ON4CRD

Tome 07

Les résistances



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Mentions légales

Tome 07 · Les résistances

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

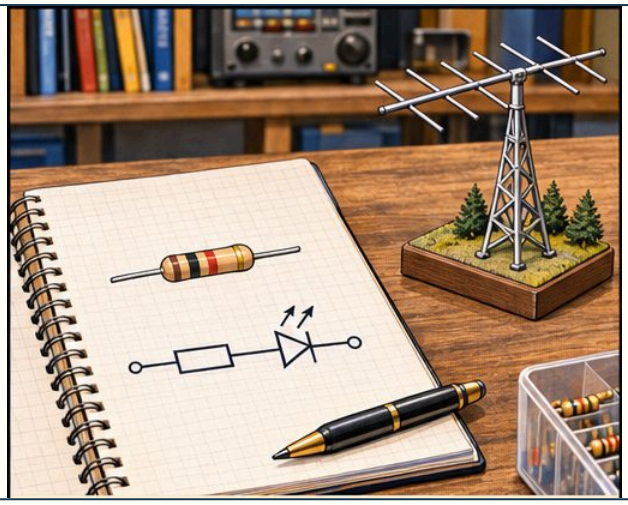
Le club veille à publier des informations utiles et vérifiées, mais ne garantit pas l'absence d'erreur, d'omission ou d'interruption. Les informations techniques ou réglementaires doivent être vérifiées auprès des sources officielles lorsqu'elles fondent une décision.

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

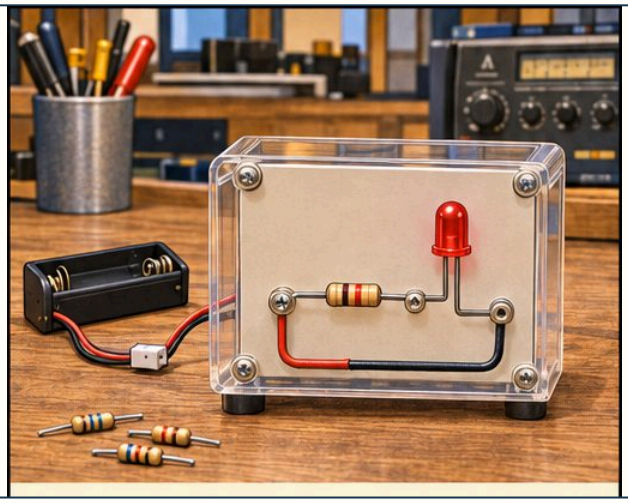
Le voyant du stand



Lucas retrouve Henri pour préparer le stand de découverte du club.



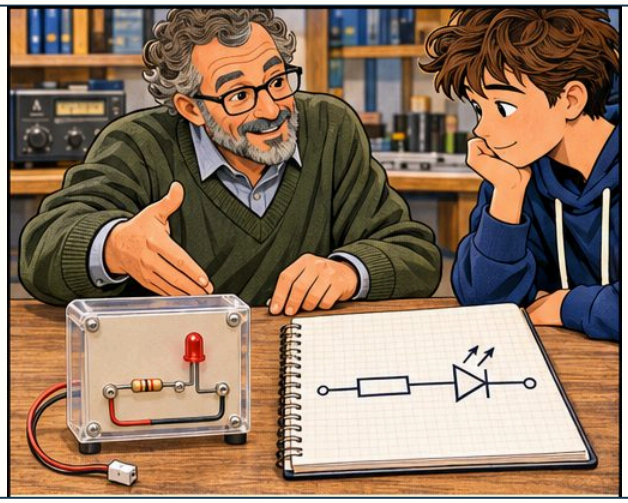
Après les antennes, leur carnet accueille un composant beaucoup plus petit.



Le voyant du petit panneau de démonstration ne s'allume plus.



« On change la LED ? » propose Lucas en ouvrant sa boîte de pièces.

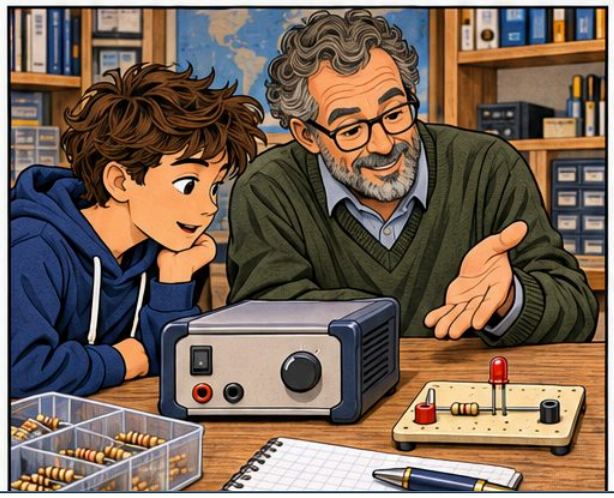


Henri préfère comprendre le montage avant de remplacer quoi que ce soit.

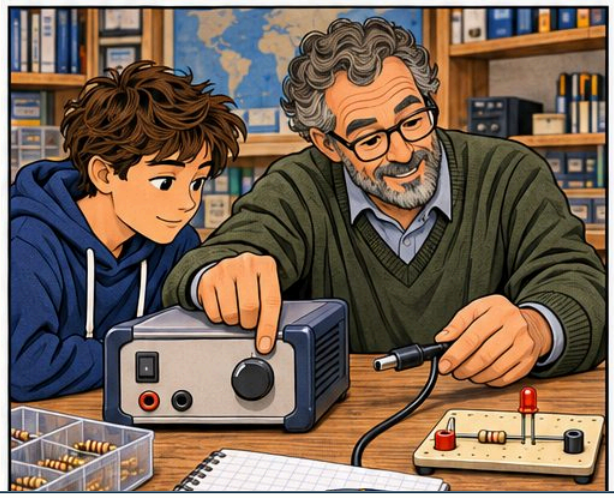


Leur mission : retrouver un voyant fiable et expliquer chaque choix.

Débrancher avant de chercher



Le panneau utilise une alimentation pédagogique de 5 V, limitée en courant.



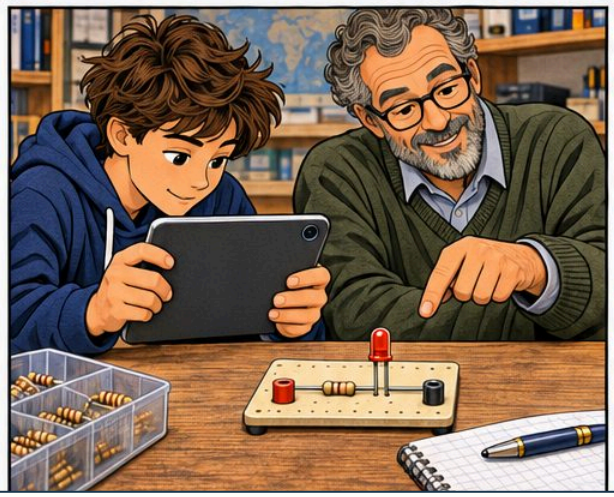
Henri coupe puis débranche cette alimentation avant toute intervention.



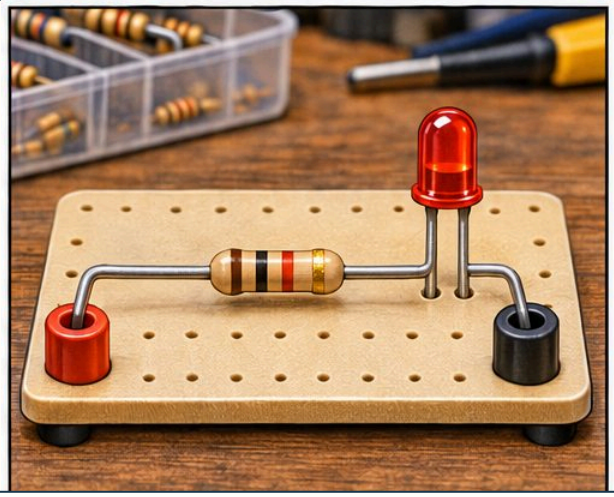
Ils attendent la décharge prévue et vérifient l'absence de tension.



Aucun appareil relié au secteur n'est ouvert dans cet atelier.



Lucas photographie les connexions et suit le schéma du panneau.



Sur le trajet de la LED, une petite résistance attire son attention.

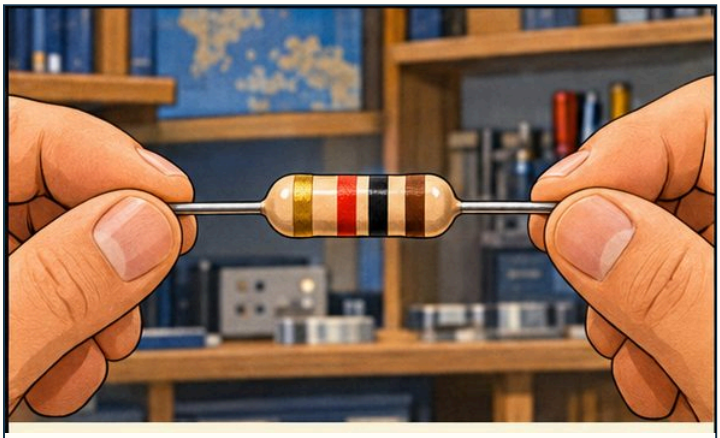
Un nom, deux sens



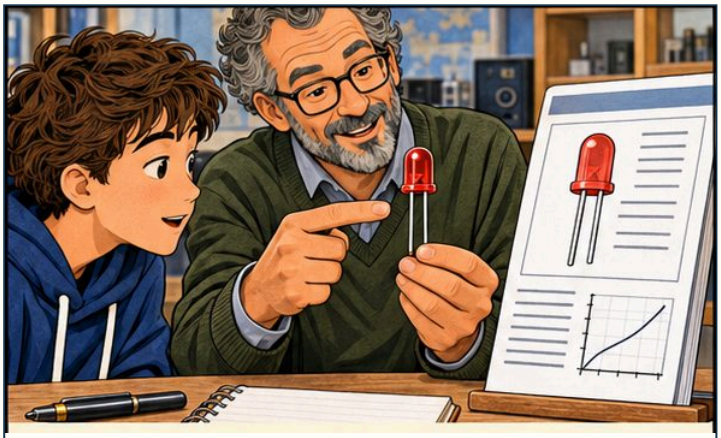
Le mot résistance désigne le composant et la grandeur électrique R.



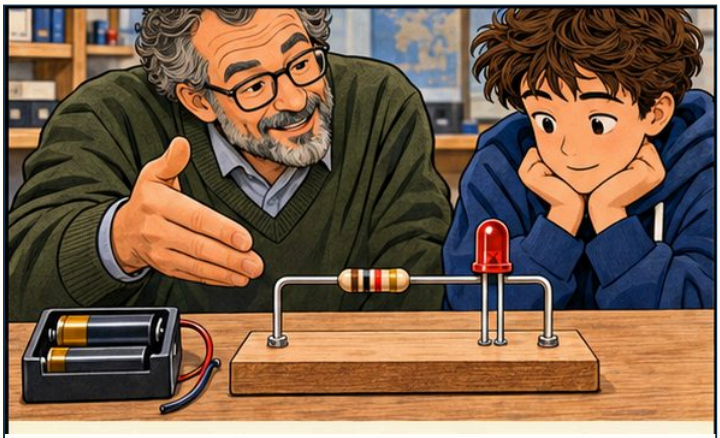
Cette grandeur s'exprime en ohms, représentés par le symbole Ω.



