/ Objectifs pédagogiques

Objectif transversal : Maîtriser les langages.

Objectif méthodologique : Concevoir des hypothèses, puis les tester.

Objectif conceptuel : Loi des tensions en série et en dérivation.

C-3/ Modalités

Pré-requis : Circuits en série et dérivation, utilisation d'un voltmètre, unité de tension. Cette fiche a été utilisée avec des modalités diverses. La durée nécessaire est moindre si les élèves sont habitués à faire des TP où on leur donne une large part d'autonomie. Dans les meilleurs cas, cela tient en une heure, mais le plus souvent, il faut compter une demi-heure pour finir la fois suivante. Les élèves travaillent par deux ou par quatre selon les effectifs. Chaque équipe rédige un compte-rendu comportant les hypothèses, les schémas, les mesures, et la conclusion.

C-4/ Du côté des élèves

L'obstacle premier s'est bien situé à l'endroit prévu : quelques élèves ont laissé échapper un «J'y comprends rien !». Pour les rassurer, il suffit de leur dire qu'ils ont **une heure pour comprendre une phrase**.

Ensuite, les élèves ont pensé aux deux mots «série» ou «dérivation». La fiche ne leur demandait pas de choisir entre les deux, partant de l'idée qu'ils n'avaient pas d'intuition sur la tension. Cela n'a pas toujours été vérifié. Certains élèves ont supposé que la tension se comportait comme l'intensité, d'autres se sont appuyés sur l'analogie avec une différence de «niveau électrique» quand elle avait été présentée en cours.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME



**" Dans un montage en
la tension aux bornes du générateur
est égale à la somme des tensions
aux bornes des récepteurs. "**

*Votre mission, si vous l'acceptez, consiste à découvrir
quel est le mot dissimulé sous la tache !*

*Pour cela, il vous faudra construire un dossier très convaincant avec des preuves
expérimentales.*

1ère étape de l'enquête:

- faire deux hypothèses pour le mot caché, en précisant celle qui vous semble la plus probable (que vous testerez en premier)
- schématiser les montages qui permettront de tester ces hypothèses
- rédiger la liste du matériel nécessaire

2ème étape de l'enquête:

- soumettre le projet au professeur
- effectuer les montages dans l'ordre de votre choix et les mesures
- rendre vos conclusions

Fiche C

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

Trouver la façon de brancher les voltmètres a pris plus ou moins de temps selon que les élèves avaient déjà fait un branchement de voltmètre par eux-mêmes ou non. Il arrive qu'ils ne prévoient qu'un ou deux voltmètres sur les schémas au lieu des trois nécessaire. Cela révèle que l'énoncé de la loi n'a pas encore pris sens pour eux. En les laissant concrétiser leur projet, ils réalisent eux-mêmes qu'ils ne peuvent pas tester la validité de la phrase, ce qui enclenche une nouvelle analyse mot à mot.

Quand les obstacles de la signification de la loi et de l'emplacement des voltmètres sont franchis, la partie expérimentale est étonnamment rapide : moins de dix minutes pour réaliser le montage, transcrire les mesures et conclure.

Remarque : le côté accrocheur de la question style «mission impossible» est noté par les élèves, et certains tentent la question prévisible : «Et si on refuse ?». Mais aucun n'envie vraiment de se priver de TP !

C-5/ Du côté de l'enseignant

La première partie du travail des élèves est passionnante à observer : elle nous donne la mesure du chemin à parcourir par certains pour donner du sens à notre charabia scientifique. L'attitude la plus efficace est de se faire discret, en renvoyant au maximum les élèves à eux-mêmes, donnant des coups de pouce méthodologiques comme «recopier la phrase en soulignant les mots-clés».

La réalisation des schémas est l'occasion de leur faire rechercher dans le cours ce qu'ils sont déjà censés savoir.

Comme le temps mis par les élèves pour parvenir à la phase expérimentale est très variable (de vingt à quarante minutes), les vérifications des montages sont étalées. C'est particulièrement appréciable en cas d'effectif chargé.

Quand la séance d'une heure n'a pas suffi, la prolongation sur une heure ultérieure permet de finir. Il est préférable cependant de conserver au laboratoire les débuts de compte-rendu pour ne pas être à la merci d'un élève absent, celui qui justement avait conservé le compte-rendu du groupe. Mais contrairement à ce qu'on pourrait craindre, les élèves redémarrent sans délai à la deuxième heure, même s'il s'est écoulé une semaine : ils savent exactement ce qu'ils ont à faire, et pourquoi ils le font !

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

FICHE D

D-1/ L'intention initiale

Cette fiche s'est inspirée de la fiche C, toutefois les différences sont notables. D'une part il s'agit des courants électriques, pour lesquels les élèves ont davantage d'intuition. D'autre part, la loi est fournie en langage symbolique cette fois, à traduire en langage textuel.

Remarque : l'accroche particulière de cette fiche est à situer dans son contexte : elle a été créée au Collège des Pyramides, à Évry. Sortie de son lieu d'origine, elle a un peu intrigué les élèves qui y ont parfois cherché des indices pour le décodage.

