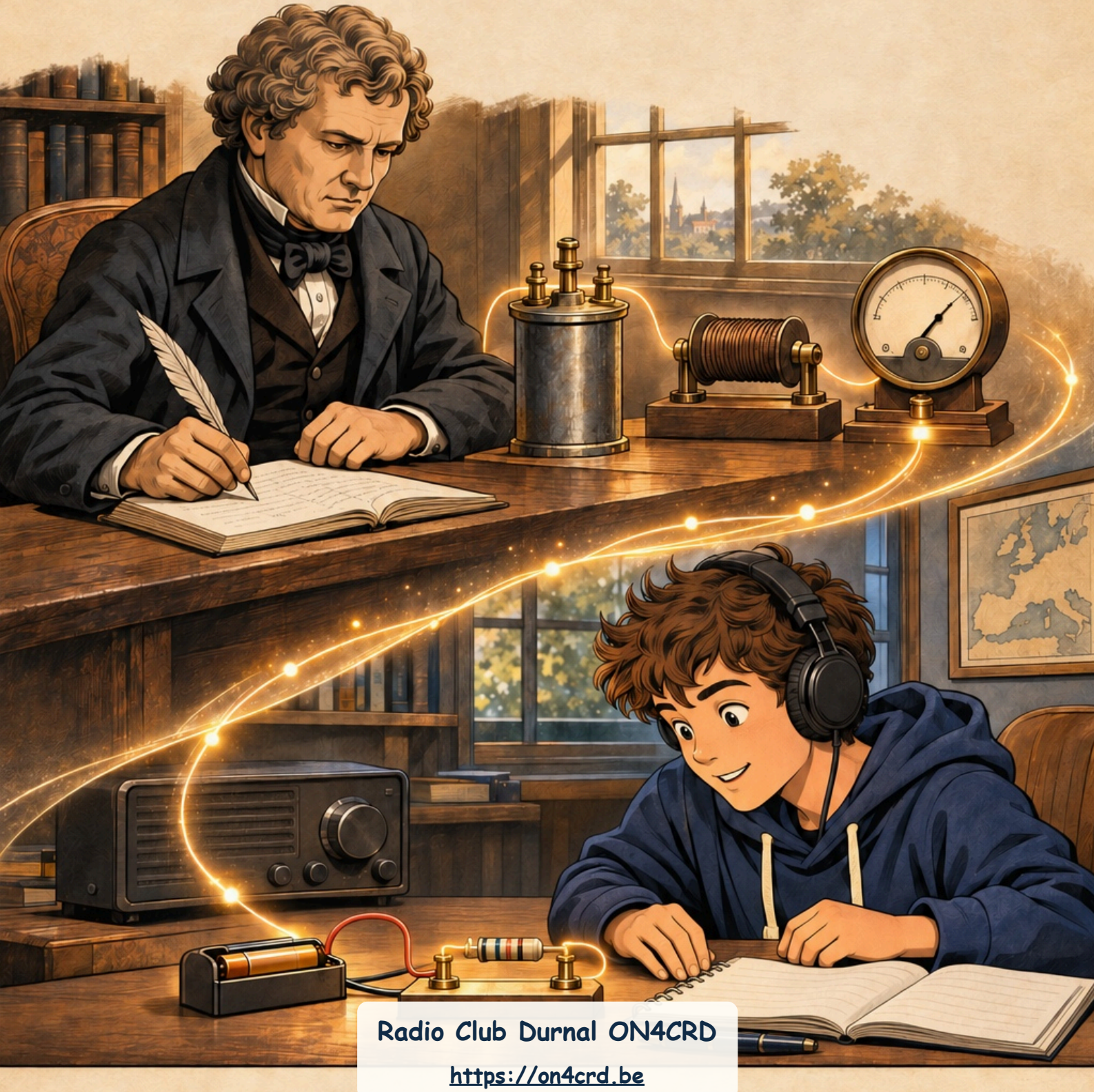
ON4CRD

Tome 04

La découverte de la loi d'Ohm



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Mentions légales

Tome 04 · La découverte de la loi d'Ohm

Éditeur du site : Radio Club Durnal ON4CRD

Responsable de publication : Comité du Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Mentions légales

Propriété intellectuelle

Les textes, images, documents, logos et supports publiés sur le site restent la propriété de leurs auteurs respectifs ou du club. Toute reproduction ou réutilisation doit respecter la source, les droits applicables et l'autorisation éventuelle de l'auteur.

Responsabilité

Le club veille à publier des informations utiles et vérifiées, mais ne garantit pas l'absence d'erreur, d'omission ou d'interruption. Les informations techniques ou réglementaires doivent être vérifiées auprès des sources officielles lorsqu'elles fondent une décision.

Illustrations créées avec l'assistance d'une intelligence artificielle.

Une question au club



Après son premier QSO, Lucas retrouve l'atelier du club.



Sur la table, une petite résistance attend près d'un carnet.



Comment un composant si discret peut-il guider tant de calculs ?



Henri lui propose une enquête, puis une expérience.



Ils prépareront ensemble une démonstration pour les visiteurs.

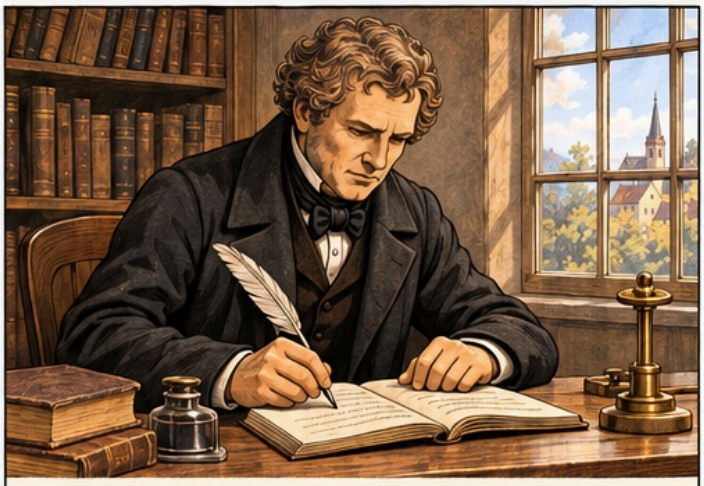


La première piste porte un nom : Georg Simon Ohm.

Le visage derrière le nom



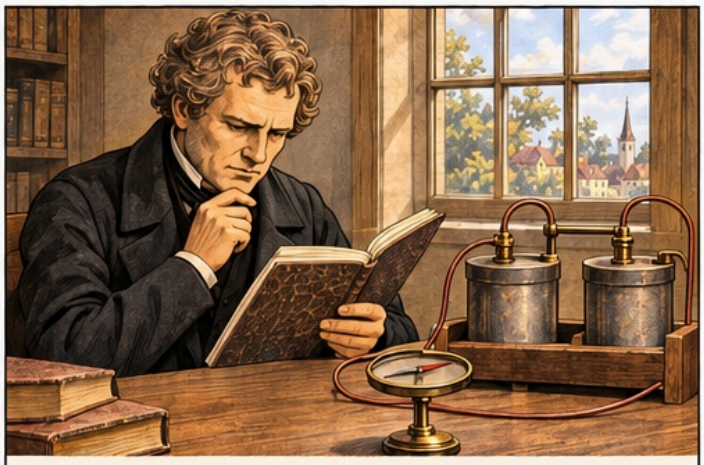
Dans le livre apparaît un homme aux cheveux bouclés.



Georg Simon Ohm enseigne et étudie les phénomènes électriques.



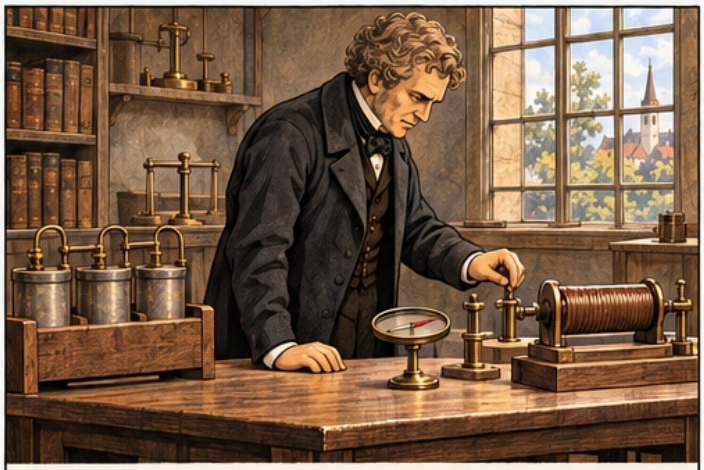
Son époque possède déjà des piles et des fils conducteurs.



Mais relier les observations par une loi demande un travail patient.



Lucas imagine le silence d'un atelier ancien.

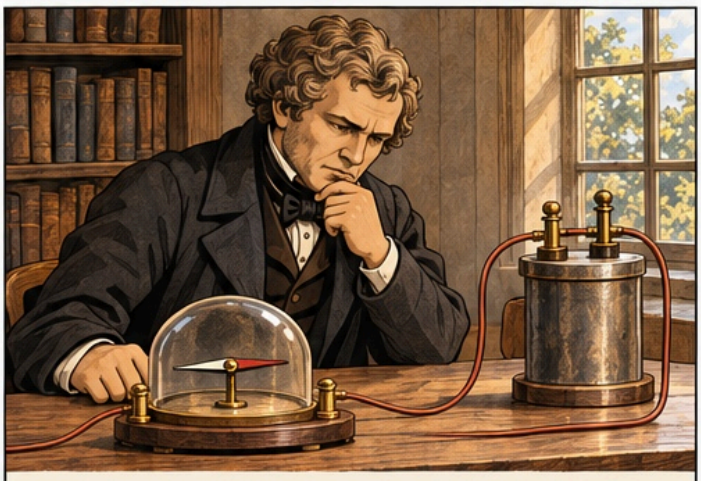


Le récit les emmène vers les recherches d'Ohm.

Avant les stations de radio



Nous voici dans les années 1820, bien avant la radioamateur.



Ohm cherche à comprendre la circulation de l'électricité.



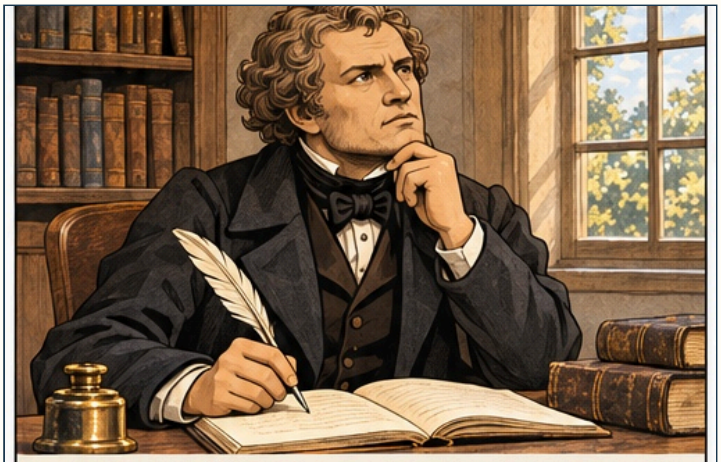
Il ne prépare ni émetteur moderne ni contact à distance.



Des expériences sur les conducteurs occupent son établi.

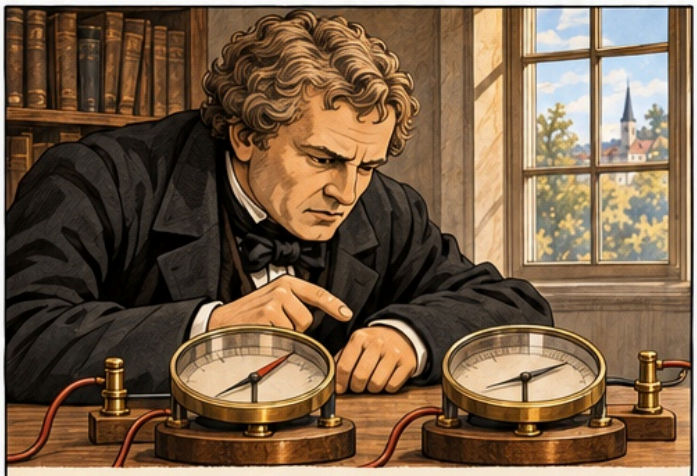


Il veut trouver une relation que l'on puisse vérifier.

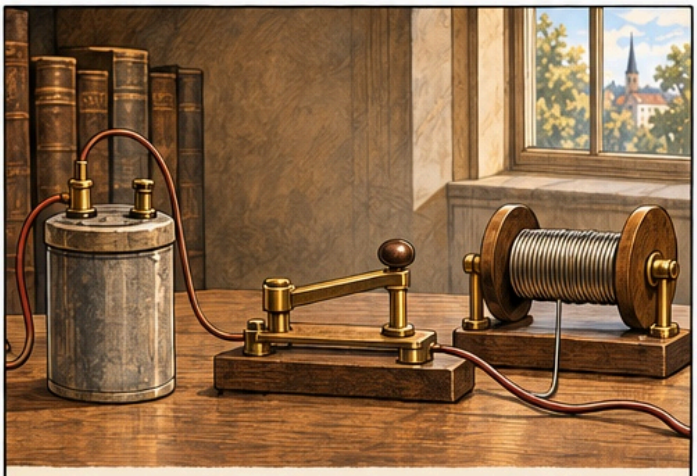


Une question précise vaut mieux qu'une explication trop vite acceptée.

Quand les résultats hésitent



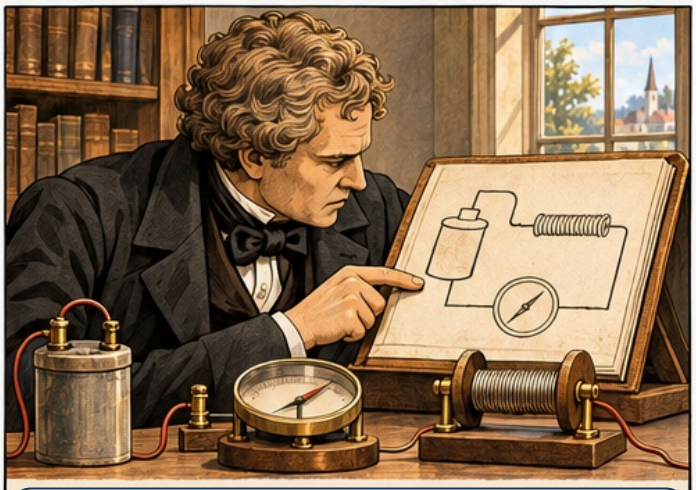
Une expérience ne livre pas toujours le même résultat.



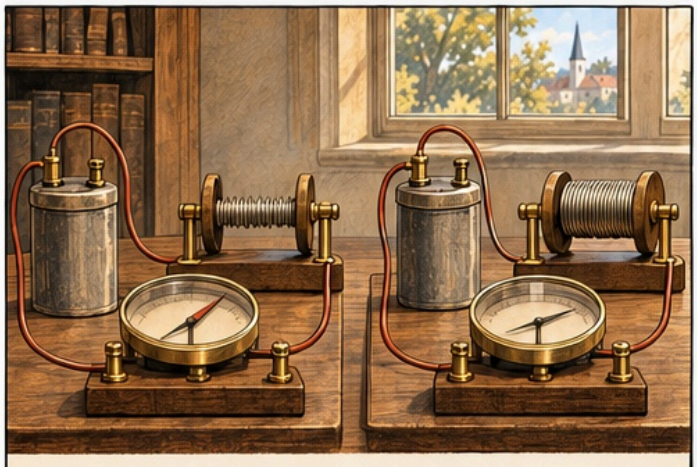
La source électrique et les contacts peuvent aussi varier.