Un résistor ordinaire n'a pas de sens de branchement imposé.



La LED, elle, possède une polarité qu'il faut respecter.



La résistance en série aide à limiter le courant qui traverse la LED.

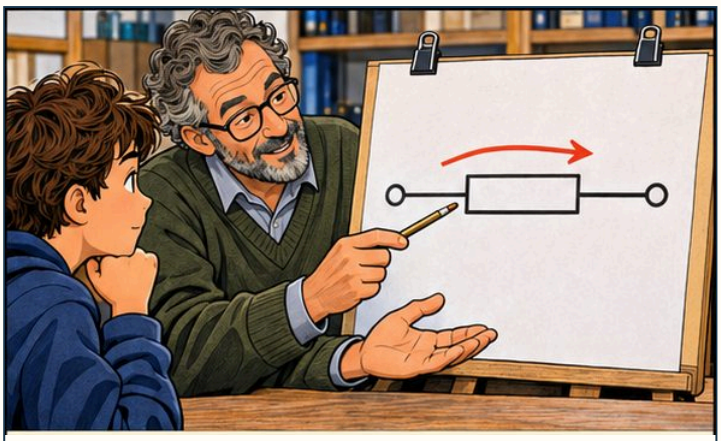


Lucas distingue le rôle de chaque pièce avant de chercher la panne.

Retrouver la loi d'Ohm



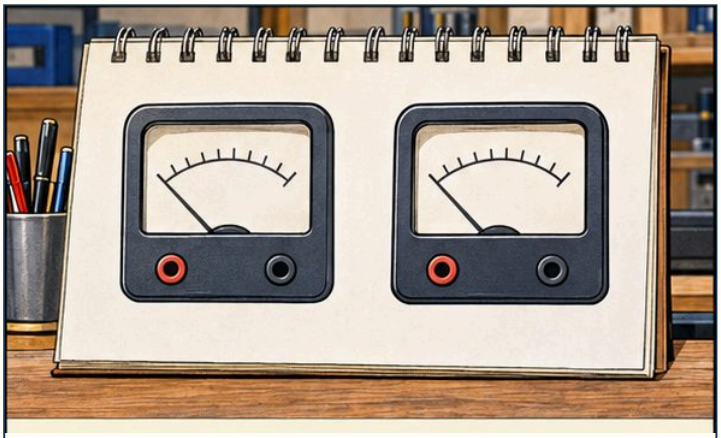
Pour un résistor ohmique, à température donnée, U = R × I.



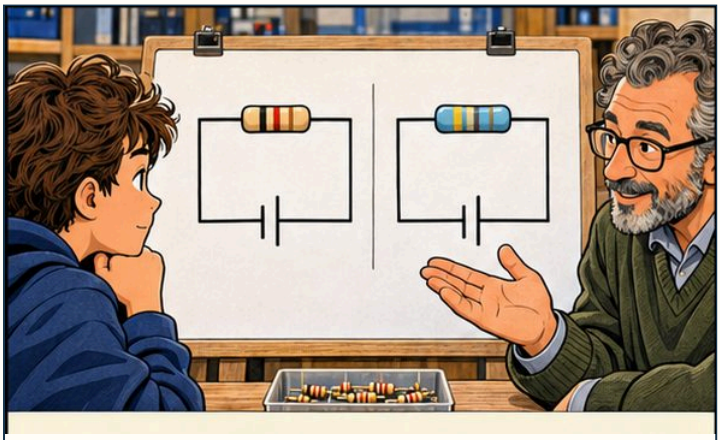
U est la tension à ses bornes ; I est le courant qui le traverse.



On peut aussi écrire I = U / R et R = U / I.



Dans ces calculs, U est en volts et I en ampères.



À tension identique, augmenter R diminue le courant.

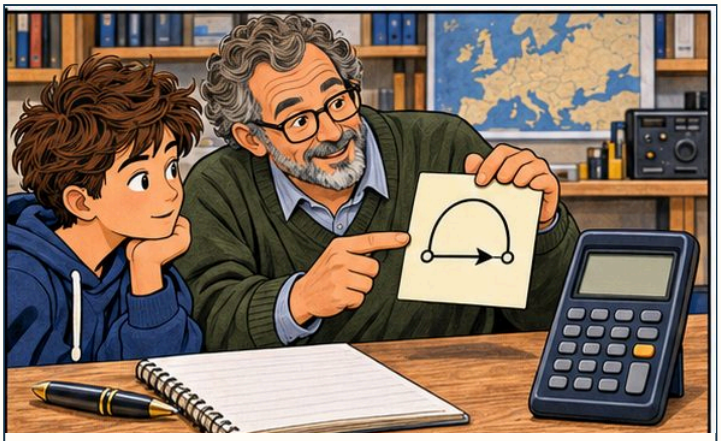


« La LED n'est pas une résistance ohmique », rappelle Henri.

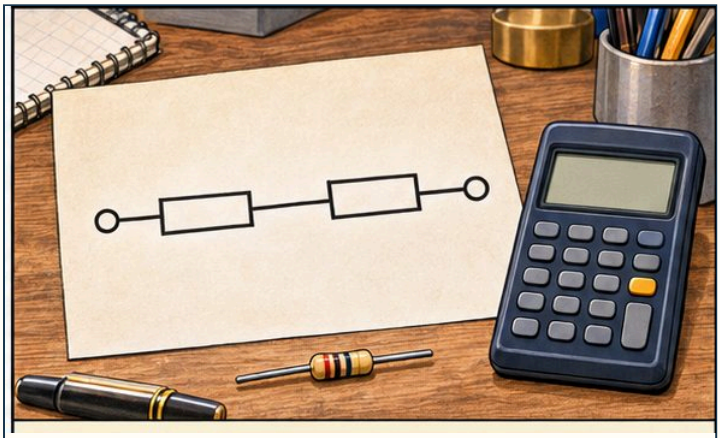
Les unités avant les chiffres



1 kΩ = 1 000 Ω ; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



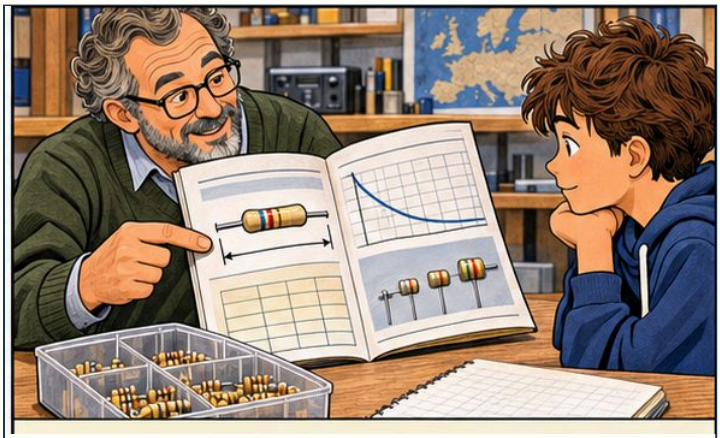
1 mA = 0,001 A : Lucas convertit avant d'utiliser la formule.



Avec 5 V aux bornes de 1 kΩ, le calcul donne 5 mA.



Sur certaines pièces, 4K7 signifie 4,7 kΩ et 2R2 signifie 2,2 Ω.



Le marquage dépend du composant ; sa documentation reste la référence.



Lucas entoure les unités : oublier un préfixe peut changer tout le choix.

Lire avant de mesurer



La résistance du panneau porte des anneaux colorés.



Henri apporte une carte du fabricant et une loupe.



Ils repèrent d'abord le nombre de bandes et leur espacement.



La bande de tolérance est souvent séparée des autres.



Si le sens reste ambigu, ils vérifient la référence et la valeur mesurée.



Une couleur mal éclairée ne suffit pas pour décider d'un remplacement.

Quatre bandes, quatre rôles



Pour le code usuel à quatre bandes, les deux premières donnent deux chiffres.



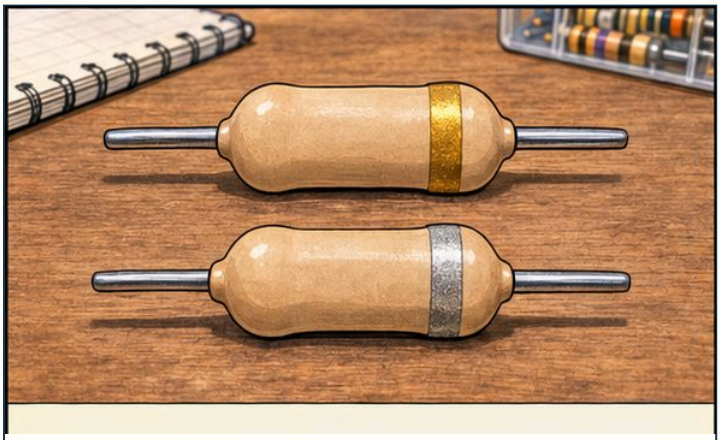
La troisième bande est le multiplicateur.



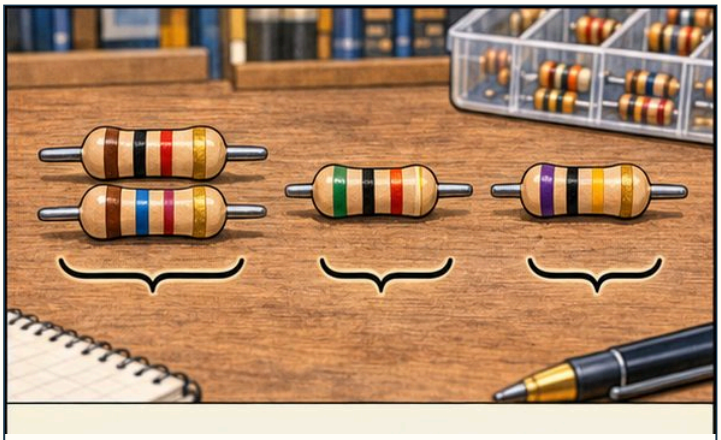
La quatrième indique la tolérance de la valeur nominale.



Ils lisent depuis l'extrémité opposée à cette bande de tolérance.



Or correspond ici à ±5 % ; argent correspond à ±10 %.



« Deux chiffres, un facteur, une marge », résume Lucas.

La palette des chiffres



Noir vaut 0 ; marron 1 ; rouge 2 ; orange 3 ; jaune 4.



Vert vaut 5 ; bleu 6 ; violet 7 ; gris 8 ; blanc 9.



La position de la couleur détermine son rôle dans le code.



Comme multiplicateur, rouge signifie ×100 et orange ×1 000.



Or et argent peuvent aussi multiplier par 0,1 et 0,01.



Lucas garde la carte près de lui : comprendre vaut mieux que deviner.