D-2/ Objectifs pédagogiques

Objectif transversal : Compréhension d'un langage symbolique.

Objectif méthodologique : Émettre une hypothèse, proposer une expérience pour la tester.

Objectif conceptuel : Loi des intensités dans un circuit en dérivation.

D-3/ Modalités

Pré-requis : Circuits en série et dérivation, utilisation d'un ampèremètre, unités d'intensité. Durée 1 heure, en classe entière, répartis en huit équipes de trois ou quatre élèves. Chaque équipe rédige un compte-rendu.

D-4/ Du côté des élèves

Ce qui leur prend le plus de temps, c'est indéniablement le décryptage de la formule. Au bout d'un quart d'heure, certains en étaient encore à penser que i_p pouvait signifier «l'interrupteur de la pile», les signes = et + n'étant pas appréhendés dans leur sens mathématique. Pour le mot caché, les élèves pensent vite à série ou dérivation. Ils cherchent ensuite des indices divers : certains mesurent la longueur du mot, d'autres essaient d'écrire le mot «série» en passant par les traits non effacés...

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

Pour ceux qui ont en tête des indices plus pertinents, comme l'analogie hydraulique ou le surlignage des courants¹, l'hypothèse correcte est formulée, s'appuyant sur l'idée d'un courant qui se partage².

Quand l'hypothèse du montage en série est retenue, il n'est pas rare que les élèves estiment que le résultat des mesures confirme leur choix. Le signe + semble leur avoir échappé, probablement parce qu'aucune représentation dans leur tête n'y a fait écho. Comme pour la fiche C, l'autonomie et l'efficacité des élèves est impressionnante à partir du moment où ils conçoivent l'expérience comme un outil pour savoir s'ils ont raison. Dans les TP plus classiques, les élèves permutent souvent les trois intensités sans s'en rendre compte. Cela n'est jamais arrivé avec cette démarche.

D-5/ Du côté de l'enseignant

Les difficultés pour traduire le langage symbolique ont été supérieures aux prévisions, ce qui n'a pas empêché que le travail soit terminé en une heure. En effet, contrairement à la fiche C, un seul montage est demandé aux élèves, ce qui allège la tâche des élèves et facilite la vérification des circuits.

On trouve, comme avec la fiche C, très peu d'erreurs de montage, et ces erreurs sont parfois corrigées par les élèves eux-mêmes devant les résultats numériques.

La discussion sur les incertitudes est efficace puisqu'elle se fait au moment où les élèves se posent la question de savoir pourquoi c'est «presque» ce qu'ils attendaient, mais pas tout à fait. Si les écarts sont trop importants, on peut demander aux élèves d'inverser deux ampèremètres : en général, on constate que c'est l'instrument qui est en cause et non sa position.

Il faut souvent préciser aux élèves que l'hypothèse ne doit pas être rectifiée sur le compte-rendu, car on apprend autant (et même plus) quand on ne trouve pas ce que l'on avait prévu.

-
1. Pour cette approche des courants dérivés par le coloriage, voir l'article «Représentations et circuits électriques au collège» de Danièle LAUNER dans le BUP n° 736 de septembre 1991, ou dans le polycopié UdP «Programmes du cycle central».
 2. Notons que ce TP ne s'attaque pas à la conception qu'ont les élèves d'une pile débitant un courant constant, idée qui subsiste malgré les observations de l'éclat des lampes dans les circuits série ou dérivation.

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

*Dans un circuit en dérivation,
l'intensité dans la branche 
est égale à  des intensités
dans les branches dérivées.*

***Retrouvez la loi correctement énoncée
en faisant des expériences***

- Expliquez au professeur le circuit qu'il faut faire, il vous donnera alors le matériel nécessaire.
- Faites alors l'expérience.
- Rédigez un compte-rendu :
 - 1°) Objectif du T.P.
 - 2°) Schématisez le circuit avec tous les ampèremètres nécessaires et leurs bornes correctement placées. Indiquez le calibre choisi et notez toutes les valeurs des intensités mesurées.
 - 3°) Conclusion.

Fiche E

COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME – COLLÈGE : AUTOUR D'UN THÈME

FICHE E

Voici, dans le style des «TP-taches» une variante supplémentaire, qui prend en compte la difficulté des élèves à s'appropriier le concept d'addition des grandeurs. En effet, en cachant le mot «somme», on attire davantage l'attention des élèves sur la nature de la relation mathématique.

Le deuxième mot caché souligne le statut particulier du générateur dans cette loi. C'est bien utile car on sait qu'une forte proportion d'élèves est induite en erreur dans un exercice simplement en modifiant la numérotation usuelle des intensités (exemple : I_2 pour l'intensité du courant dans la pile).

Testé avec vingt-neuf élèves, soit huit équipes de trois ou quatre, ce TP a plu aux élèves, qui ont su conclure en une heure. Cependant la situation de tension (très électrique !) dans laquelle s'opèrent des manipulations avec un tel effectif, ne permet pas de suivre véritablement le compte-rendu de chaque équipe. L'une d'elle n'a abouti qu'à la conclusion incomplète : «le courant n'a pas la même intensité dans toutes les branches».