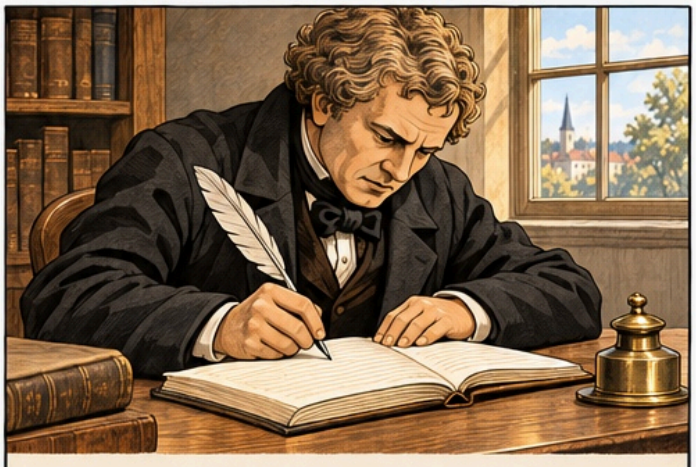
Accuser aussitôt le fil n'expliquerait pas ces différences.



Ohm reprend les conditions de ses observations.



Il cherche ce qui change et ce qui doit rester stable.



La découverte commence par ce regard attentif.

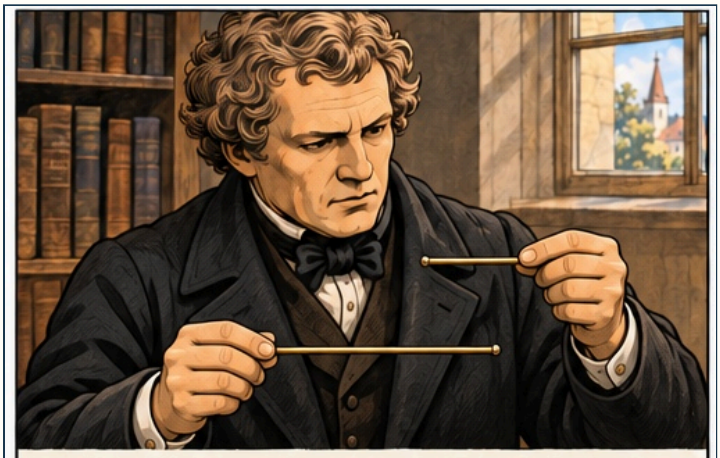
Une seule question à la fois



Pour comparer, il faut savoir ce que l'on a modifié.



Changer tous les éléments ensemble brouillerait la réponse.



Un fil peut être comparé à un autre selon un critère choisi.



Les autres conditions doivent rester aussi proches que possible.

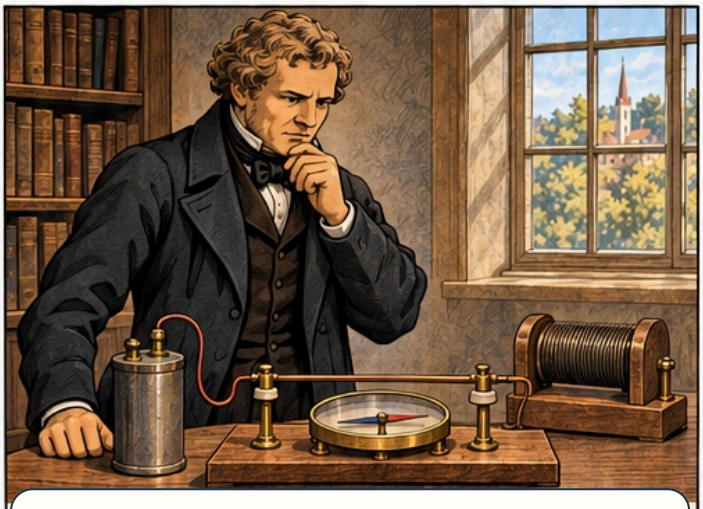


Les notes gardent la trace de chaque essai.

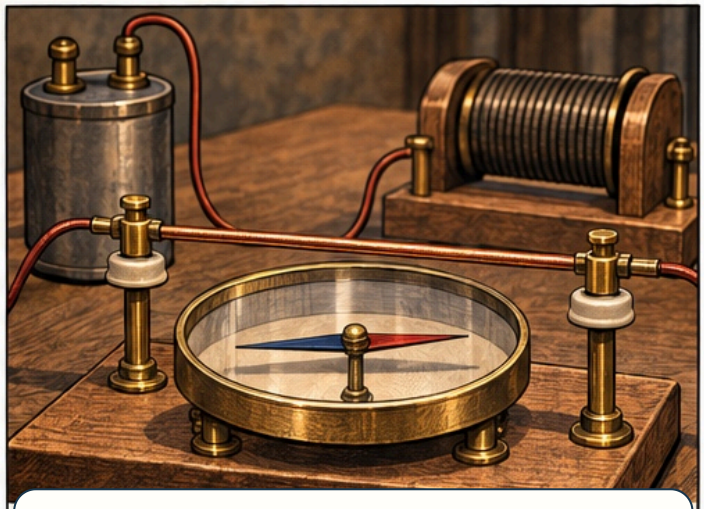


Lucas reconnaîtra cette méthode dans son propre atelier.

Des instruments de leur temps



Les instruments d'Ohm ne ressemblent pas à nos multimètres.



L'effet du courant peut être observé grâce à une aiguille aimantée.



Un déplacement devient un indice à comparer avec soin.



Il faut comprendre l'instrument pour interpréter sa réponse.



Le livre raconte une recherche, pas une recette à reproduire chez soi.

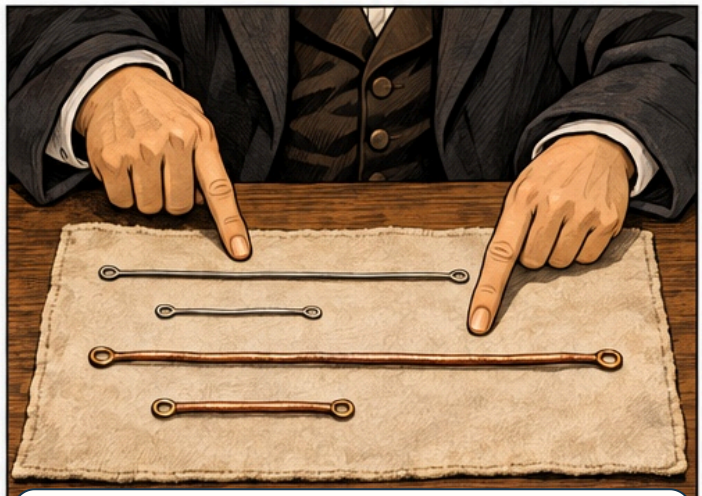


Au club, leur démonstration utilisera du matériel moderne adapté.

Le fil pose sa résistance



La nature du conducteur et sa forme influencent le passage du courant.



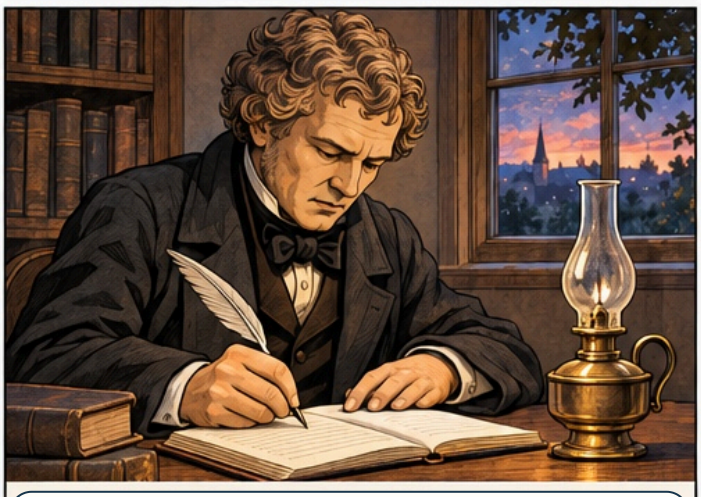
Pour un même matériau, longueur et section comptent.



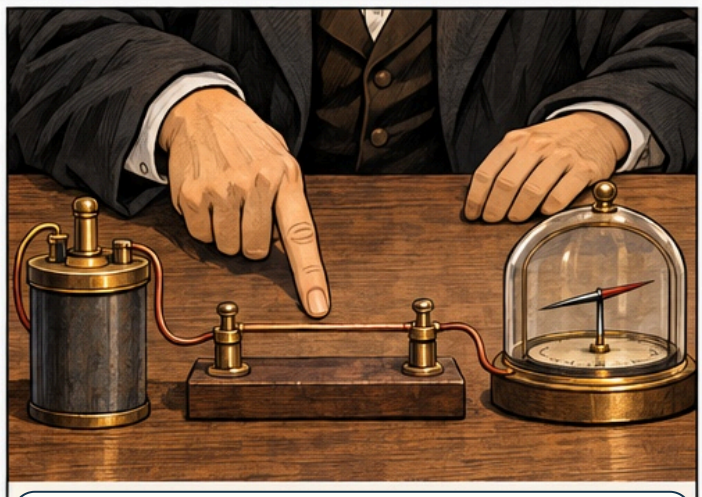
Une observation isolée ne suffit pourtant pas à établir une loi.



Il faut des comparaisons et une description cohérente.



Ohm poursuit son travail entre mesures et réflexion.

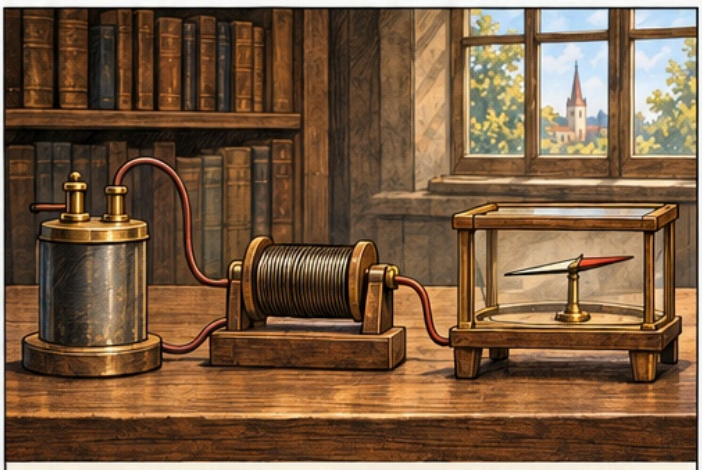


La résistance prendra sa place parmi les grandeurs électriques.

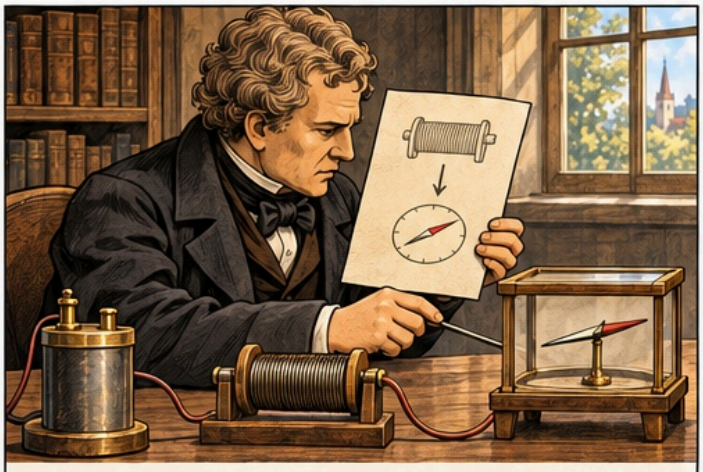
Des observations à une relation



Le savant ne cherche pas seulement à collectionner des nombres.



Il veut relier la cause électrique, le courant et le conducteur.



Une relation utile permet aussi de prévoir un résultat.



Encore faut-il préciser les conditions où elle s'applique.



Au club, Lucas inscrit deux verbes : observer et prévoir.

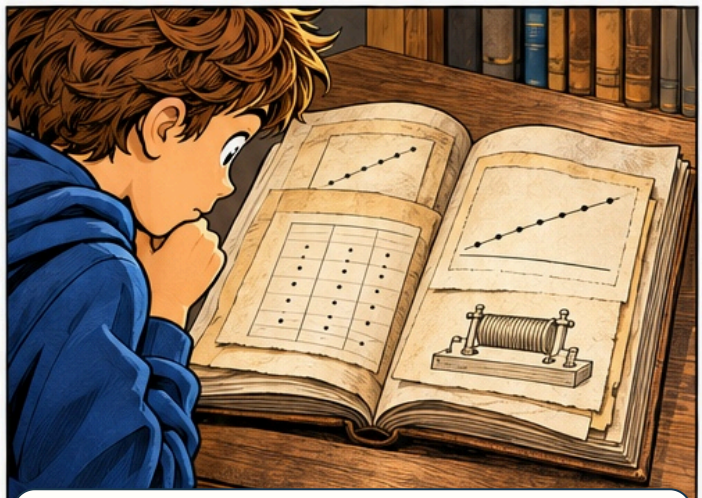


Son enquête commence à devenir une méthode.

Le carnet fait le lien



Une page ancienne peut contenir des essais, des hésitations, des corrections.



Le chemin de la recherche disparaît si l'on ne garde que la formule.



Lucas prépare donc un carnet pour ses propres observations.



Il séparera les valeurs calculées des valeurs mesurées.

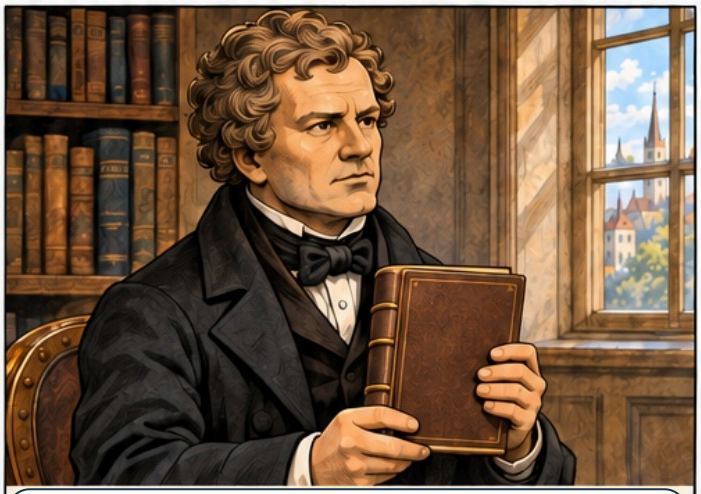


Il notera aussi le montage utilisé et les unités.



Comprendre sera plus utile que réciter.

Un livre en 1827



En 1827, Ohm publie son travail mathématique sur le circuit galvanique.



Son ouvrage donne une forme développée à ses recherches.