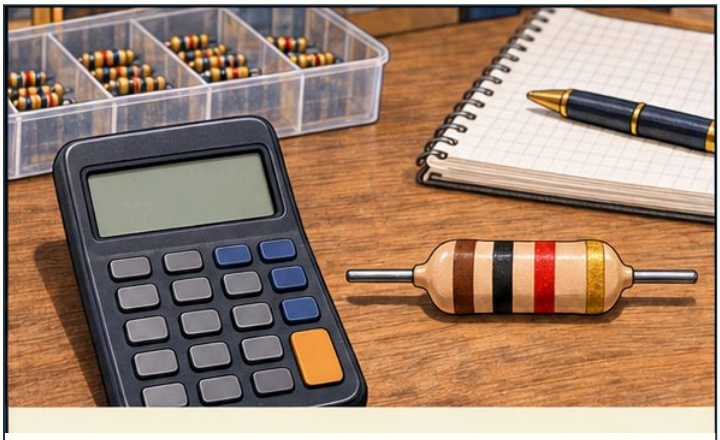
Le premier déchiffrage



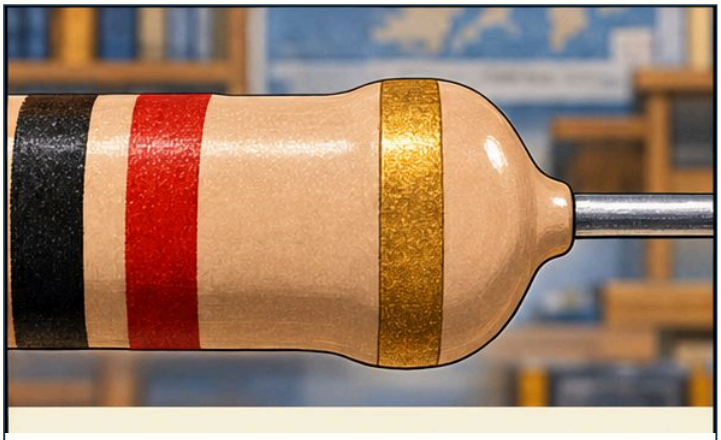
Sur un exemple : marron, noir, rouge, or.



Marron puis noir donnent 10 ; rouge multiplie par 100.



10 × 100 = 1 000 Ω, soit 1 kΩ.



La bande or ajoute une tolérance de ±5 %.



La valeur nominale n'est donc pas une promesse de valeur exacte.

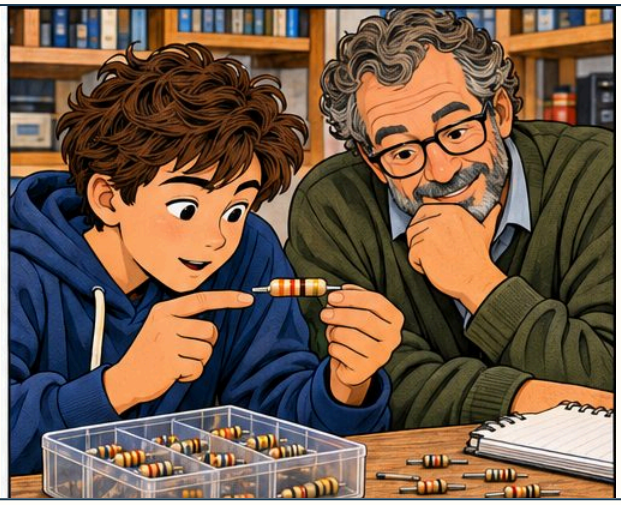


Lucas note séparément la valeur et sa tolérance.

La pièce du voyant



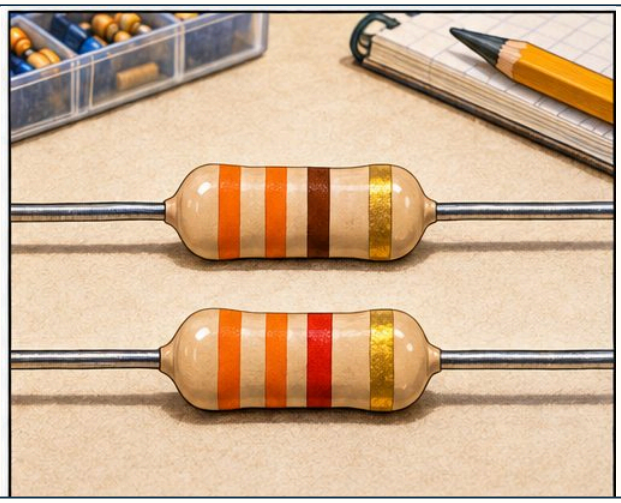
La fiche du panneau prévoit orange, orange, marron, or.



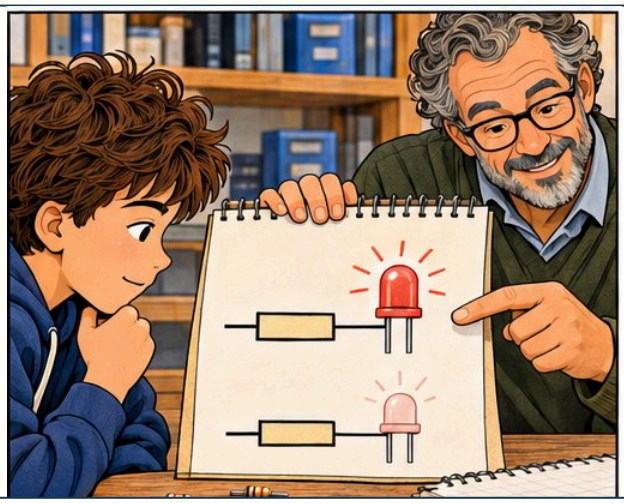
Les deux premières bandes donnent 33 ; marron signifie ×10.



Le résultat est 330 Ω, avec une tolérance de ±5 %.



Une troisième bande rouge donnerait 3 300 Ω, soit 3,3 kΩ.



Cette confusion réduirait fortement le courant du voyant.



Henri conserve les deux exemples pour le futur atelier des visiteurs.

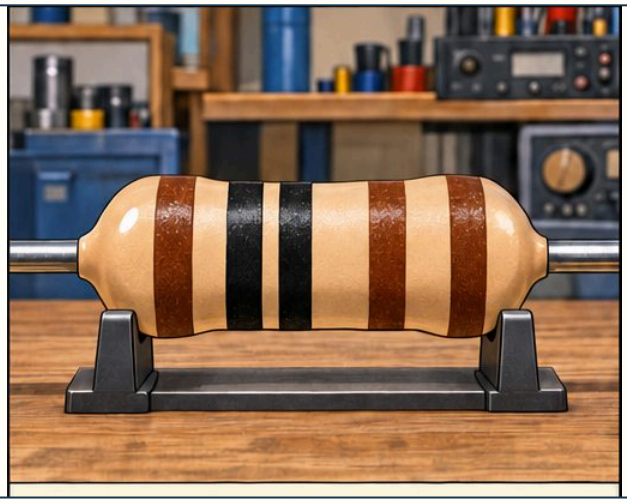
Une bande de plus



Le code usuel à cinq bandes commence par trois chiffres significatifs.



La quatrième bande multiplie ; la cinquième indique la tolérance.



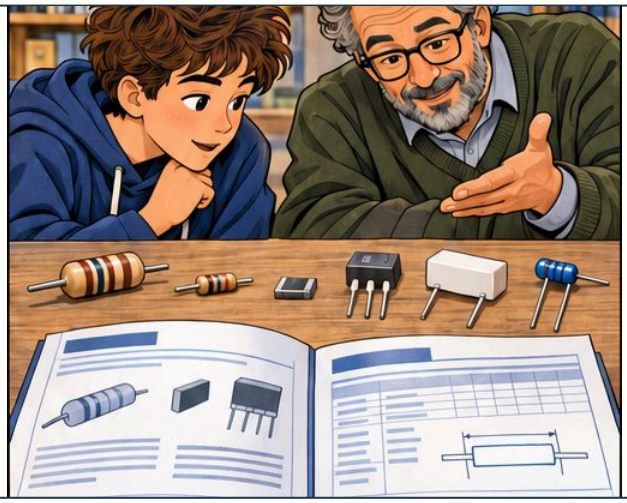
Marron, noir, noir, marron, marron donne 100 × 10 = 1 000 Ω.



La dernière bande marron signifie ici ±1 %.

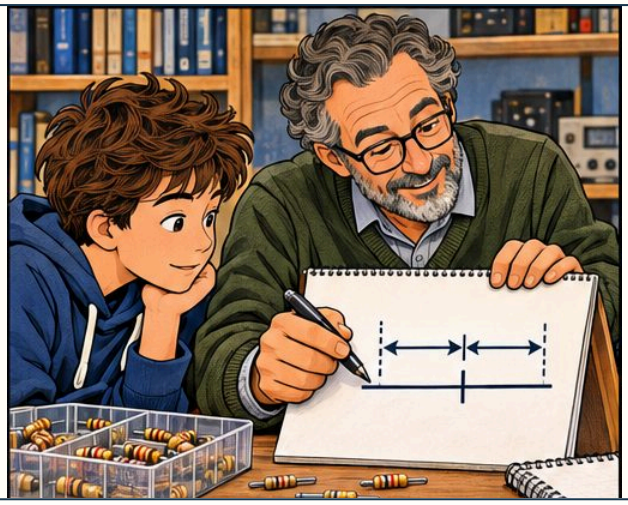


Ils ne lisent donc pas cinq bandes comme s'il n'y en avait que quatre.



D'autres marquages existent : Henri recommande toujours la bonne fiche.

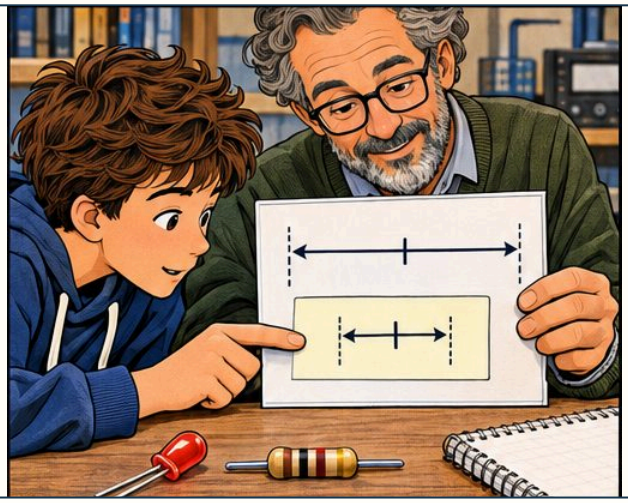
Comprendre la tolérance



Pour 1 kΩ à ±5 %, l'écart maximal nominal est de 50 Ω.



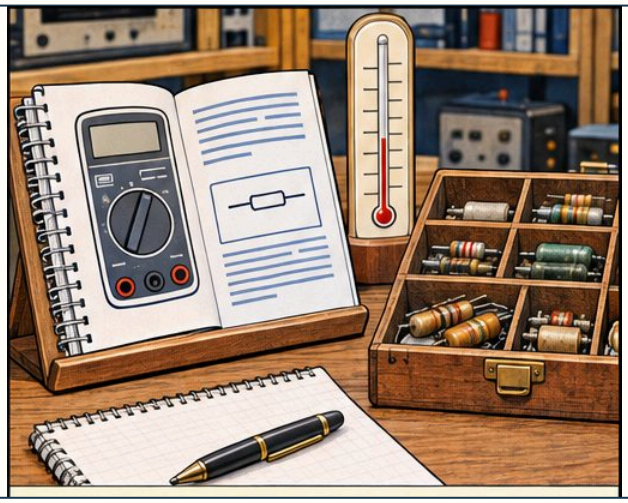
L'intervalle correspondant va de 950 Ω à 1 050 Ω.



Pour 330 Ω à ±5 %, il va de 313,5 Ω à 346,5 Ω.



Ces limites valent dans les conditions de référence du fabricant.



Température, vieillissement et incertitude de mesure comptent aussi.



Lucas comprend pourquoi deux bonnes pièces peuvent donner deux lectures.

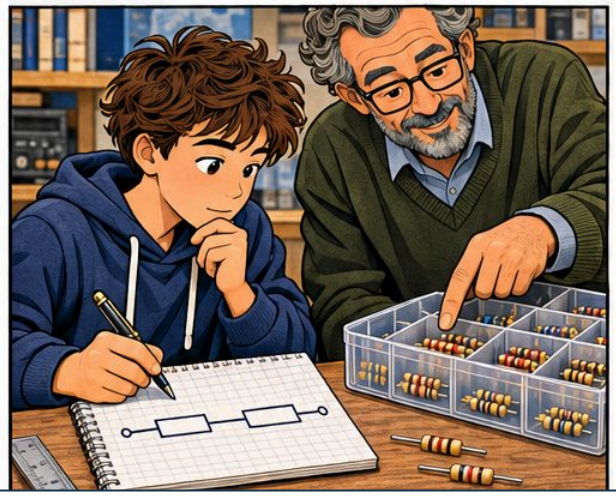
Choisir une valeur disponible



Les fabricants proposent des séries de valeurs normalisées.



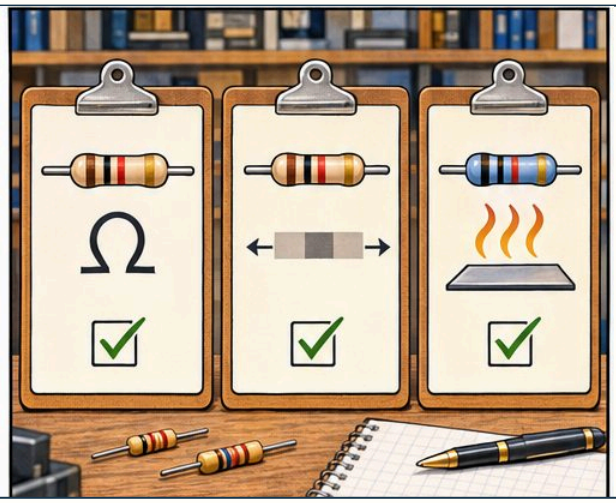
Dans la série E12, on trouve notamment 270 Ω, 330 Ω et 390 Ω.



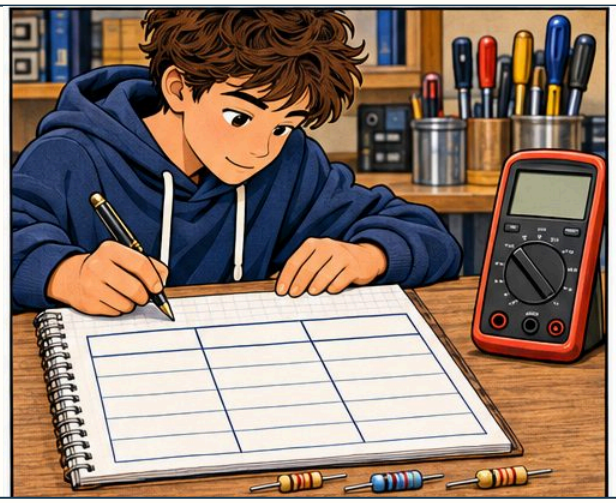
Un résultat de calcul ne correspond pas toujours à une pièce du tiroir.



Ils choisissent selon le fonctionnement recherché, puis recalculent.



Valeur, tolérance et puissance sont trois critères différents.

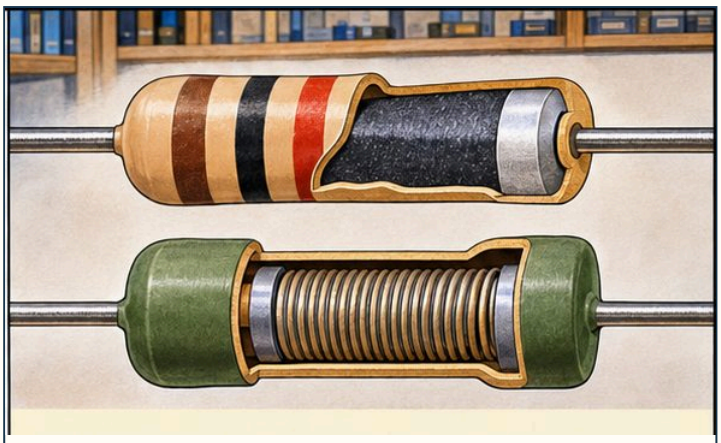


Lucas laisse une place pour chacun dans sa liste de pièces.

Sous le même nom



Deux résistances de même valeur peuvent avoir des constructions différentes.



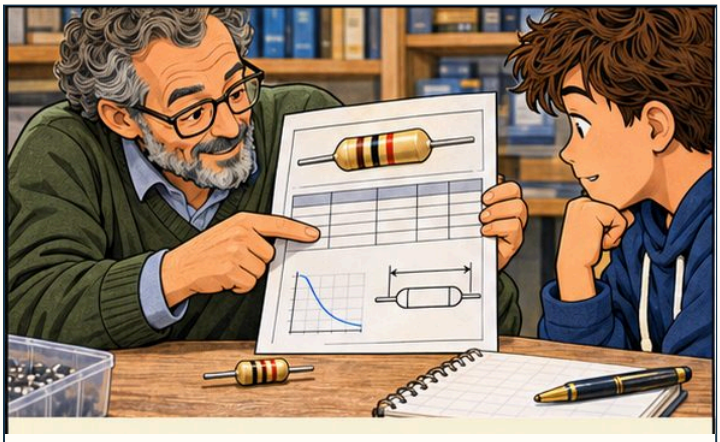
Henri présente des modèles à couche et un modèle bobiné.



Les petites résistances CMS se montent directement sur le circuit imprimé.



La taille seule ne révèle ni la tolérance ni toutes les limites.

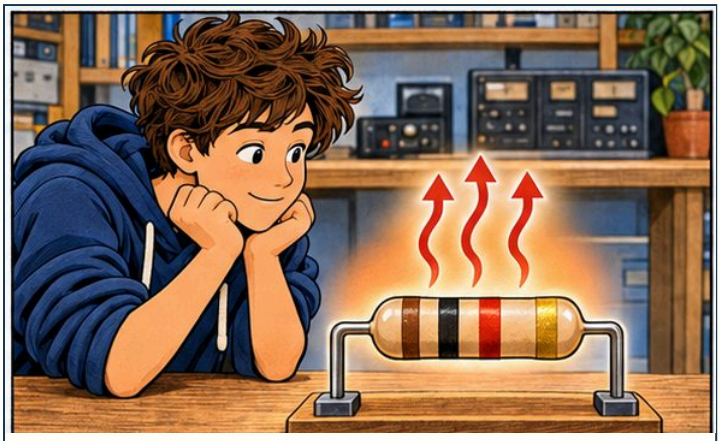


La fiche précise puissance, tension maximale et conditions d'emploi.

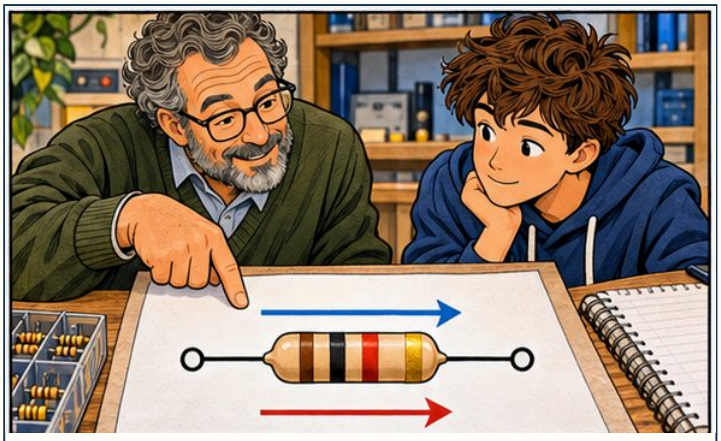


Pour leur voyant, ils retiennent une pièce identifiée et documentée.

Où va l'énergie ?



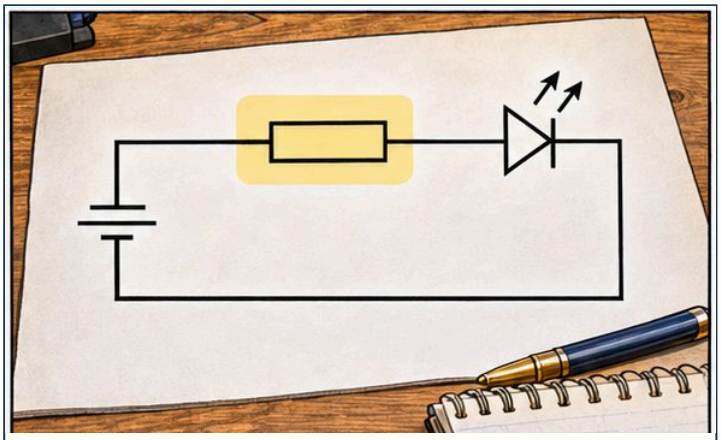
Une résistance dissipe de l'énergie électrique sous forme de chaleur.



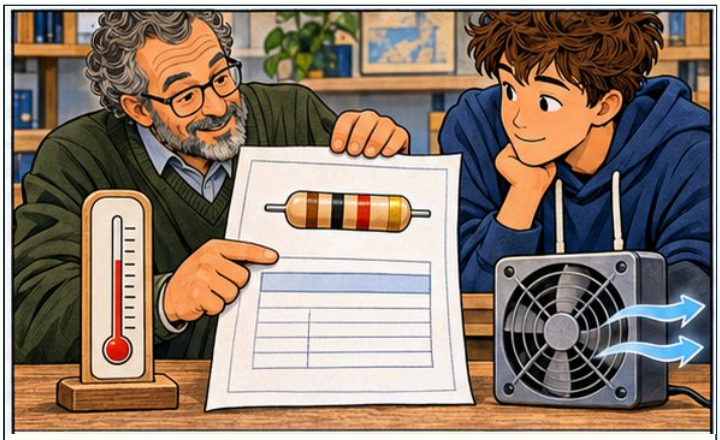
Pour sa puissance dissipée : P = U × I.



Avec la loi d'Ohm : $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Ces U et I sont ceux de la résistance étudiée.

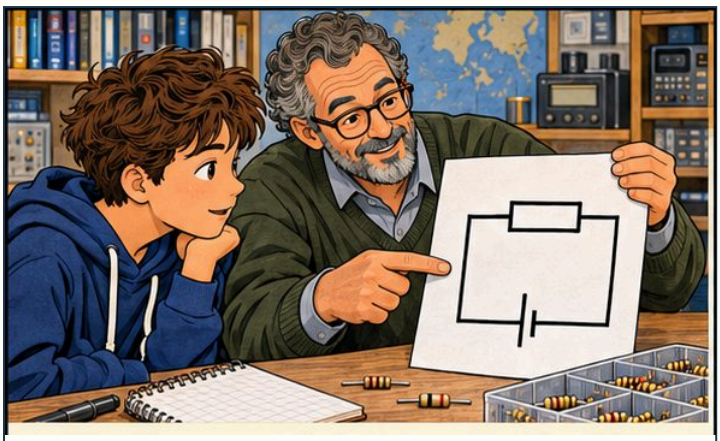


La puissance assignée est une limite définie sous certaines conditions.



« Plus de watts ne signifie pas plus d'ohms », conclut Lucas.

Un exemple qui chauffe



Ils calculent sur papier : 12 V aux bornes de 1 kΩ donnent 12 mA.



La puissance vaut 12^2 / 1 000 = 0,144 W.



Une pièce de 0,25 W peut convenir si ses conditions d'emploi le permettent.