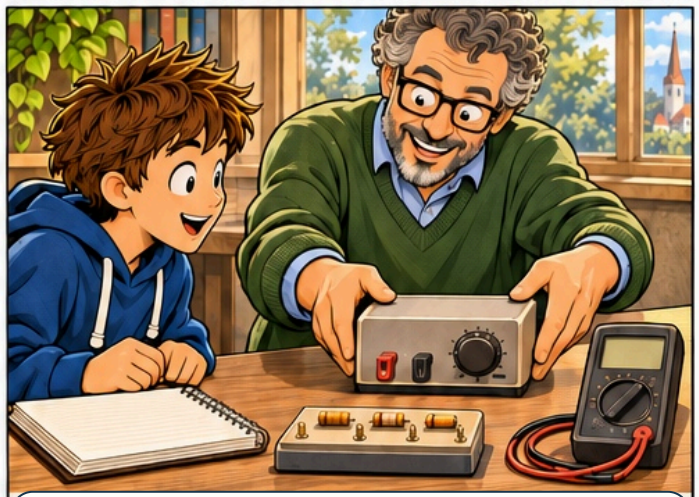
La science avance en proposant des relations que d'autres peuvent examiner.



Le nom d'Ohm restera aussi celui de l'unité de résistance.



Lucas regarde autrement le petit composant sur la table.



À son tour, il va relier une idée à des observations.

L'expérience du club



Ils choisissent un circuit continu très simple.



Une source basse tension alimente une résistance adaptée.



Le matériel pédagogique comporte une limitation de courant.



Aucun appareil relié au secteur ne sera ouvert ou modifié.



Henri vérifie matériel, notices et limites d'emploi.



Leur question : que devient le courant quand la tension change ?

La tension entre deux points



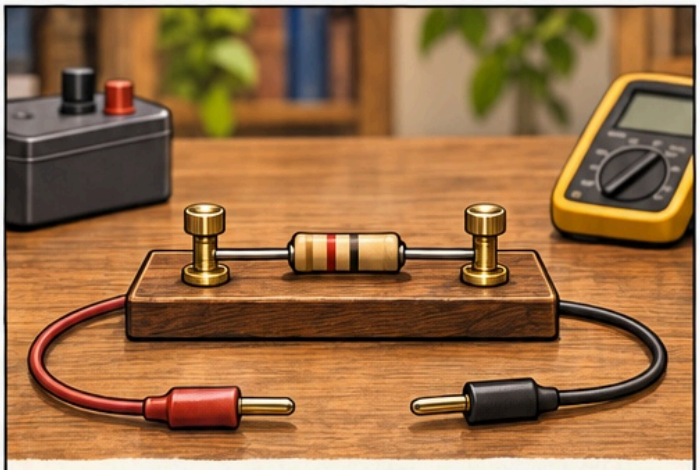
La tension se définit entre deux points du circuit.



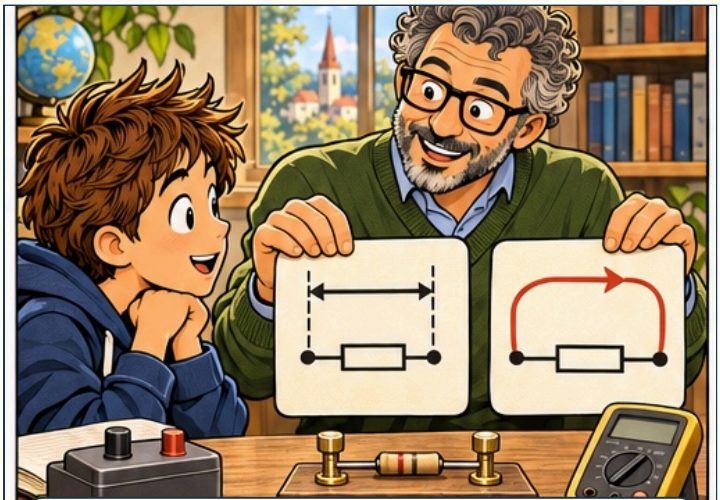
Nous la noterons U et l'exprimerons en volts, symbole V.



Dire une tension exige donc de préciser entre quels points.



Ici, ils s'intéressent aux deux bornes de la résistance.



La tension n'est pas une quantité de courant cachée dans un fil.



Lucas dessine les deux points dans son carnet.

Le courant dans la boucle



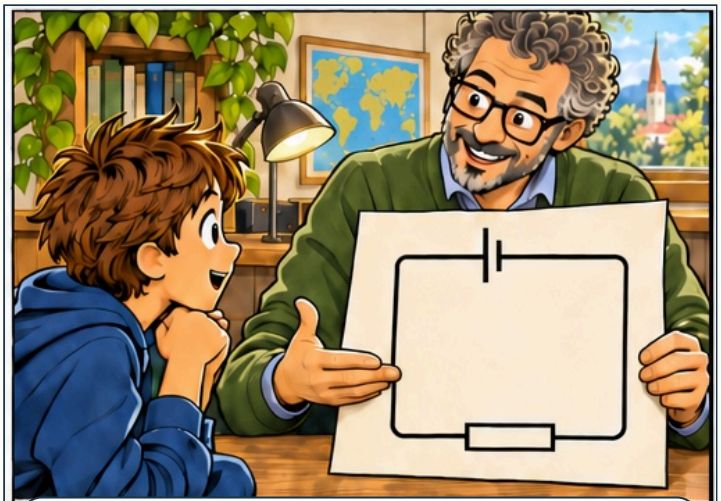
L'intensité du courant se note I et se mesure en ampères, symbole A.



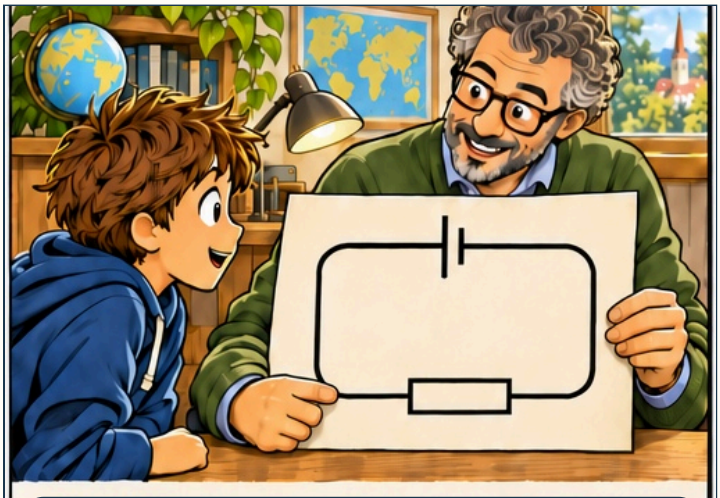
Un courant durable demande ici une boucle conductrice fermée.



Si la boucle est ouverte, le courant ne circule pas dans la résistance.



Dans cette boucle simple, la même intensité traverse chaque élément.



Le sens conventionnel va du plus vers le moins à l'extérieur de la source.

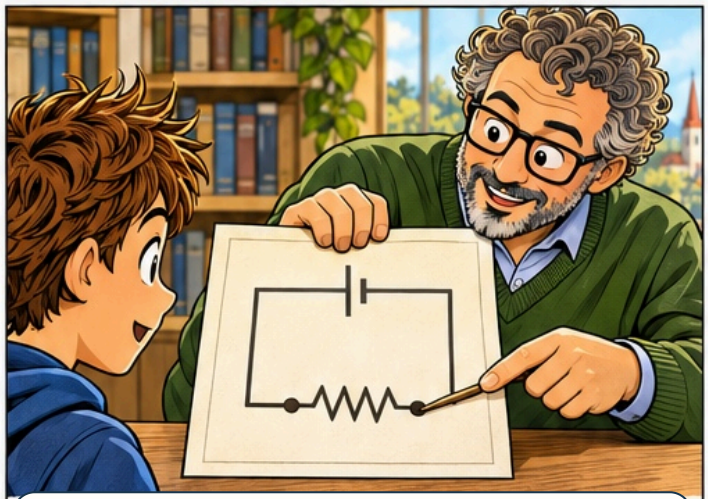


Lucas suit le trajet sur un dessin, sans brancher encore.

Le rôle de la résistance



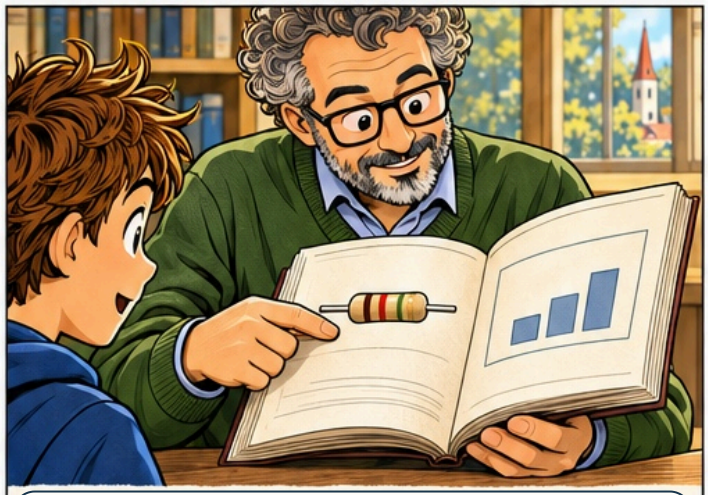
La résistance se note R et s'exprime en ohms, symbole Ω.



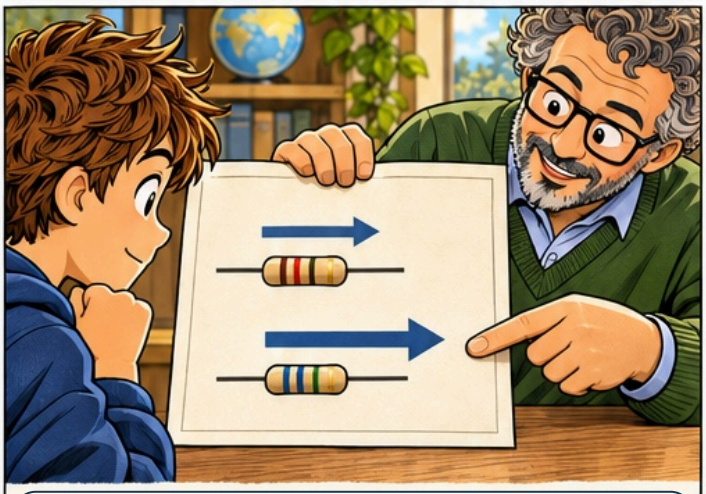
Elle relie ici la tension aux bornes du composant au courant qui le traverse.



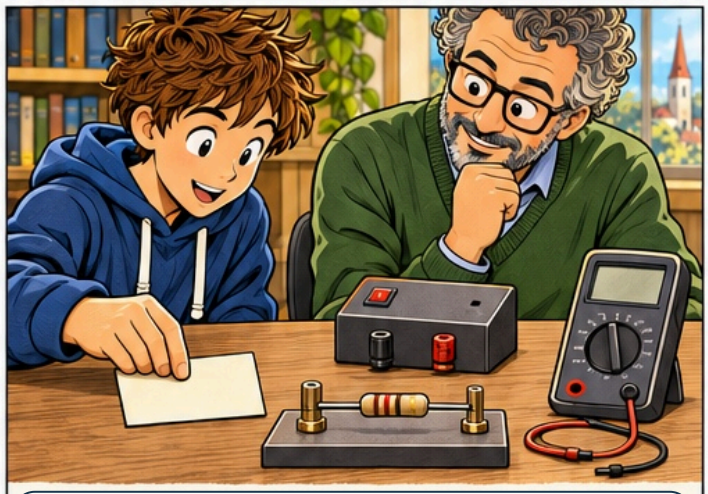
Pour leur essai, ils choisissent une résistance au comportement ohmique.



Sa température doit rester suffisamment stable.



Une résistance plus grande donnera moins de courant à tension identique.

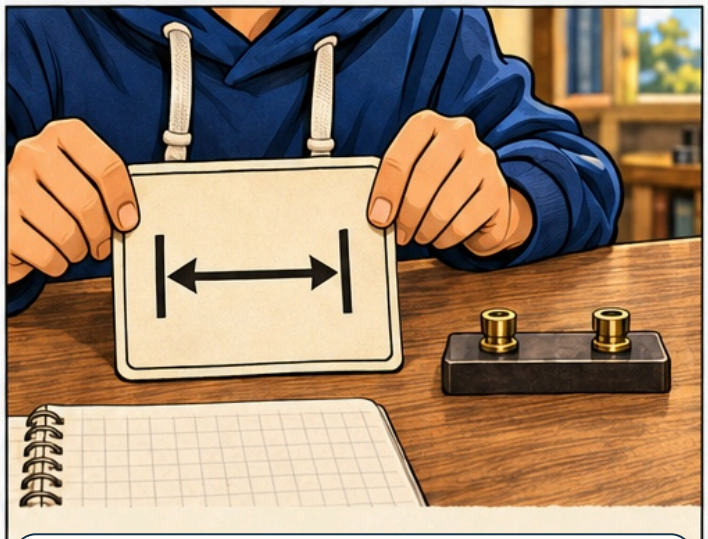


Cette dernière phrase attend encore sa vérification.

Trois grandeurs, trois unités



Le carnet distingue U, I et R.



La tension U se donne en volts V.



L'intensité I se donne en ampères A.



La résistance R se donne en ohms Ω.



La lettre de la grandeur et le symbole de son unité ont des rôles différents.



Chaque futur résultat gardera son unité à côté du nombre.

Préparer avant de brancher



La source reste déconnectée pendant la préparation.



Ils choisissent une résistance de 100 Ω, donnée pour 1 W.



La démonstration restera entre 1,5 V et 4,5 V continus.



Henri vérifie que tous les éléments supportent cet essai.



Les cordons sont intacts et les connexions accessibles sans improvisation.



Lucas dessine le montage avant de l'utiliser.

Mesurer une résistance isolée



Avant l'essai, ils contrôlent la résistance au multimètre.



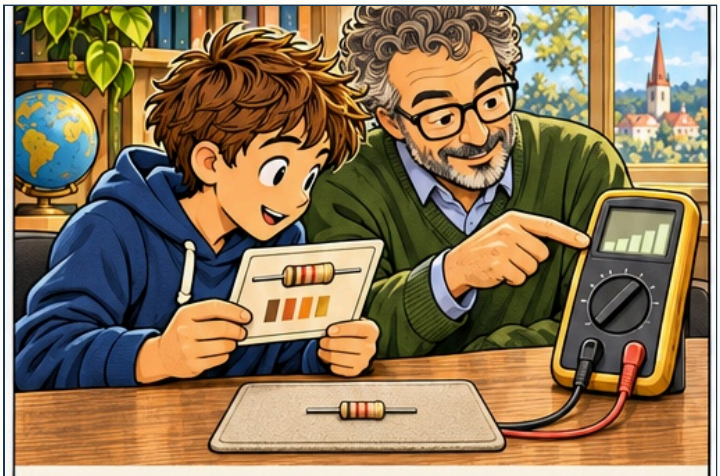
Le composant est isolé du circuit et toute source est déconnectée.



L'appareil est préparé en mode ohmmètre, selon sa notice.



Une mesure proche de 100 Ω confirme le composant choisi.

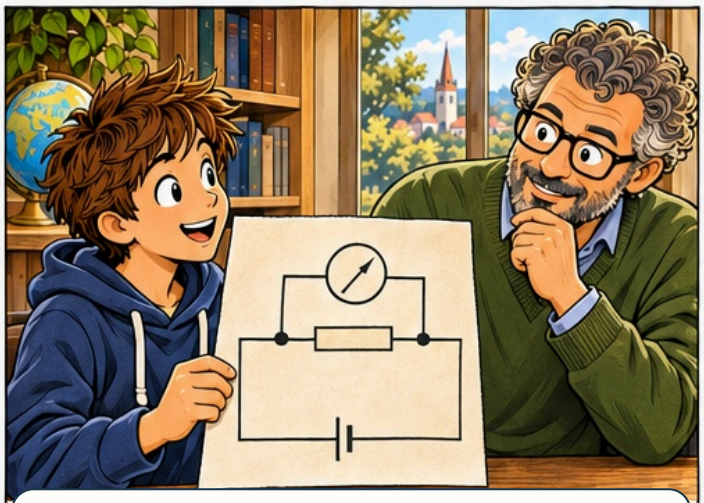


La tolérance explique qu'une valeur réelle ne soit pas exactement nominale.

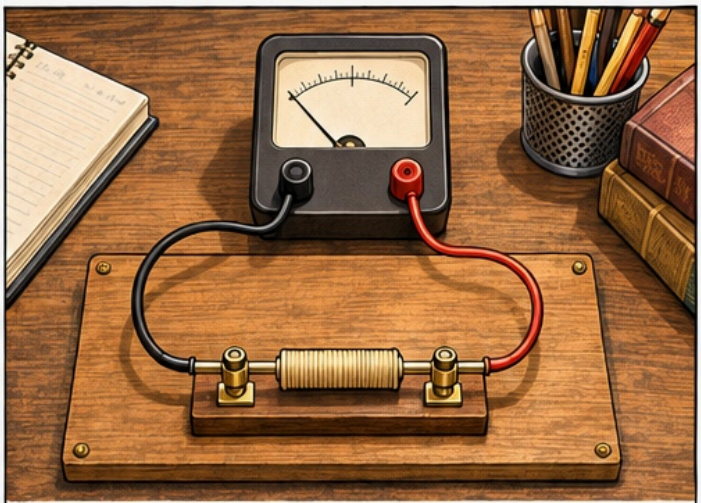


Ils notent ce qu'ils lisent, puis retirent les pointes de touche.

La tension se mesure en parallèle



Pour mesurer U, le voltmètre se branche aux deux bornes de la résistance.



Il forme une branche en parallèle avec elle.



La source est déconnectée pendant le placement des cordons.



Henri vérifie bornes, fonction tension continue et calibre.



Ils alimentent ensuite le montage pour lire la tension.



La valeur observée est notée avant de couper l'alimentation.

Le courant se mesure en série



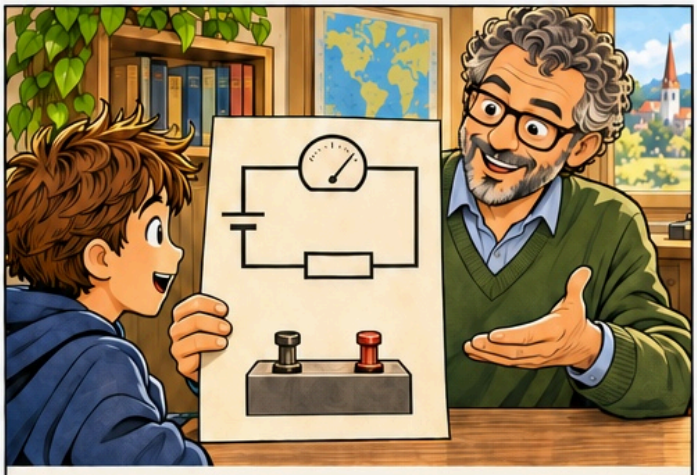
Pour mesurer I, il faut une autre disposition.



Source déconnectée, Henri ouvre la boucle et insère l'ampèremètre en série.



Il vérifie borne de courant, fusible, fonction continue et calibre adaptés.



Un ampèremètre ne se branche jamais directement aux bornes de la source.



Une fois le montage contrôlé, ils alimentent et lisent le courant.

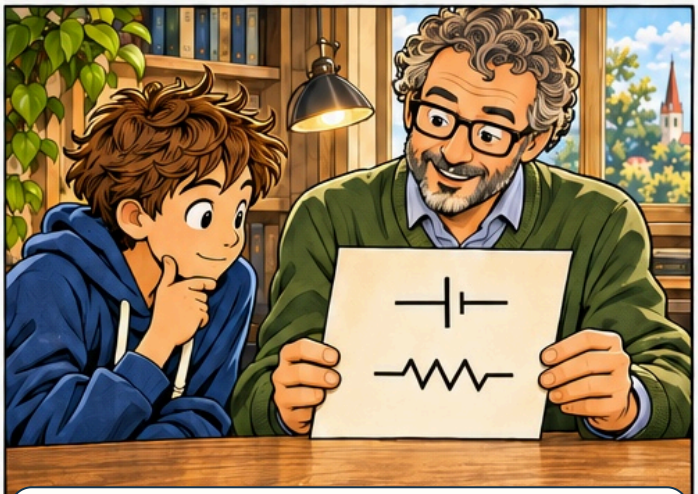


Ils coupent avant tout changement et rétablissent ensuite les cordons pour la tension.

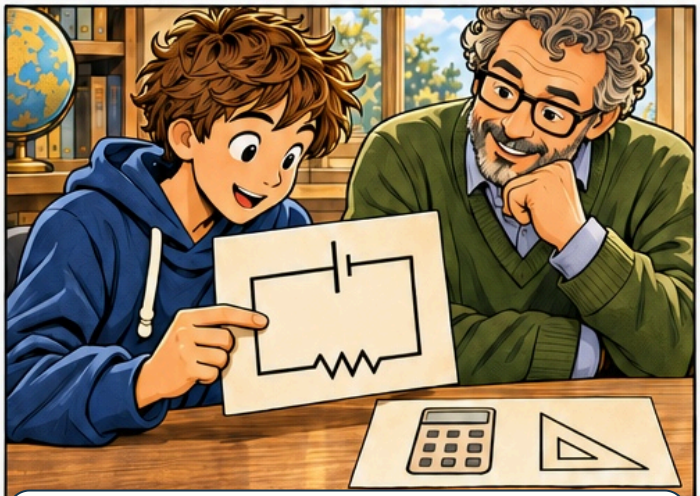
Un premier point de comparaison



Ils commencent par la tension la plus basse prévue.



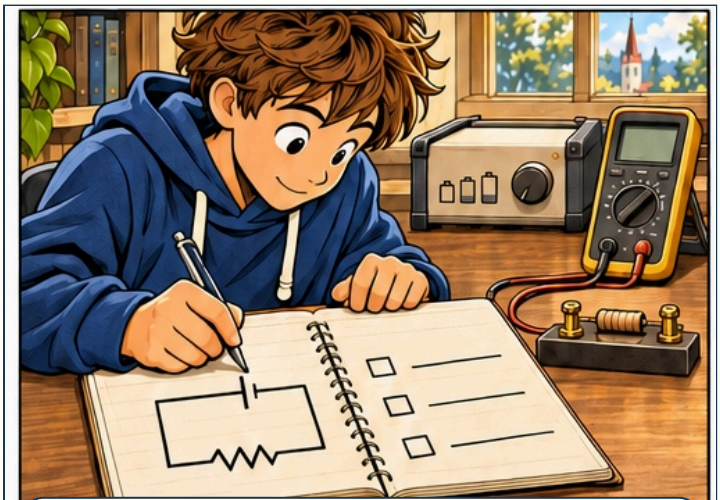
Leur exemple idéal associe 1,5 V à une résistance de 100 Ω.



Le courant attendu est alors de 0,015 A, soit 15 mA.



Les mesures réelles sont consignées séparément des valeurs idéales.



Lucas précise le montage et les unités dans son carnet.



Une première ligne ne constitue encore qu'un point de départ.

Une tension doublée



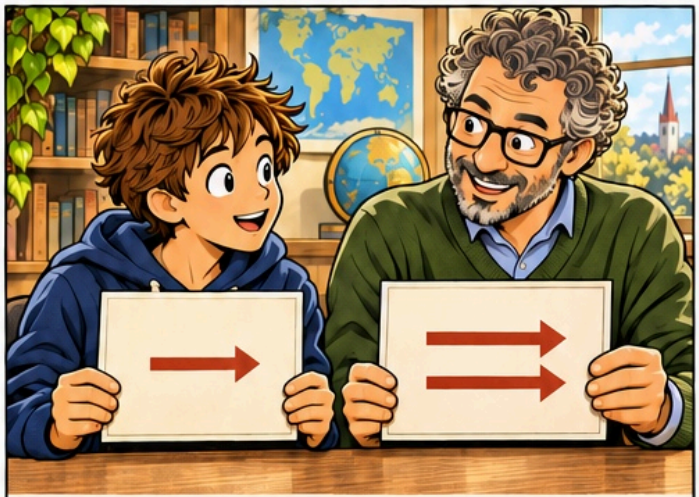
La source est déconnectée avant le changement de réglage.



Ils gardent la même résistance et les mêmes conditions de mesure.



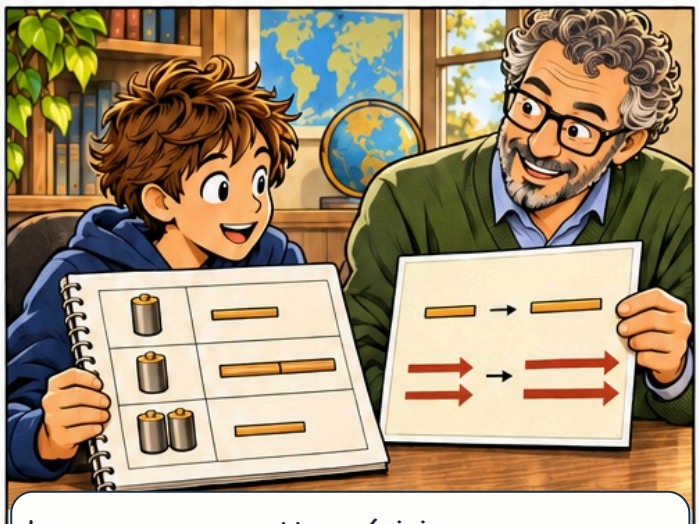
Dans l'exemple idéal, la tension passe de 1,5 V à 3 V.



Le courant passe alors de 15 mA à 30 mA.



La tension a doublé ; le courant aussi.



Lucas compare cette prévision avec ses nouvelles observations.

Un troisième essai



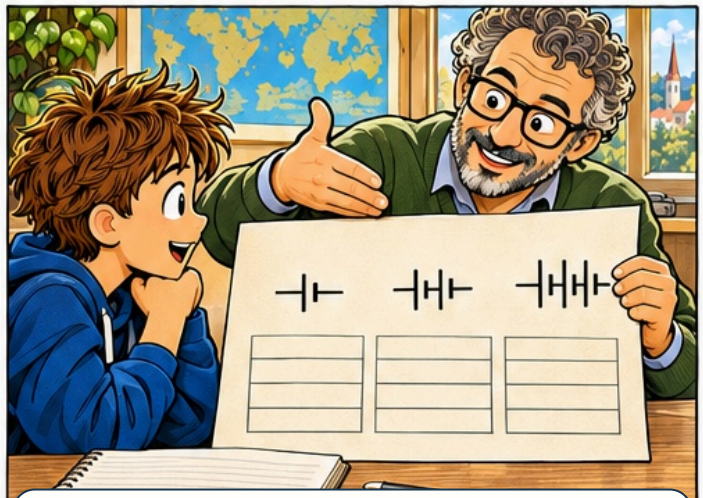
Un nouvel essai doit confirmer la tendance, pas seulement la répéter en paroles.



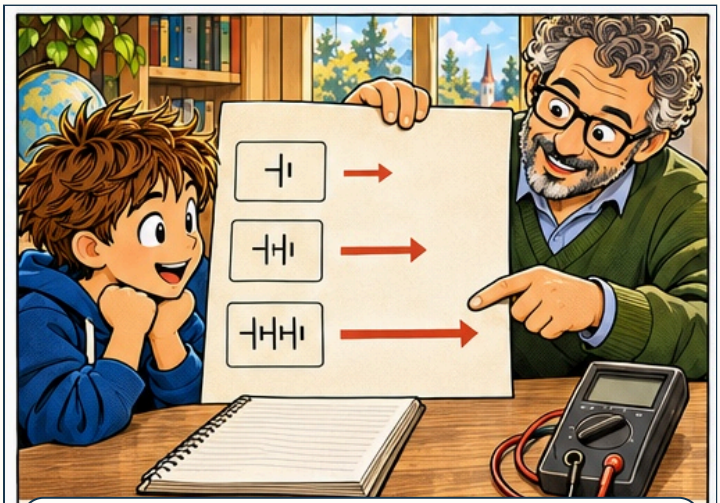
Ils suivent la même procédure jusqu'à 4,5 V.



Avec 100 Ω, le modèle idéal prévoit 0,045 A, soit 45 mA.



Les valeurs 1,5 V, 3 V et 4,5 V ont maintenant leur place dans l'exemple.



Les courants associés sont 15 mA, 30 mA et 45 mA.



Après la lecture, la source est à nouveau déconnectée.

Ce qui reste constant



Lucas divise maintenant chaque tension par son courant en ampères.



1,5 V ÷ 0,015 A donne 100 Ω.



3 V ÷ 0,030 A donne encore 100 Ω.



4,5 V ÷ 0,045 A donne toujours 100 Ω.



Dans cet exemple idéal, le rapport U/I reste constant.



Cette constante représente la résistance R.

La relation prend forme



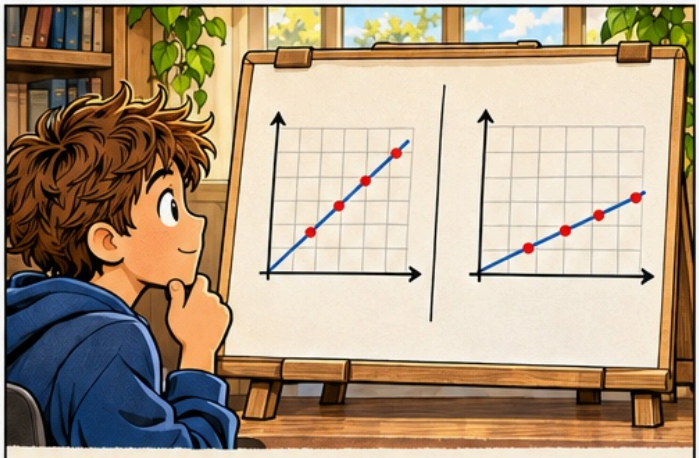
Une représentation graphique aide à voir la proportionnalité.



Pour leur résistance idéale, les points s'alignent avec l'origine.