Ils gardent une marge et vérifient aussi la température ambiante.

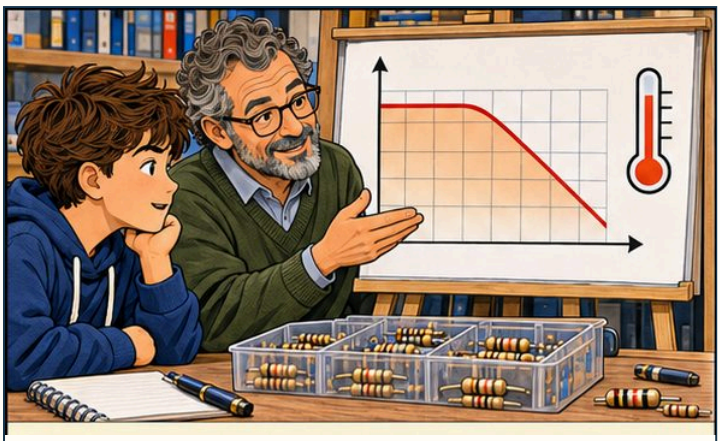


Un boîtier fermé ou une source voisine de chaleur peut changer ce choix.



Aucun essai de chauffe n'est nécessaire pour comprendre le calcul.

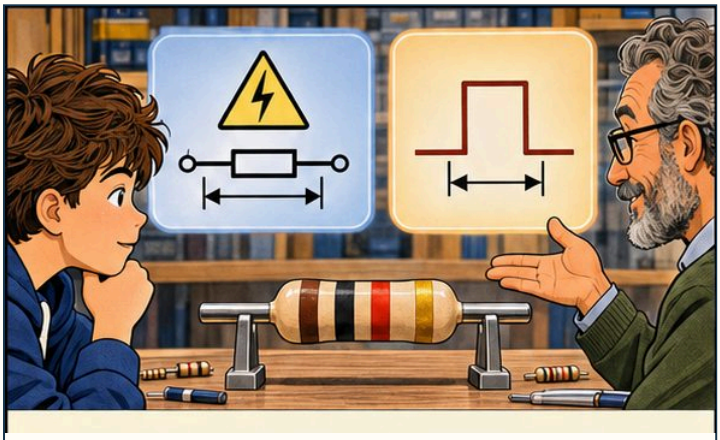
Une limite n'est pas une cible



La courbe de déclassement réduit parfois la puissance admise quand il fait chaud.



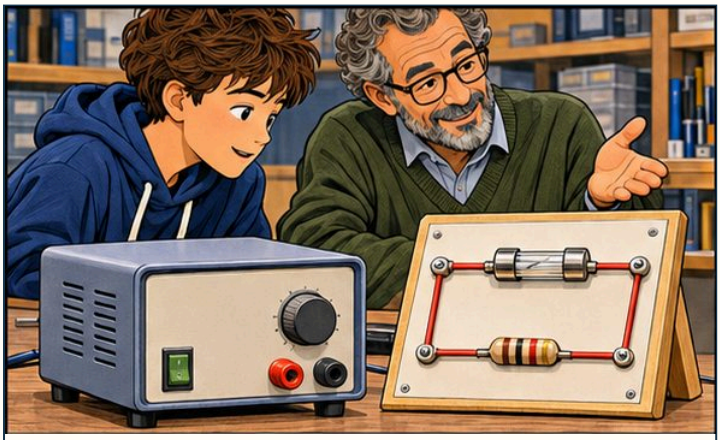
Henri montre cette courbe dans la fiche du modèle choisi.



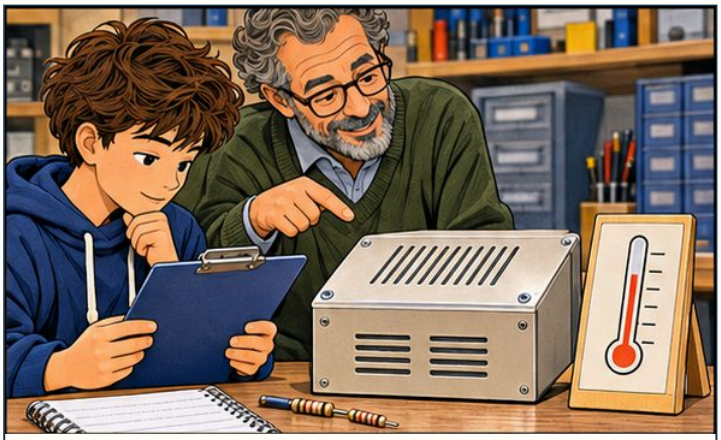
Ils vérifient également tension de service et éventuelles impulsions.



Une résistance prévue pour dissiper ne remplace pas un fusible.

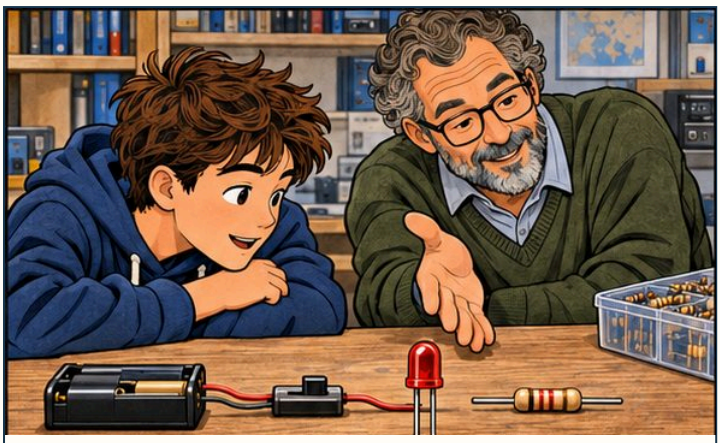


Leur petit panneau garde la protection prévue par son concepteur.

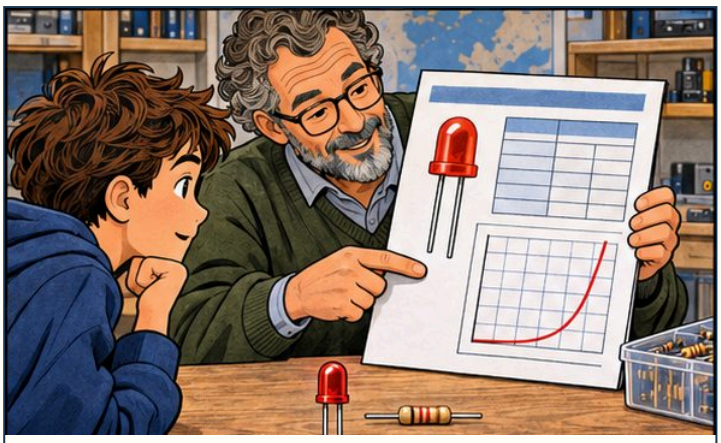


Lucas choisira avec une marge, puis contrôlera les conditions réelles.

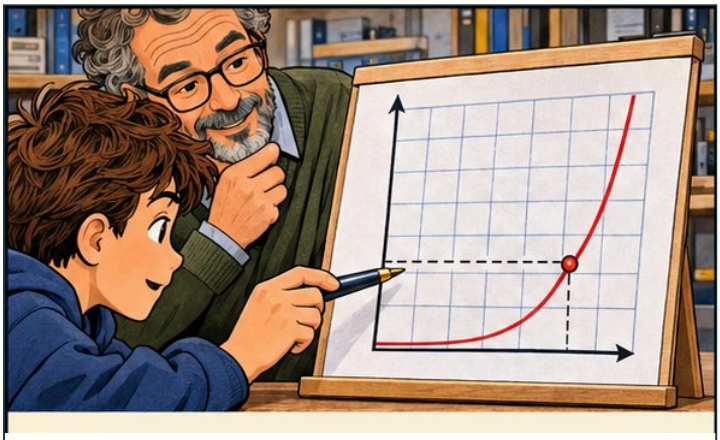
Préparer le calcul du voyant



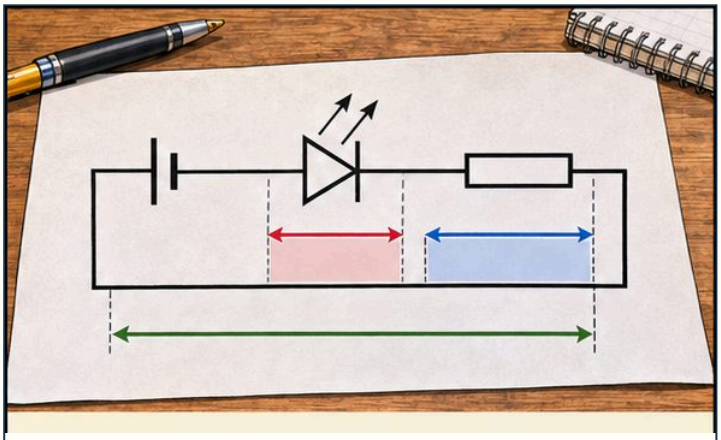
Leur exemple utilise une alimentation de 5 V et une LED rouge.



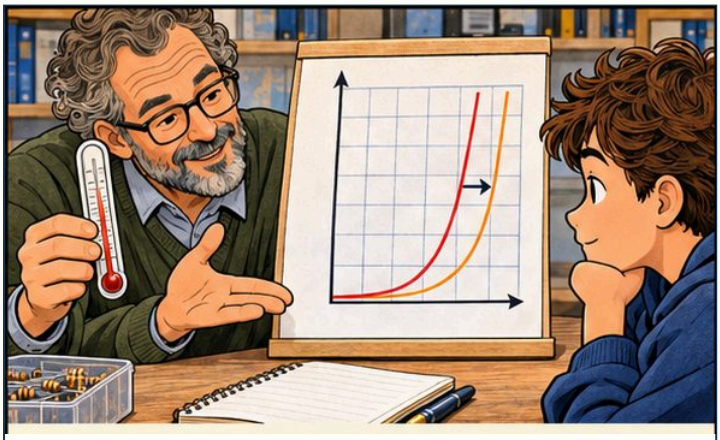
La fiche de cette LED permet de retenir environ 2 V au courant étudié.



Ils visent 10 mA, dans les limites de ce modèle.



La résistance en série reçoit alors environ 5 − 2 = 3 V.

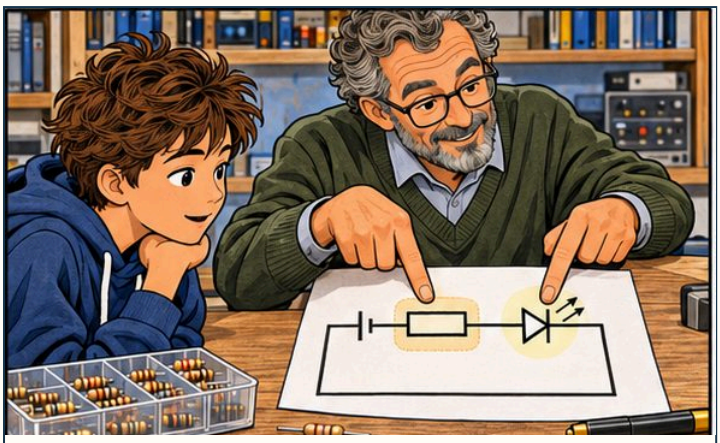


La tension directe d'une LED dépend du courant et de la température.