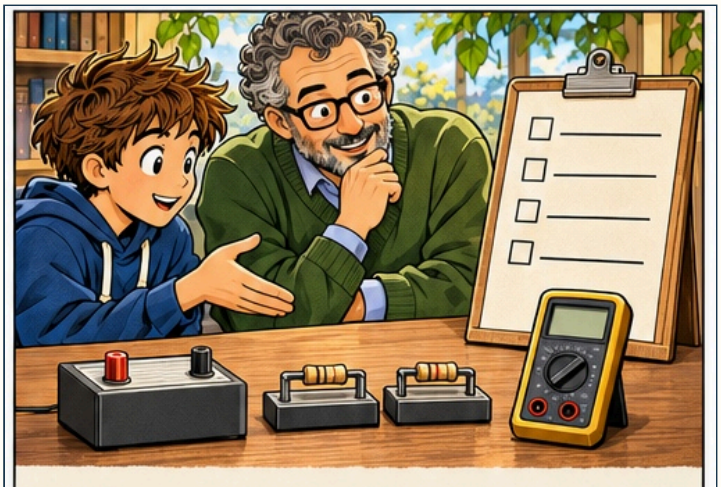
Si U est en abscisse et I en ordonnée, la pente vaut 1/R.



Changer les axes changerait l'interprétation de la pente.



Les mesures réelles peuvent s'écarter un peu de cette droite.



Le dessin éclaire les nombres sans remplacer les conditions de l'expérience.

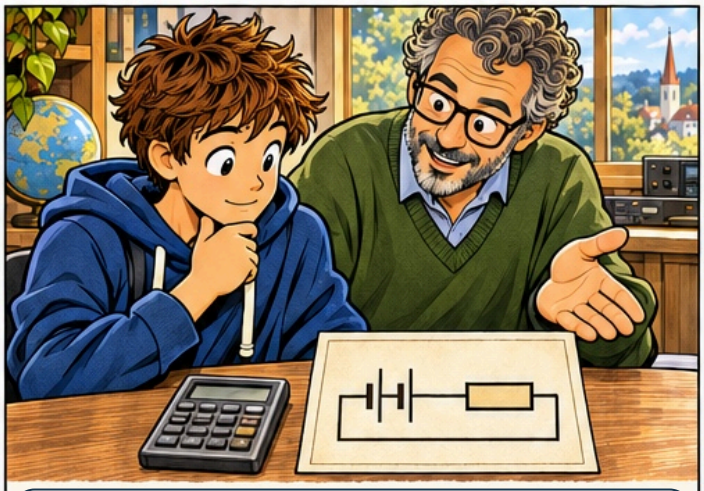
U = R × I



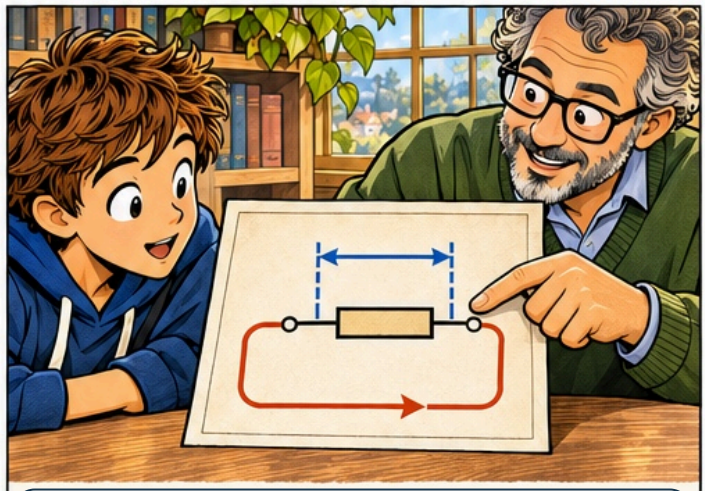
La relation s'écrit U = R × I.



La tension aux bornes d'une résistance ohmique égale R multipliée par I.



Avec R = 100 Ω et I = 0,030 A, on obtient U = 3 V.



Les grandeurs doivent correspondre au même composant.



Le courant est exprimé en ampères pour ce calcul.



Lucas comprend enfin ce que relie la formule.

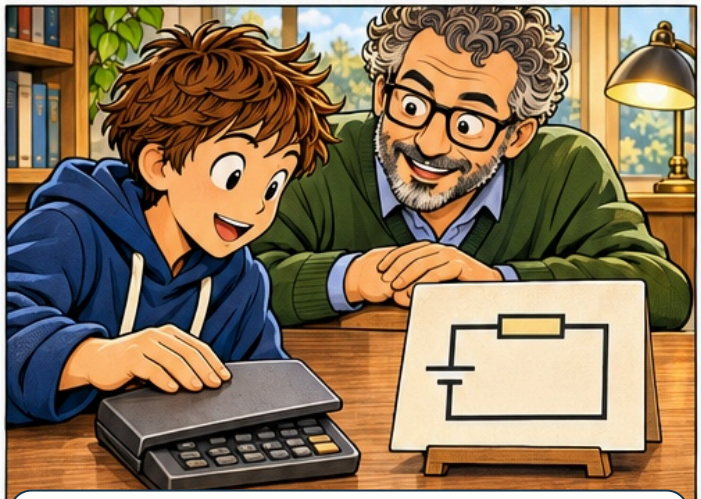
Trouver le courant



S'il connaît U et R, Lucas peut prévoir I.



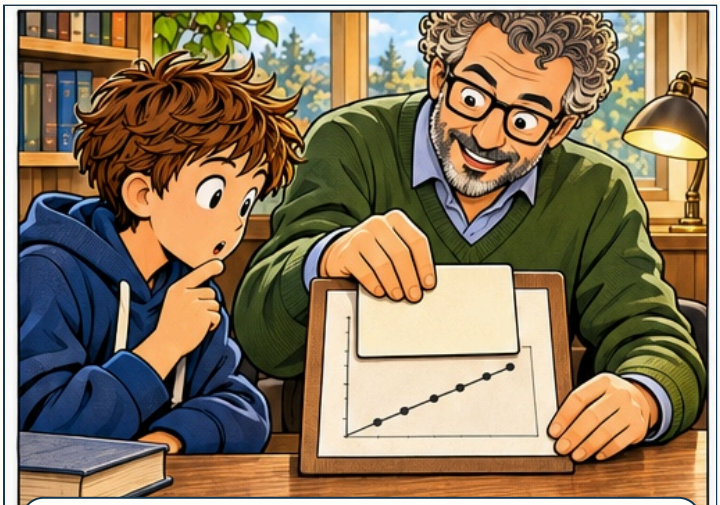
Il transforme la relation en I = U/R.



Pour 3 V et 100 Ω, il calcule 3 ÷ 100 = 0,030 A.



Cela correspond à 30 mA.



Il annonce sa prévision avant de consulter la mesure.



Le calcul devient une question posée à l'expérience.

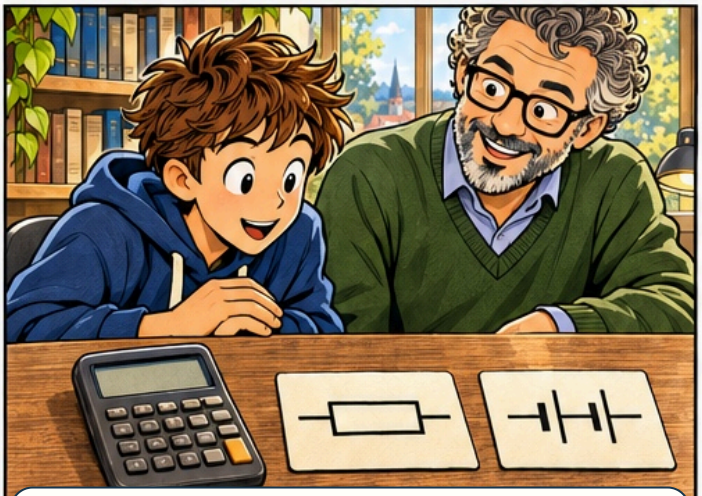
Trouver la résistance



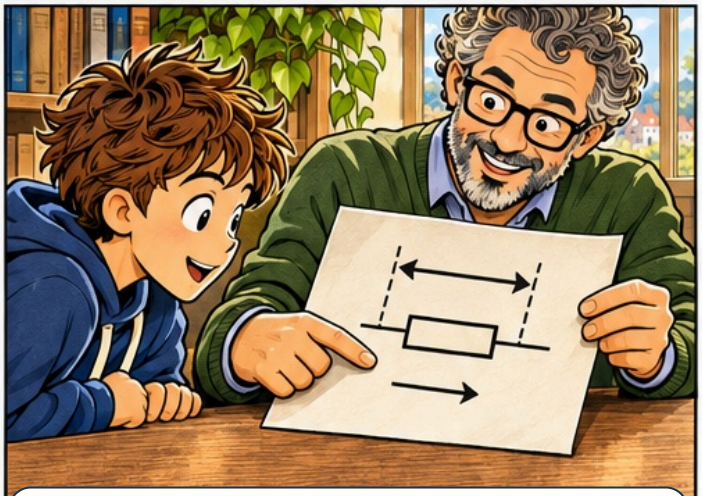
Une autre question part de U et de I.



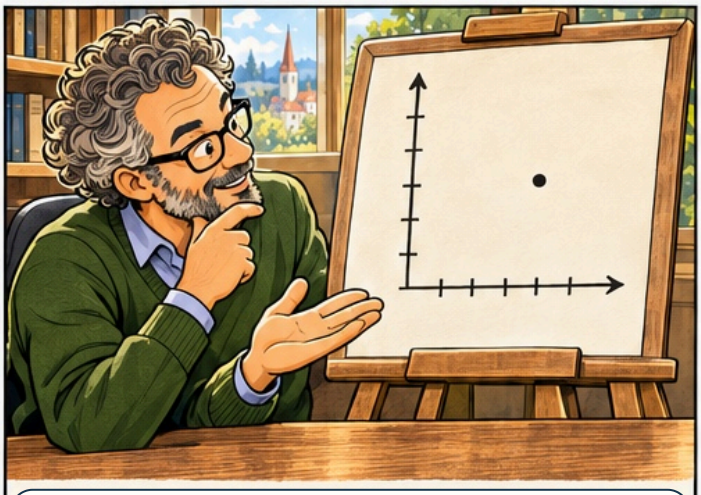
La relation devient alors R = U/I.



Dans un exemple, 3 V et 0,015 A donnent 200 Ω.



Il s'agit de la tension et du courant d'un même dipôle au même instant.



Ce rapport ne prouve pas à lui seul qu'un composant est ohmique.



Il faut aussi observer son comportement sur plusieurs points.

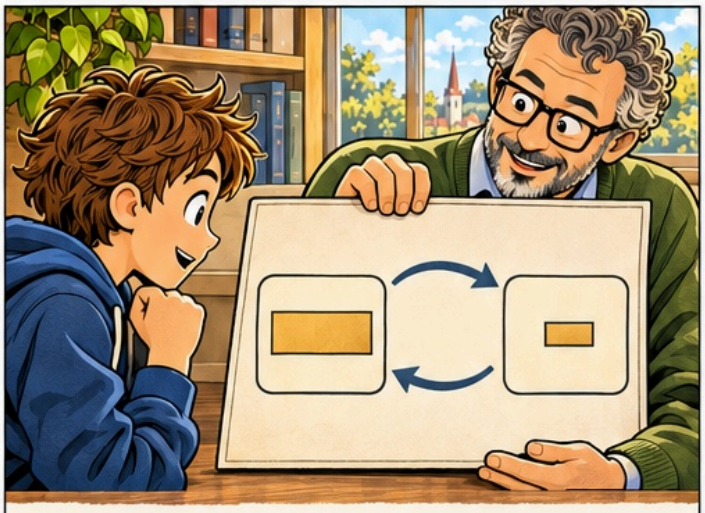
Attention aux milliampères



Lucas recopie 30 mA, puis hésite devant sa calculatrice.



Un milliampère représente un millième d'ampère.



30 mA = 0,030 A ; 15 mA = 0,015 A.



Introduire 30 à la place de 0,030 changerait le résultat d'un facteur mille.



Il convertit d'abord, puis effectue le calcul avec les unités cohérentes.



Une vérification d'ordre de grandeur complète sa réponse.

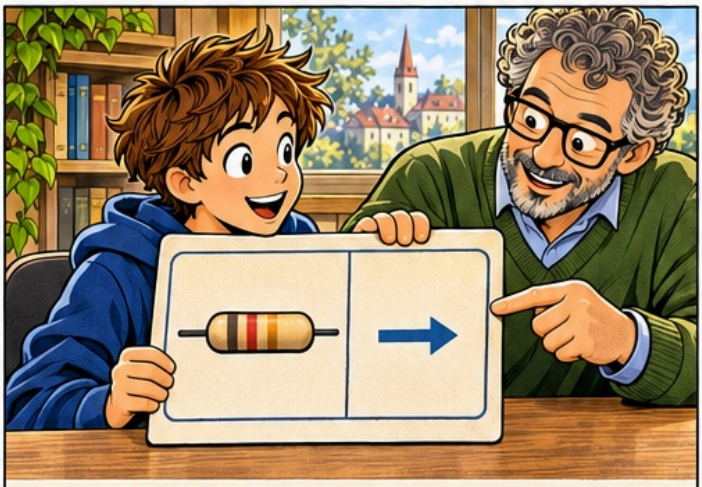
Prévoir avant de changer



Ils veulent maintenant comparer deux résistances sous la même tension.



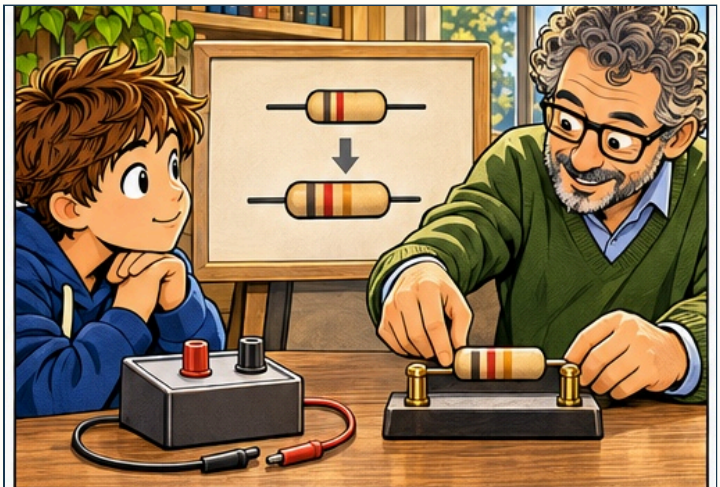
Avec 3 V et 100 Ω, le courant idéal est de 30 mA.



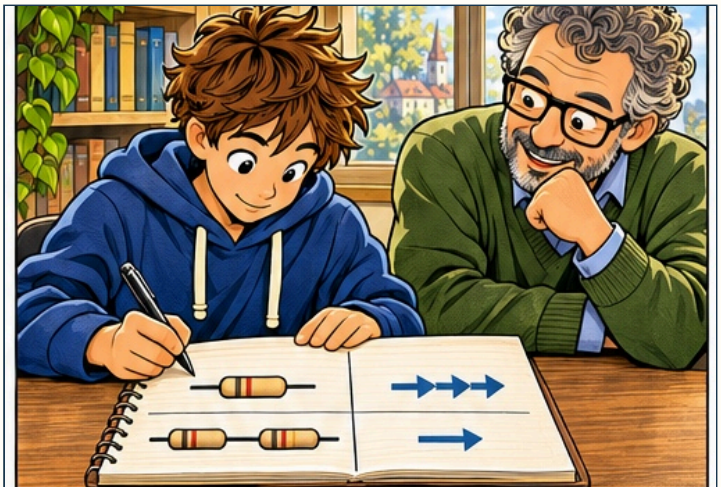
Avec 3 V et 200 Ω, il sera de 15 mA.



Doubler R divise donc I par deux si U reste constante.



Ils déconnectent la source avant de remplacer le composant.



Lucas note d'abord sa prévision, puis les mesures obtenues.

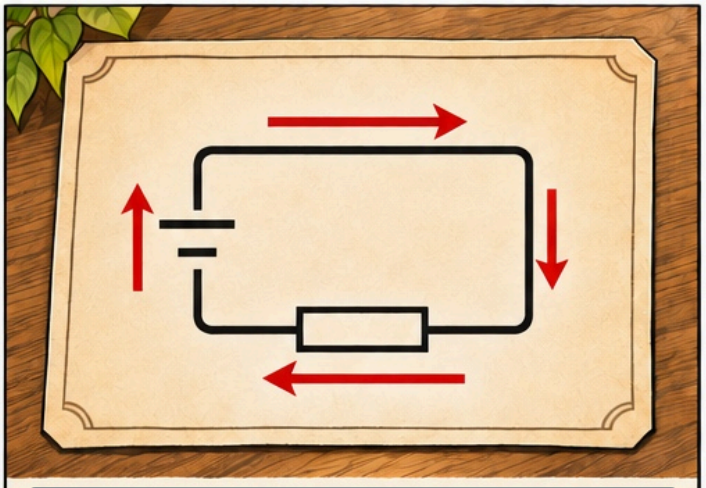
Ni blocage, ni réserve



Le courant n'est pas stocké dans la résistance pour ressortir plus tard.



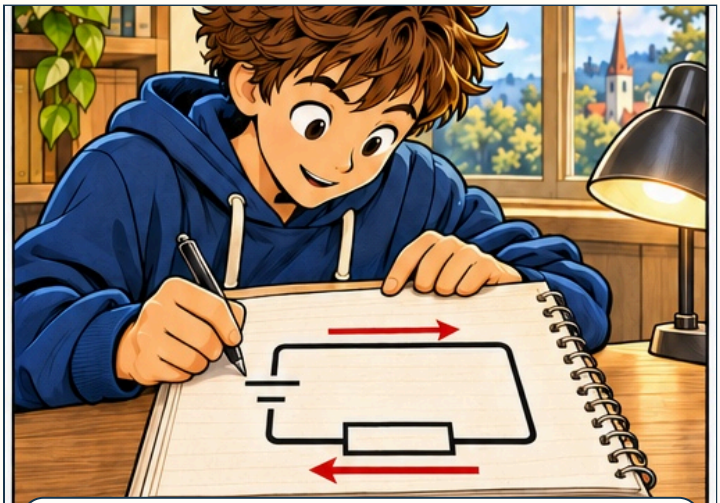
La résistance ne consomme pas progressivement l'intensité dans cette boucle.



En régime établi, le courant est le même avant et après elle.



C'est de l'énergie électrique qui est transformée, notamment en chaleur.

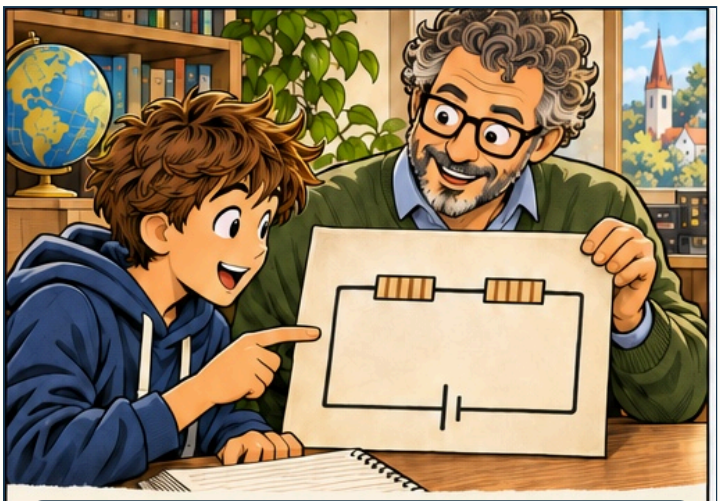


Lucas corrige son premier dessin, où les flèches rétrécissaient après le composant.



Son modèle devient plus fidèle à ce qu'il observe.

Deux résistances en série



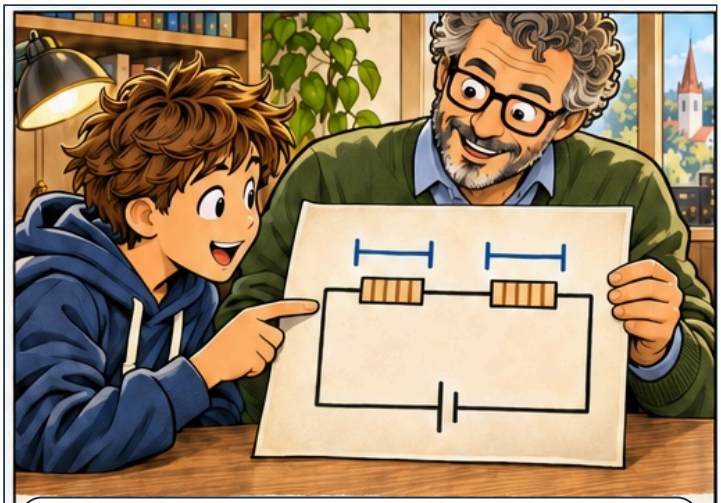
Sur le papier, deux résistances de 100 Ω sont placées l'une après l'autre.



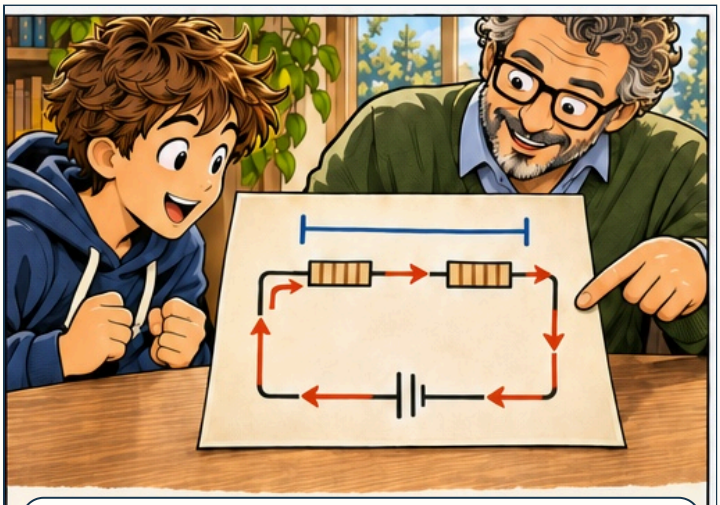
En série, leur résistance équivalente vaut 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω.



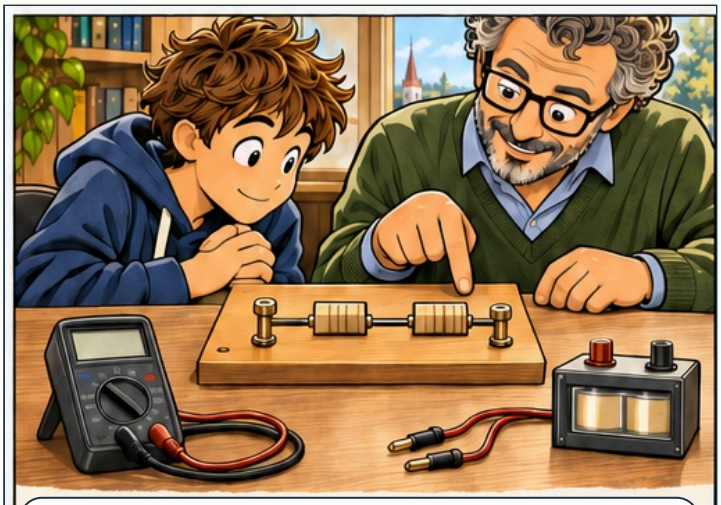
Sous 3 V, le courant idéal de la boucle est donc de 15 mA.



Chaque résistance présente alors une tension de 1,5 V à ses bornes.

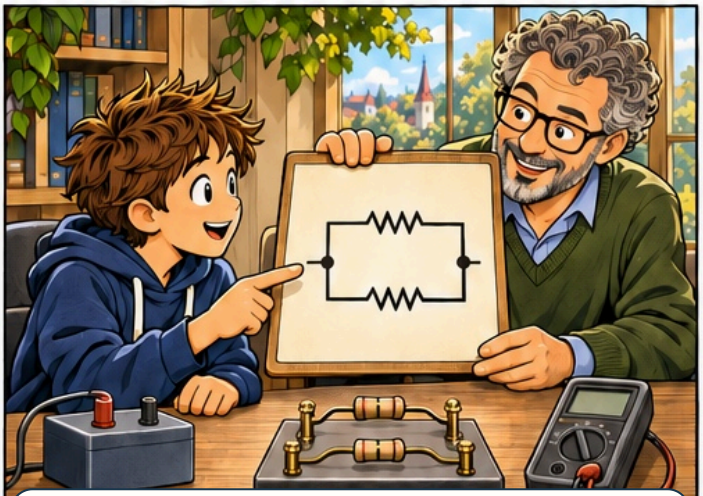


Les tensions s'additionnent ; le même courant traverse les deux composants.

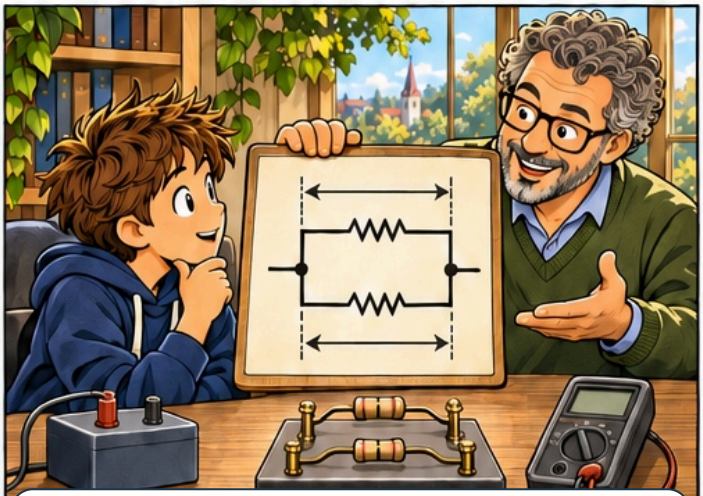


Ils vérifient ce raisonnement sur leur montage adapté, modifié hors tension.

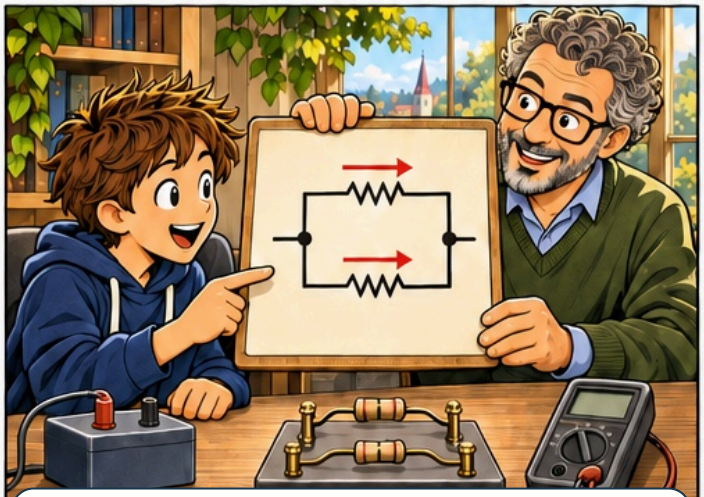
Deux chemins en parallèle



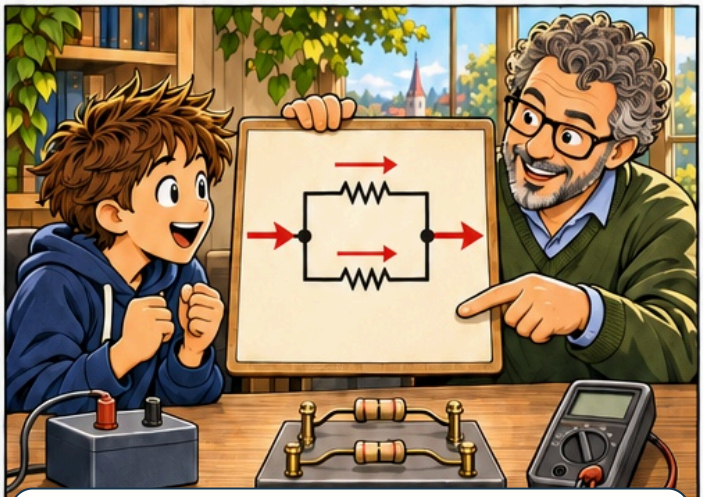
Un autre dessin place deux résistances de 100 Ω sur deux branches en parallèle.



Chaque branche reçoit ici la même tension de 3 V.



Chaque résistance est traversée idéalement par 30 mA.



Le courant total vaut alors 60 mA : les courants des branches s'additionnent.

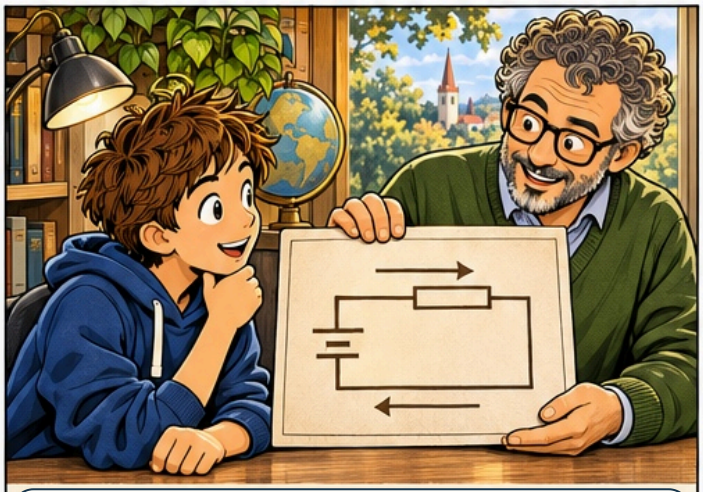


La résistance équivalente vaut 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω.