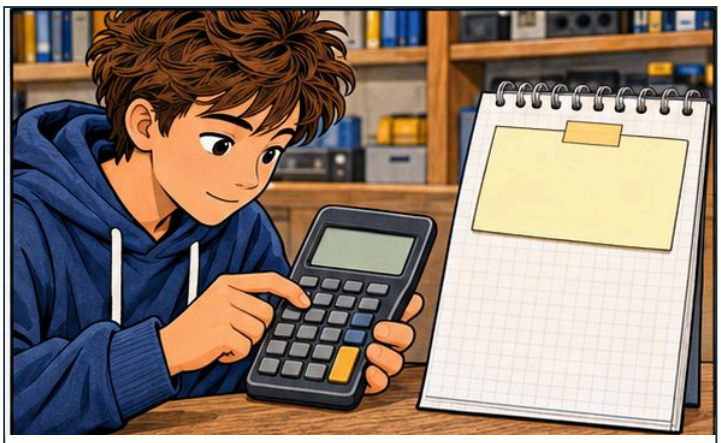


Ces hypothèses servent au calcul ; elles ne valent pas pour toutes les LED.

La valeur théorique



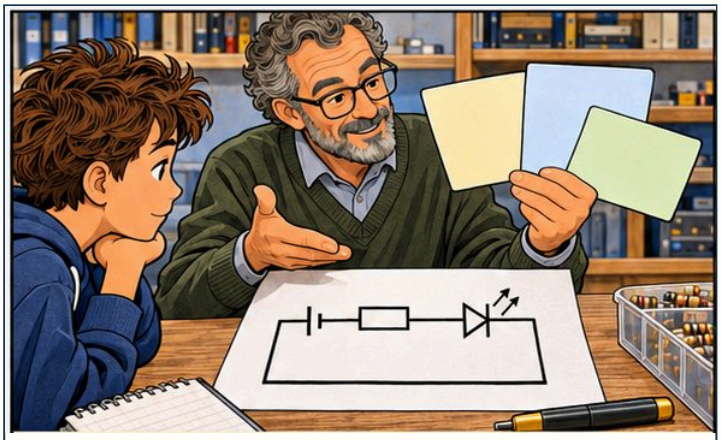
Pour la résistance série : R = (Ualimentation – ULED) / I.



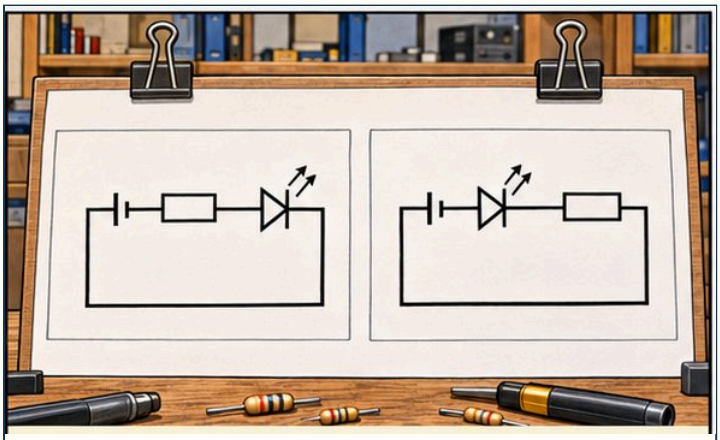
Lucas convertit : 10 mA = 0,010 A.



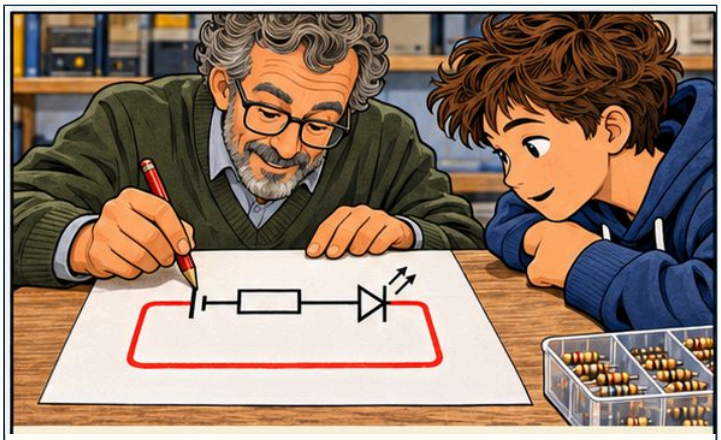
Il calcule R = (5 – 2) / 0,010 = 300 Ω.



Cette valeur suppose les tensions de l'exemple et le courant visé.



La résistance peut se placer avant ou après la LED dans cette même boucle série.

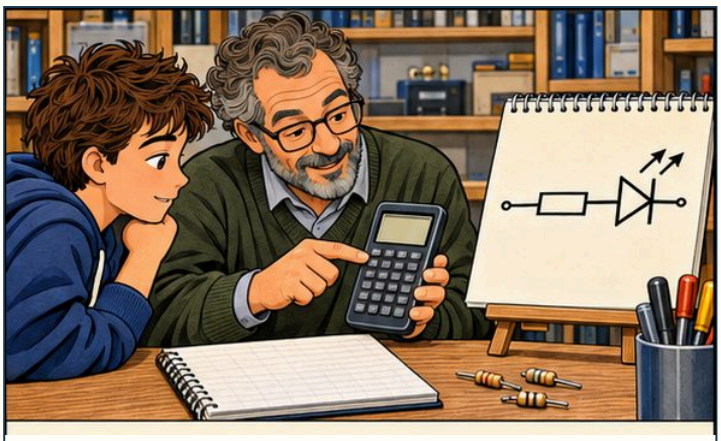


Henri vérifie le schéma, surtout l'absence de chemin qui contournerait la résistance.

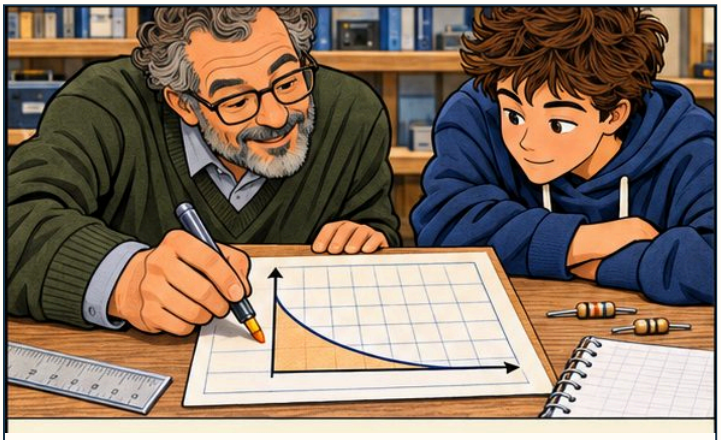
Du calcul au tiroir



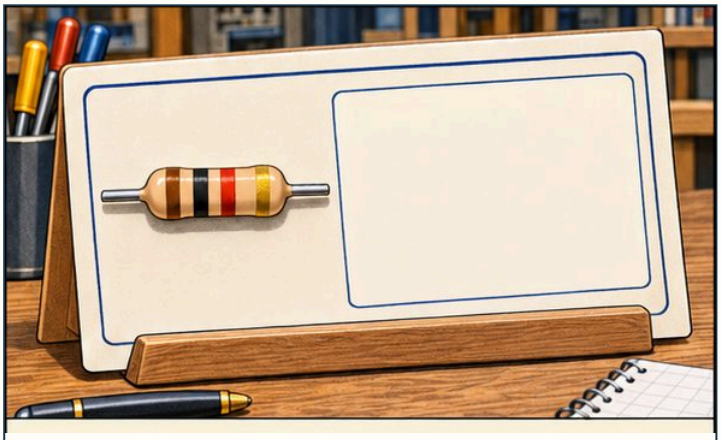
Dans leur stock, ils choisissent 330 Ω plutôt que 270 Ω.



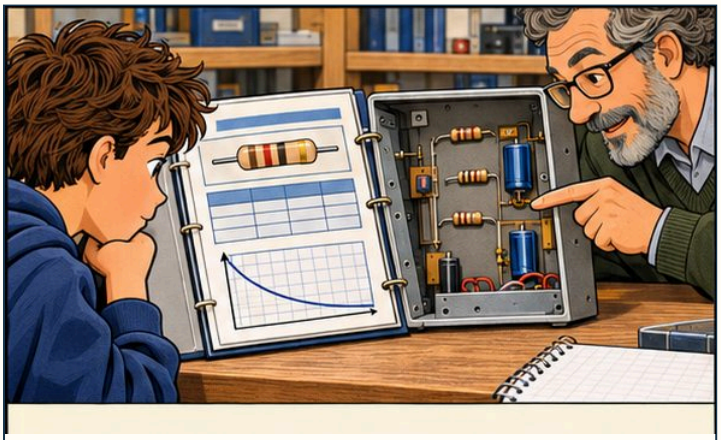
Avec les mêmes hypothèses, I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



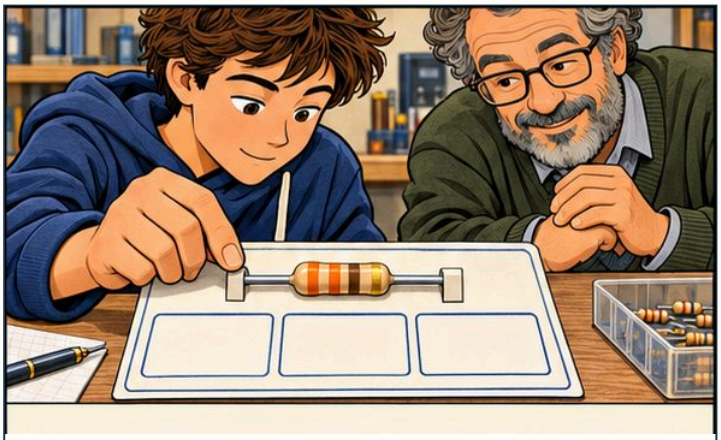
La puissance de la résistance vaut environ 3^2 / 330 ≈ 0,027 W.



Une pièce identifiée de 0,25 W offre ici une marge thermique confortable.

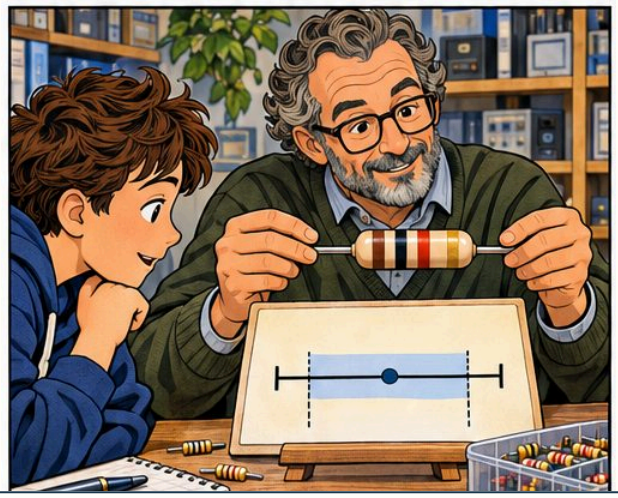


Ils vérifient pourtant sa fiche et les conditions prévues dans le panneau.