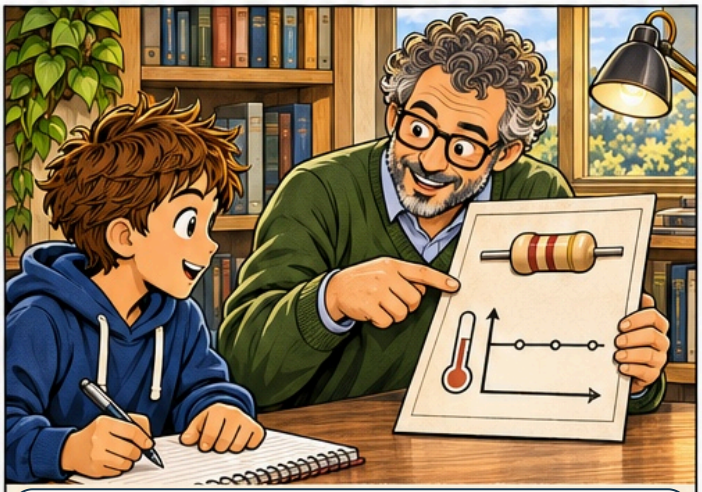


Ce résultat concerne ce montage précis ; il ne s'obtient pas en additionnant les résistances.

Le domaine de leur modèle



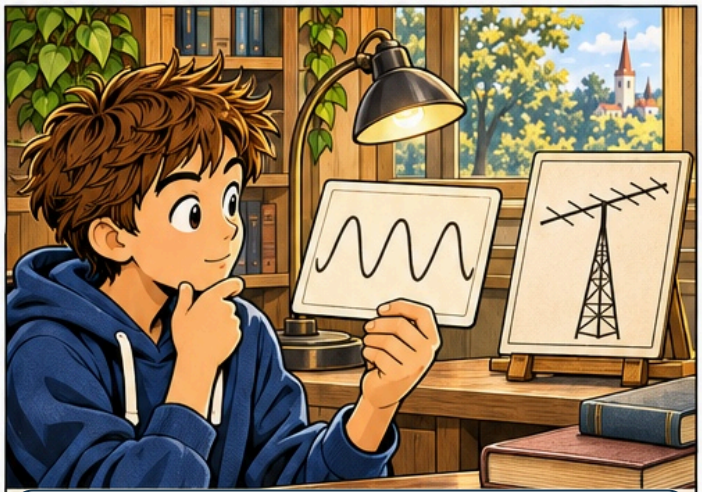
Leurs calculs concernent ici des résistances ohmiques en courant continu.



La température et les caractéristiques des composants restent à considérer.



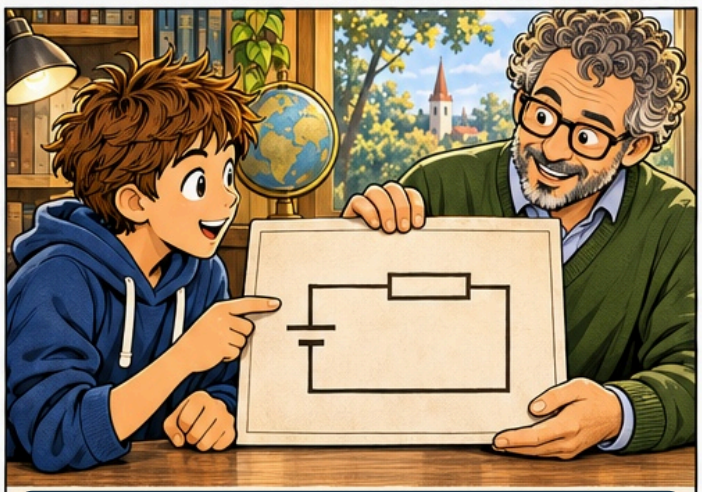
Une bobine, un condensateur ou une antenne ne se résume pas toujours à cette résistance.



En radiofréquence, d'autres effets conduisent à parler d'impédance.



Lucas réserve cette nouvelle question pour une autre aventure.



Savoir où s'arrête un modèle fait partie de sa compréhension.

L'énergie a aussi son calcul



Leur démonstration doit aussi tenir compte de la puissance dissipée.



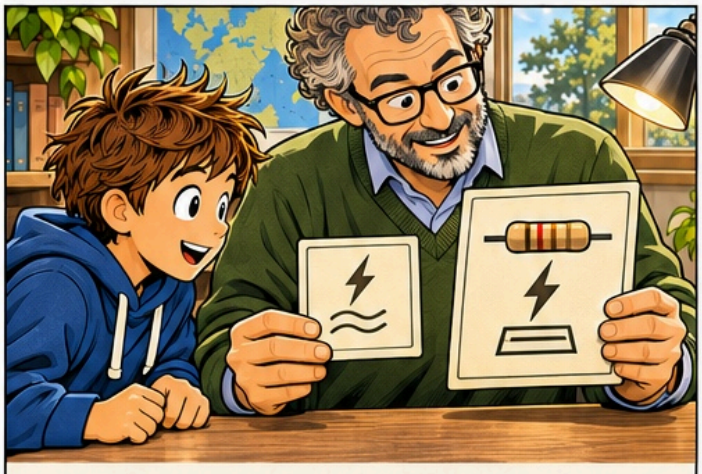
En continu, P = U × I, avec P en watts W.



Pour 3 V et 0,030 A, P = 0,090 W.



Dans une résistance, cette énergie est principalement transformée en chaleur.



La puissance admissible du composant doit être respectée.



La petite taille d'un montage ne dispense pas de cette vérification.

Choisir avec une marge



Au maximum prévu de 4,5 V, 100 Ω donnent idéalement 45 mA.



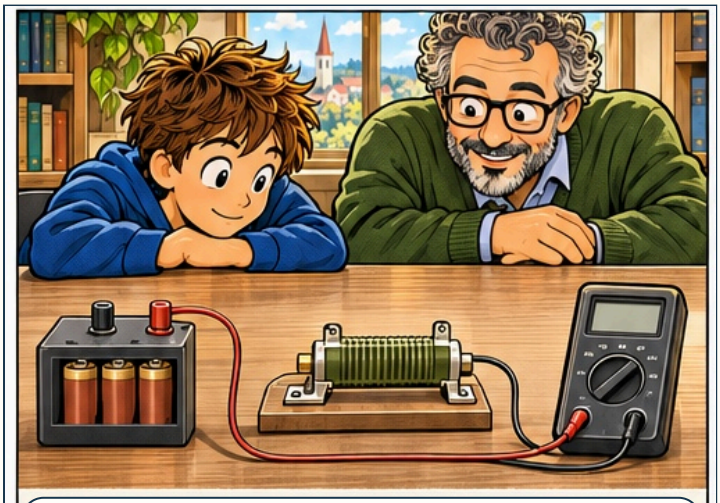
La puissance calculée vaut 4,5 × 0,045 = 0,2025 W.



Leur résistance de 1 W laisse une marge pour cet essai préparé.



Cette indication dépend aussi des conditions d'utilisation précisées par le fabricant.



Ils ne vérifient jamais l'échauffement en touchant le composant sous tension.



Henri garde les limites du matériel au centre du choix.

La résistance mystérieuse



Henri propose une dernière énigme sur une fiche d'exemple.



La tension vaut 3 V et le courant 0,020 A dans une résistance ohmique.



Lucas calcule R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω.



Il vérifie ensuite P = 3 × 0,020 = 0,060 W.



Il explique chaque étape, sans chercher à deviner la réponse attendue.



L'énigme devient une démonstration de sa méthode.

Quand la mesure diffère un peu



Un résultat mesuré peut différer légèrement de la valeur idéale.



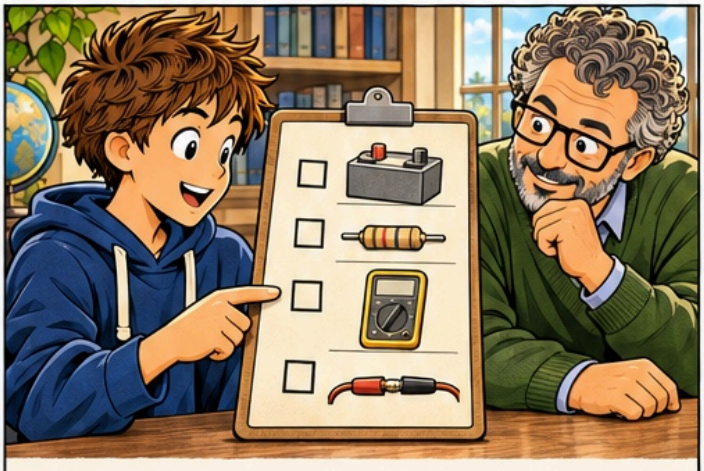
La résistance possède une tolérance et la source une tension réelle.



L'appareil de mesure a lui aussi ses limites et peut influencer le circuit.



Des contacts imparfaits peuvent encore modifier l'observation.



Ils comparent les conditions avant de conclure que la loi est fausse.



Lucas note un écart explicable au lieu de corriger artificiellement sa lecture.

Une erreur qui apprend



Dans un brouillon, Lucas trouve un courant mille fois trop grand.



Il ne tente pas de l'obtenir en modifiant la source.



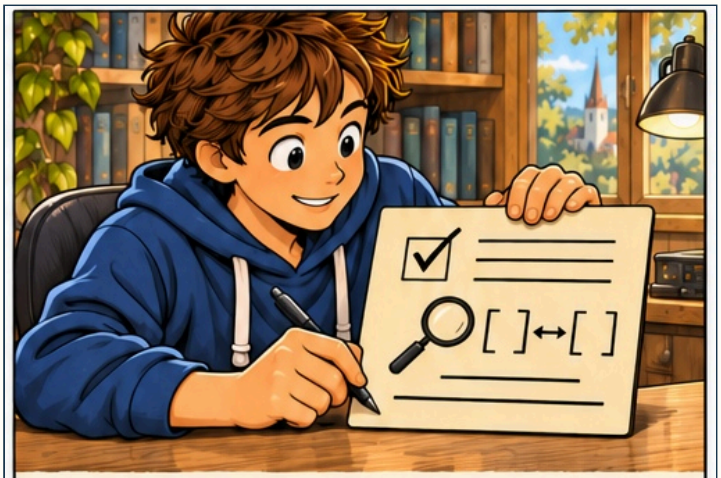
Il reprend les unités et découvre des milliampères traités comme des ampères.



Le montage reste déconnecté pendant cette vérification.



Après conversion, les valeurs retrouvent un ordre de grandeur cohérent.

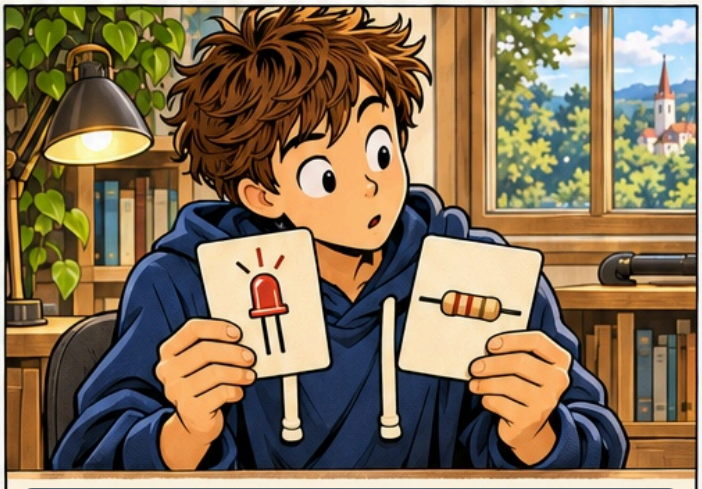


Une erreur reconnue devient un repère pour la suite.

La diode pose une autre question



Dans une boîte voisine, Lucas aperçoit une diode lumineuse.



Peut-on la traiter comme une résistance de valeur fixe ?



Henri explique que sa relation entre tension et courant est non linéaire.



Le modèle simple U = R × I avec R constante ne décrit donc pas toute diode.



Ils la laissent dans sa boîte : son étude demandera un montage adapté.



La loi comprise évite aussi de l'appliquer sans discernement.

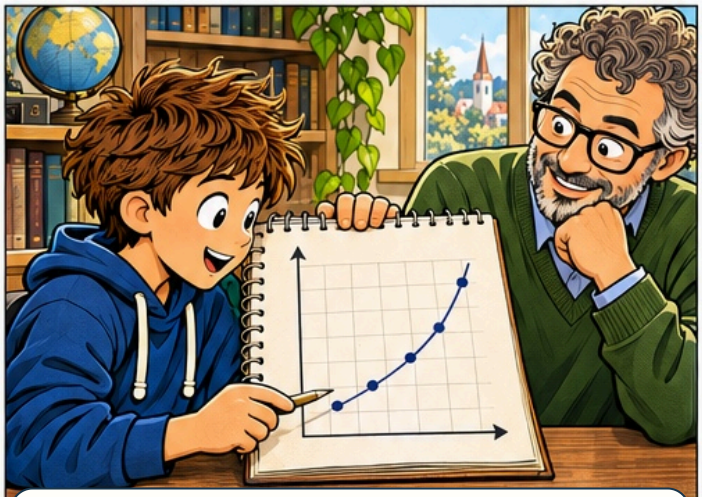
La température peut compter



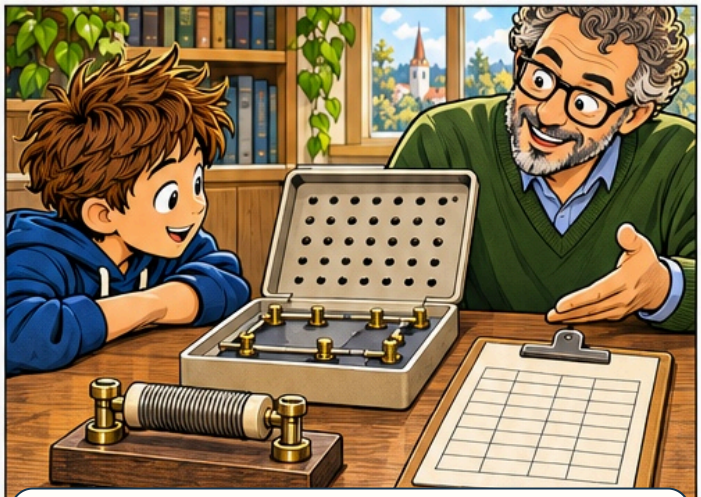
Une ampoule à filament fournit un autre exemple de comportement différent.



Quand sa température change, sa résistance change aussi.



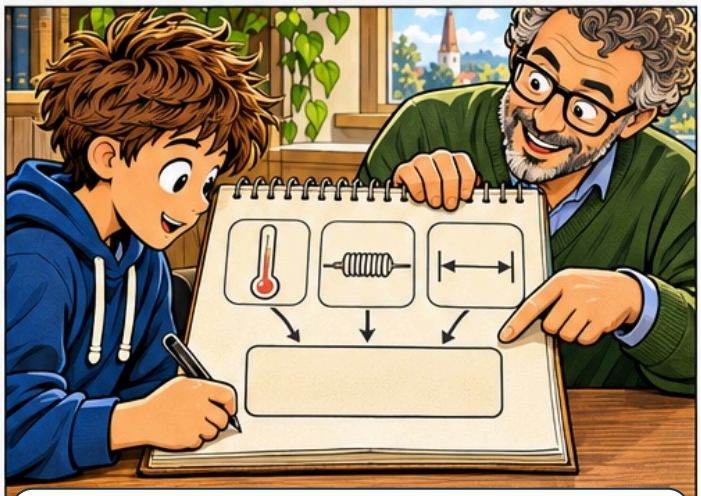
Une valeur déduite à un instant ne devient pas une constante universelle.



Leur propre résistance doit également rester dans ses conditions normales d'emploi.



Ils n'entreprennent aucun essai de chauffe pour prouver ce point.

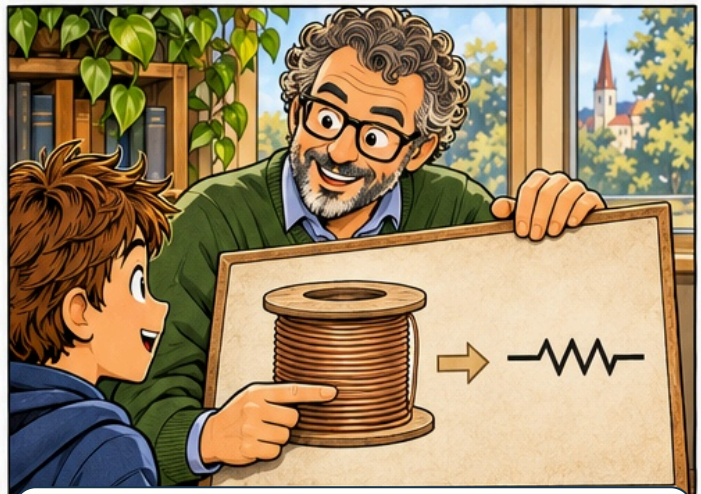


Lucas ajoute les conditions d'application près de la formule.

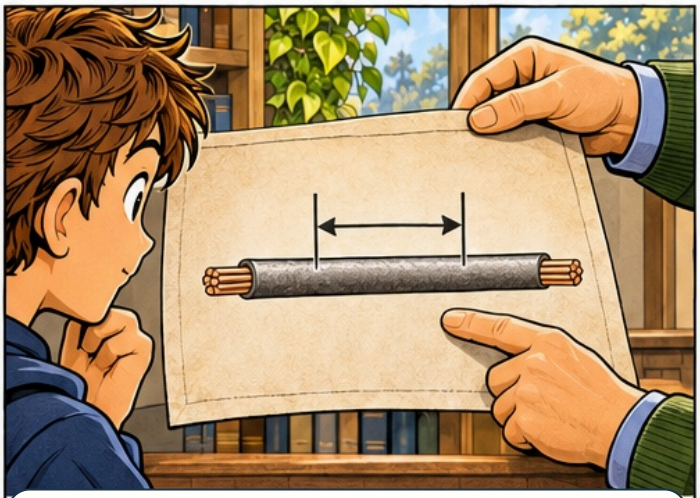
Jusqu'aux fils de la station



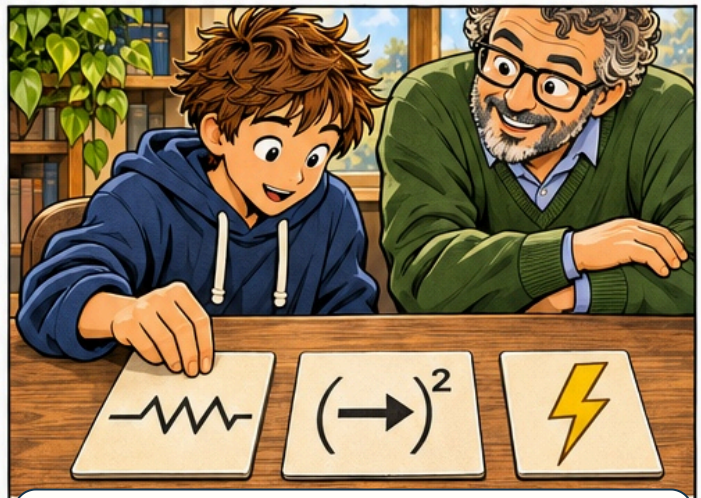
Lucas regarde maintenant les fils de son montage.



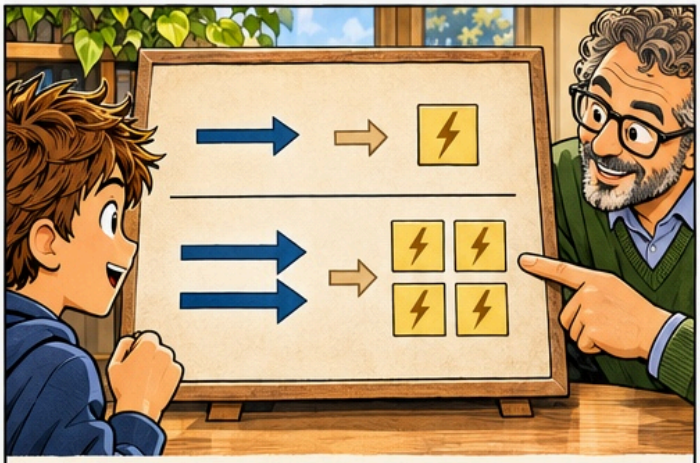
Un conducteur réel peut lui aussi présenter une résistance.



Un courant qui le traverse provoque alors une chute de tension.



La puissance dissipée peut s'écrire $P = R \times I^2$ pour une résistance.



À résistance identique, doubler I multiplie cette puissance par quatre.



Il comprend mieux l'importance de connexions et de câbles adaptés, sans intervenir sur la station.

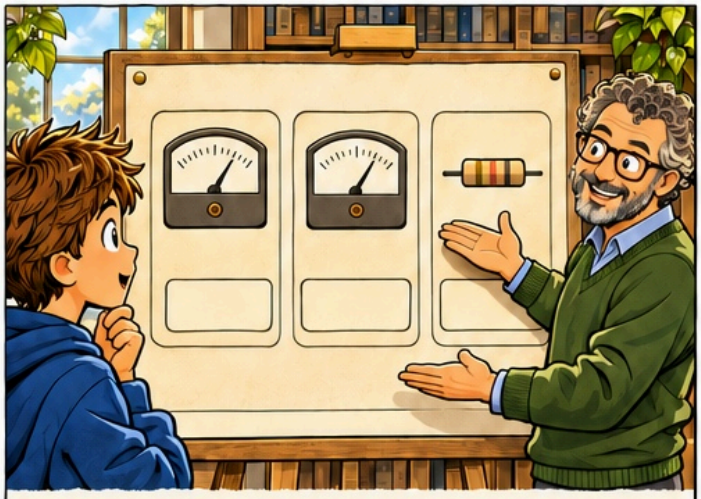
Préparer la démonstration



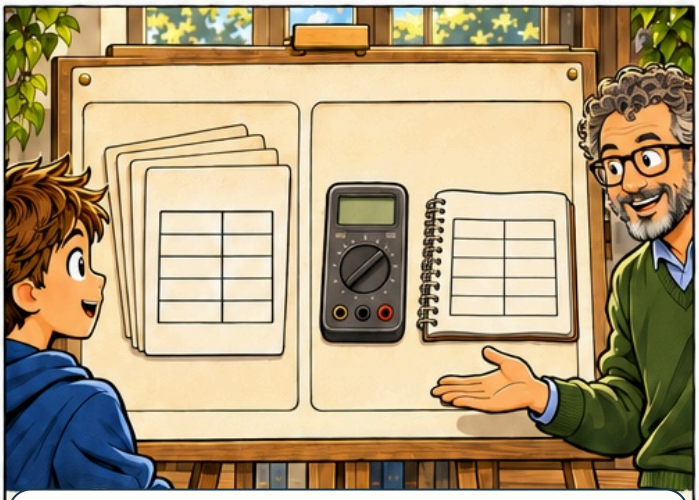
L'activité pour les visiteurs approche.



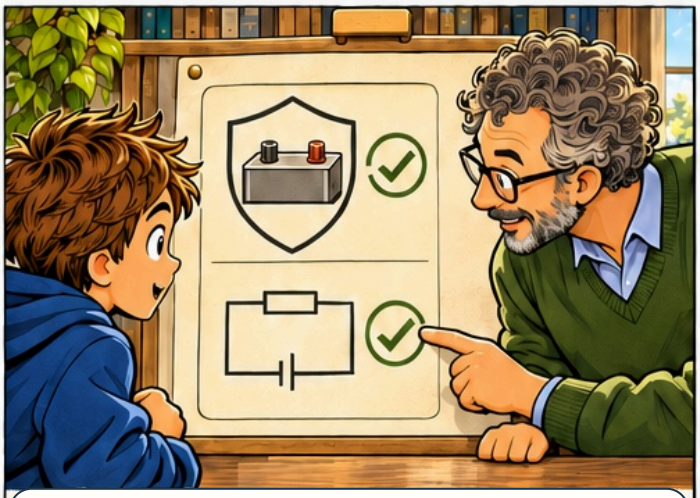
Lucas choisit un seul circuit pour expliquer l'essentiel.



Il présente U, I et R avec leurs unités.



Il garde un exemple idéal, puis une place séparée pour la mesure.



Les consignes de branchement et les limites du modèle restent visibles.



Son récit commencera par une question, comme l'enquête d'Ohm.

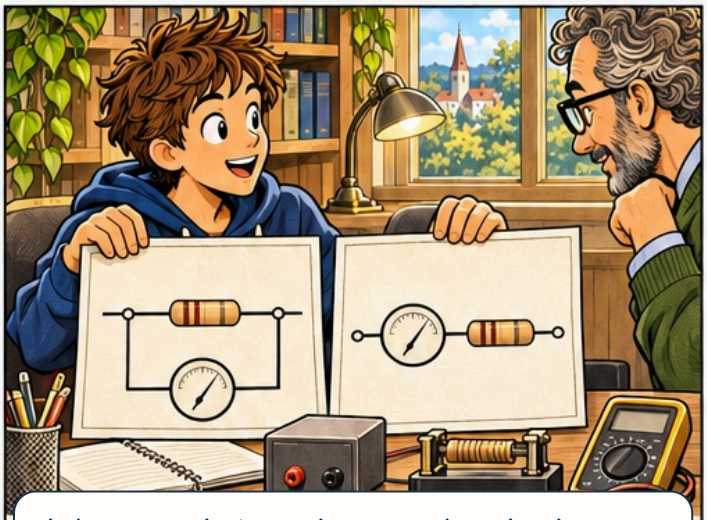
La relecture à deux



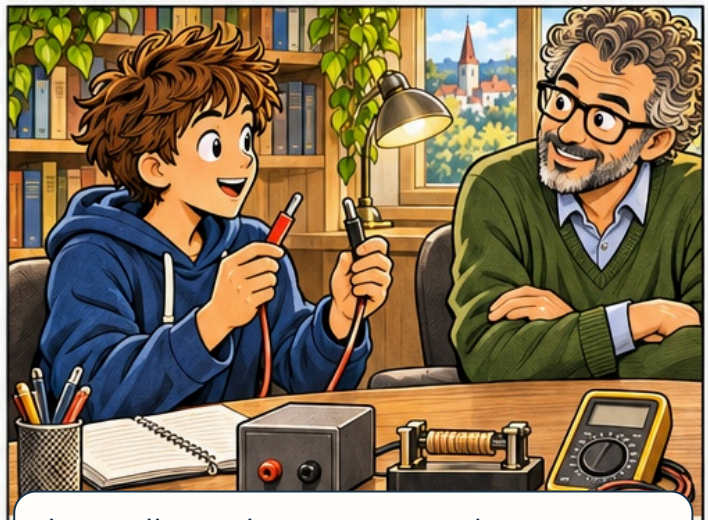
Henri joue le rôle d'un visiteur curieux.



Lucas explique pourquoi la tension se mesure entre deux points.



Il distingue le branchement du voltmètre et celui de l'ampèremètre.



Il rappelle que les connexions changent toujours source déconnectée.



Puis il justifie la résistance et sa puissance admissible.



Une question difficile lui donne une occasion de préciser son explication.

Prévoir, mesurer, comprendre



La répétition se termine par un essai dans les limites préparées.



Lucas prévoit le courant à partir de la tension et de la résistance.



Henri vérifie le montage et supervise les mesures.



Lucas compare ensuite prévision et observation avec leurs unités.



Il sait maintenant expliquer un petit écart sans inventer un résultat.



Après l'essai, la source est déconnectée et le matériel rangé.

Une découverte qui voyage



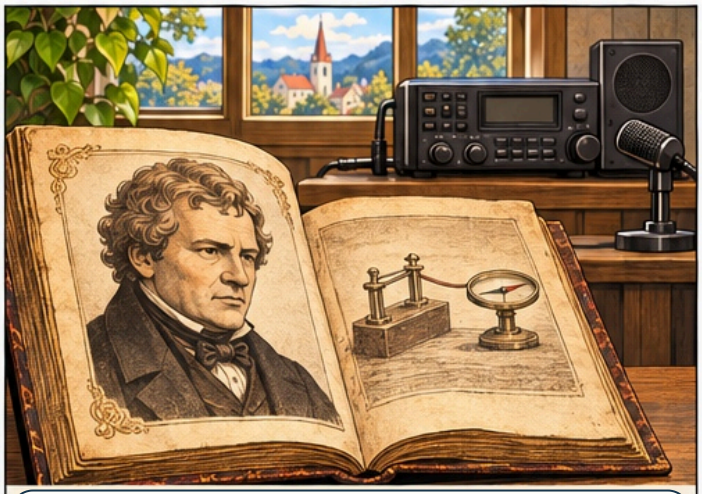
Lucas rouvre le livre à la page de Georg Simon Ohm.



Entre l'atelier ancien et le club, les instruments ont changé.



La patience des observations reste pourtant familière.



Ohm n'a pas construit leur station, mais son travail aide à la comprendre.



Le carnet moderne répond au carnet imaginé du savant.



Une idée peut voyager longtemps quand on continue de la questionner.

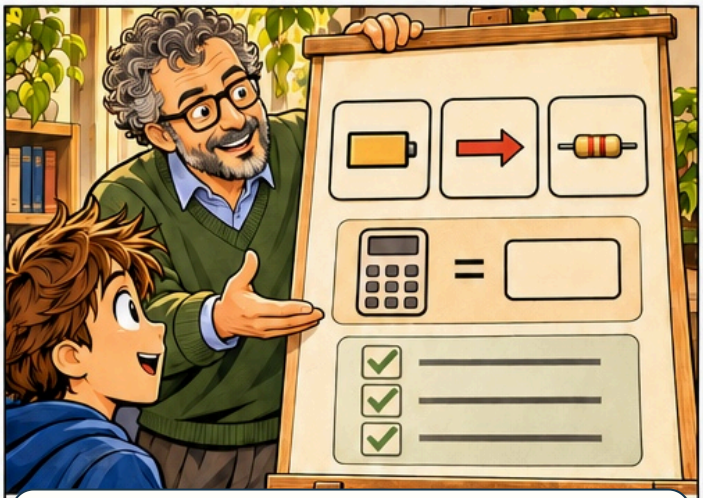
Une formule devenue un outil



La petite résistance retrouve sa boîte, mais elle n'est plus un objet mystérieux.



U = R × I relie désormais des grandeurs que Lucas sait distinguer.



Il sait convertir, prévoir, mesurer et vérifier les conditions du modèle.



Il sait aussi qu'une formule ne remplace ni la méthode ni les limites du matériel.



Henri sourit devant la démonstration prête à être partagée.



Au club, une nouvelle question attend déjà son prochain carnet.