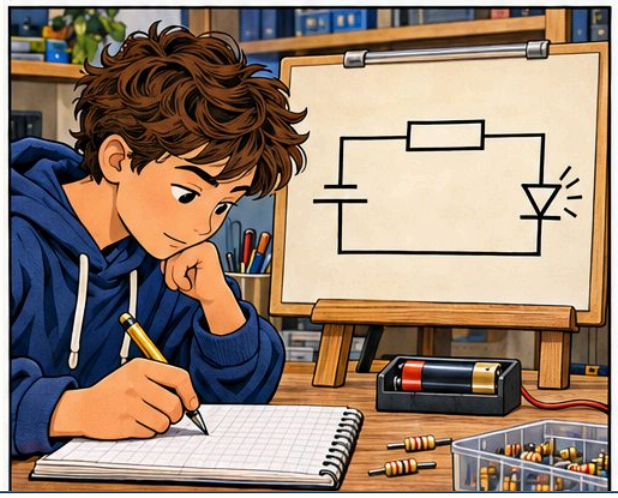


Lucas note : 330 Ω, ±5 %, 0,25 W ; les trois critères sont renseignés.

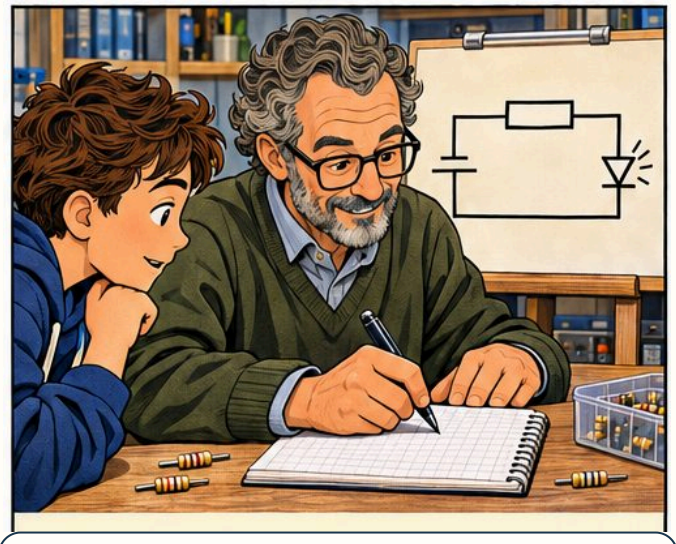
Penser aux écarts



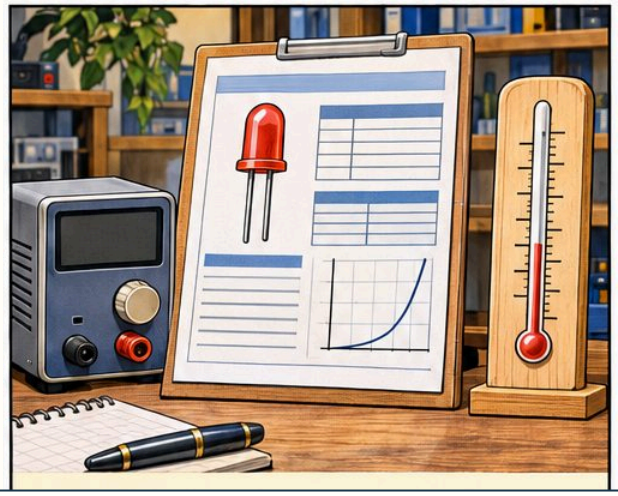
La tolérance de R fait déjà varier le courant calculé.



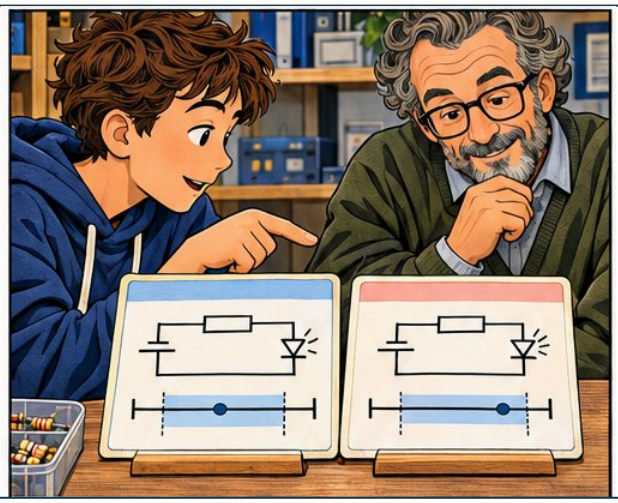
Avec 3 V sur la résistance, 313,5 Ω donnent environ 9,57 mA.



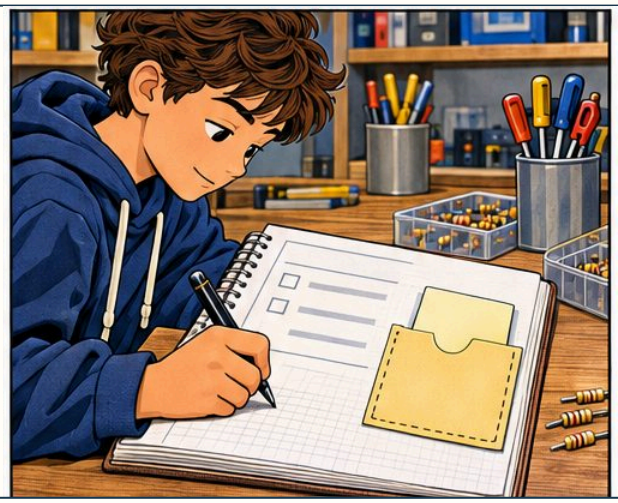
Avec 346,5 Ω, on obtient environ 8,66 mA.



L'alimentation et la tension de la LED ont aussi leurs variations.



Pour un montage réel, on vérifie le cas défavorable avec les fiches.



« Une approximation utile garde ses hypothèses », retient Lucas.

Le bon moment pour l'ohmmètre



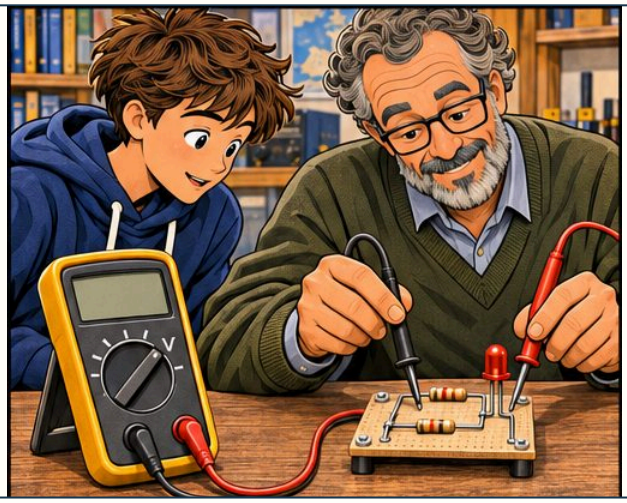
L'ohmmètre injecte un petit signal pour déterminer une résistance.



Il ne s'utilise pas sur un circuit alimenté.



Henri coupe, débranche et applique la procédure de décharge du panneau.



Il vérifie ensuite l'absence de tension avec le réglage adapté.



Ce n'est qu'après ces contrôles qu'ils passent en mesure de résistance.



Lucas ajoute cet ordre précis à sa fiche de diagnostic.

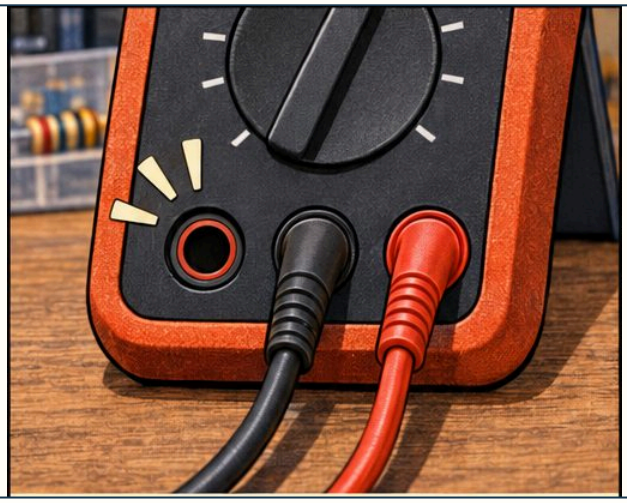
Préparer les pointes



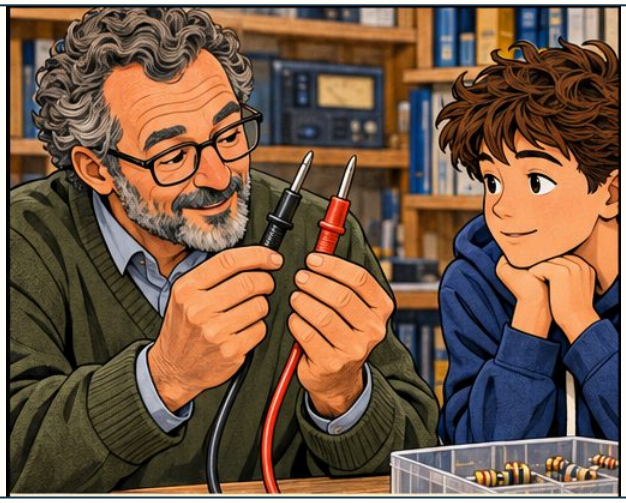
Ils suivent la notice du multimètre pour les bornes et le calibre.



La fiche noire va sur COM ; la rouge sur l'entrée prévue pour les ohms.



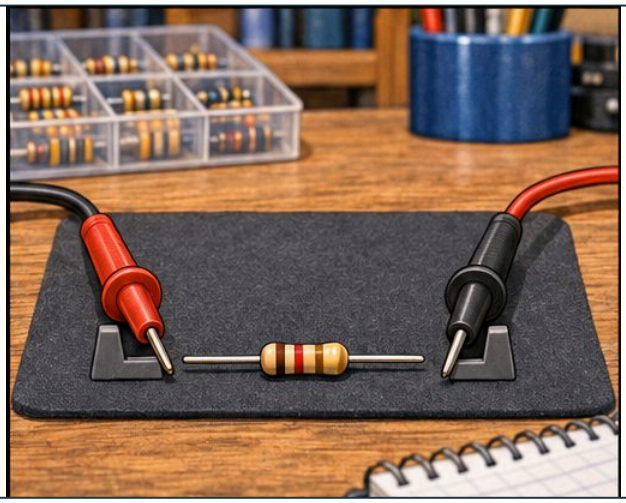
L'entrée de courant n'est pas utilisée pour cette mesure.



Ils contrôlent l'état des cordons et le contact des pointes.

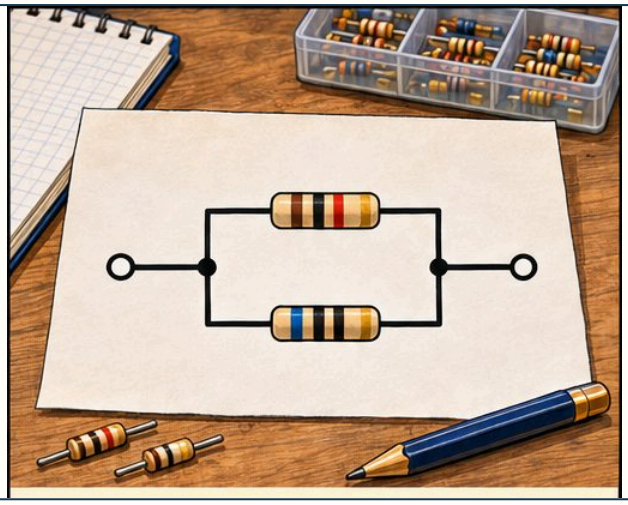


Doigts et mauvais contacts peuvent fausser la lecture, surtout à grande résistance.

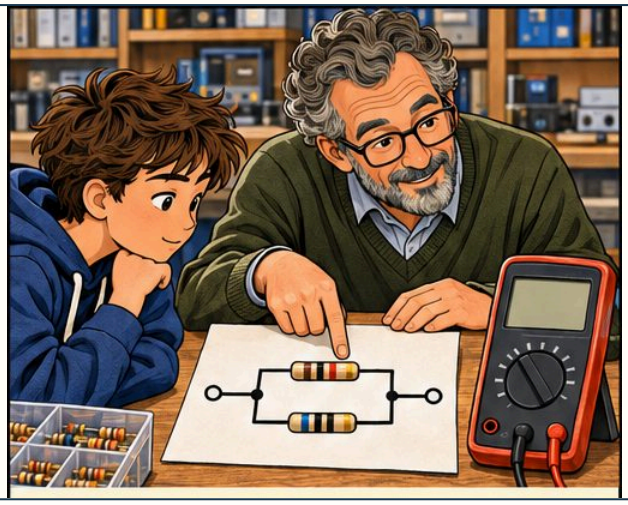


Lucas pose le composant sur une surface isolante et garde les mains à l'écart.

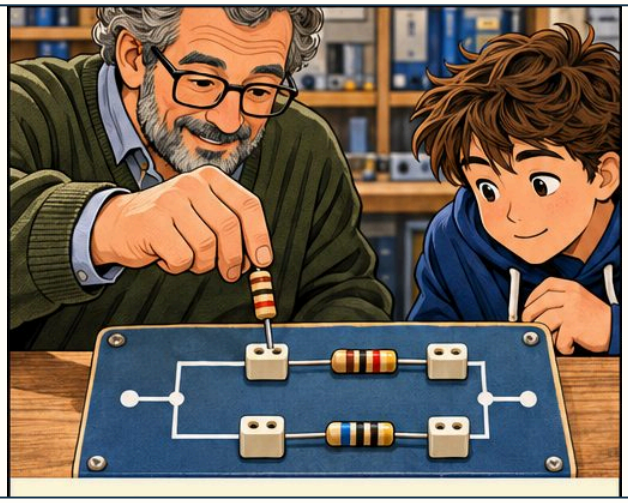
Éviter les chemins cachés



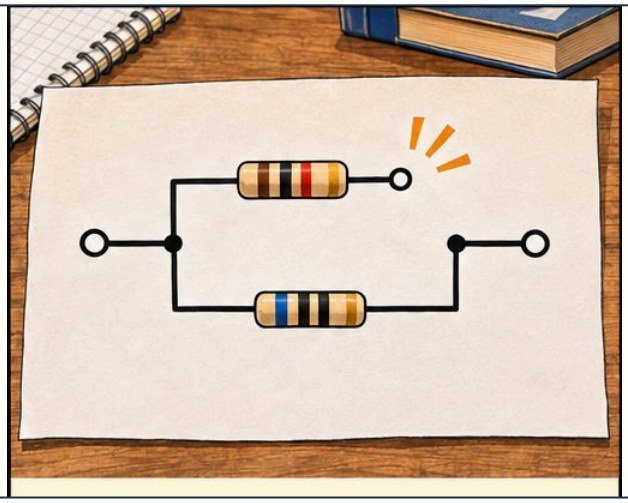
Dans un circuit, d'autres composants peuvent offrir des chemins en parallèle.



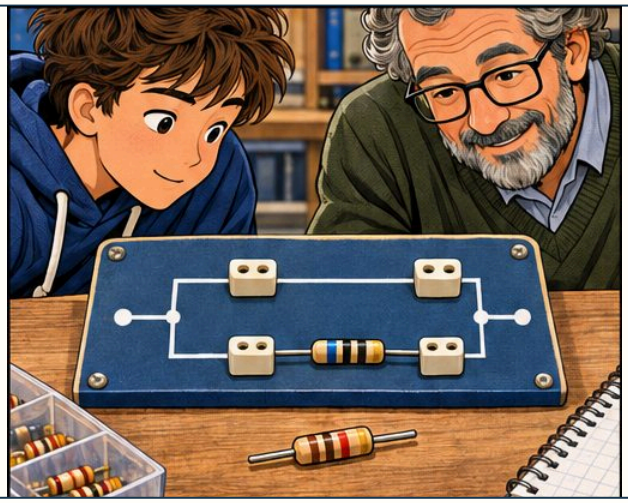
La lecture n'est alors pas forcément la valeur de la seule résistance.



Pour leur panneau enfichable hors tension, ils retirent la pièce de son support.



Sur d'autres montages, isoler une borne peut être nécessaire.



Ils ne dessoudent rien dans cet atelier : le support permet la séparation.

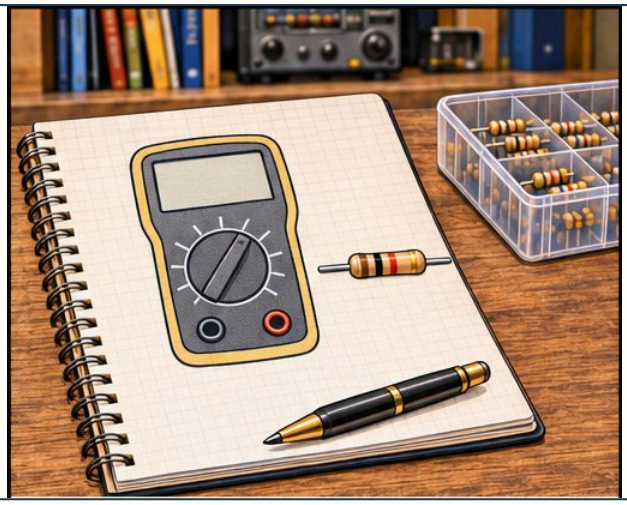


La résistance déposée peut maintenant être mesurée seule.

Lire sans surinterpréter



Ils s'exercent d'abord avec une résistance connue de 1 kΩ à ±5 %.



Le carnet illustre une lecture possible : 0,998 kΩ, soit 998 Ω.



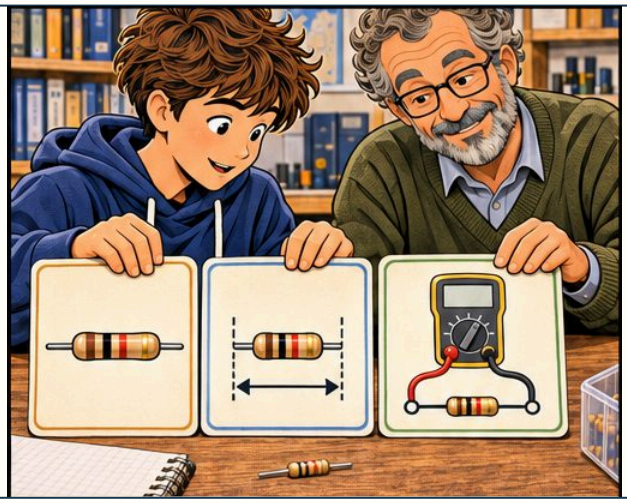
Cette valeur reste dans l'intervalle nominal de 950 Ω à 1 050 Ω.



La précision du multimètre et la qualité des contacts limitent la conclusion.



Le bip de continuité ne remplace pas une mesure chiffrée de résistance.

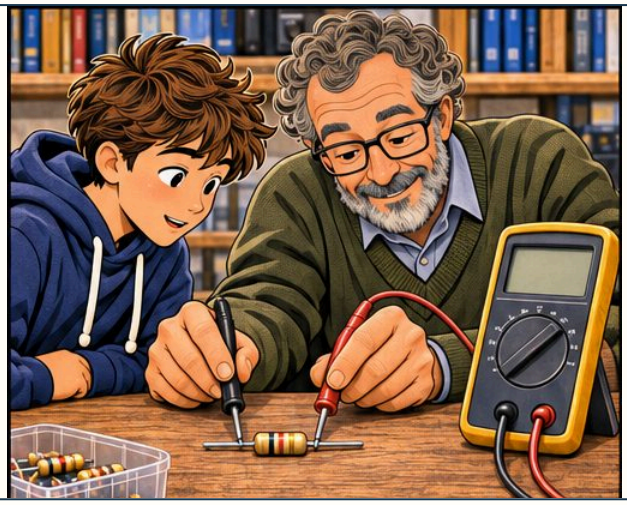


Lucas compare toujours unité, plage attendue et conditions de mesure.

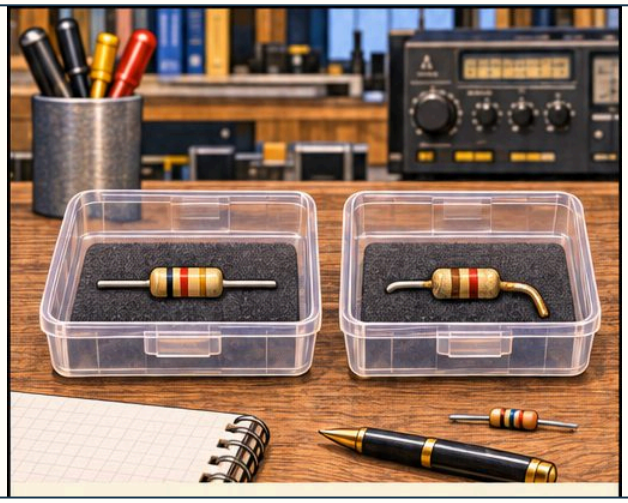
Une piste, pas encore un verdict



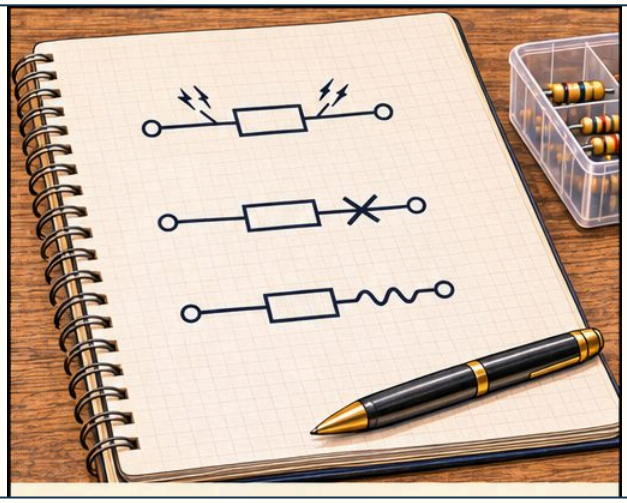
La pièce retirée du voyant présente un contact de patte abîmé.



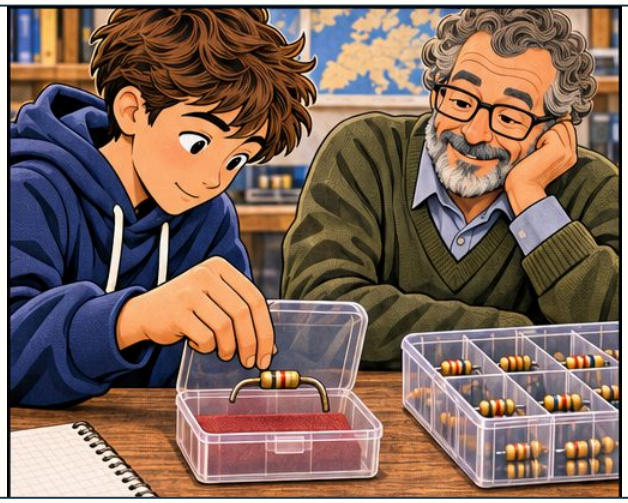
La lecture reste instable ; Henri refait les contacts de mesure.



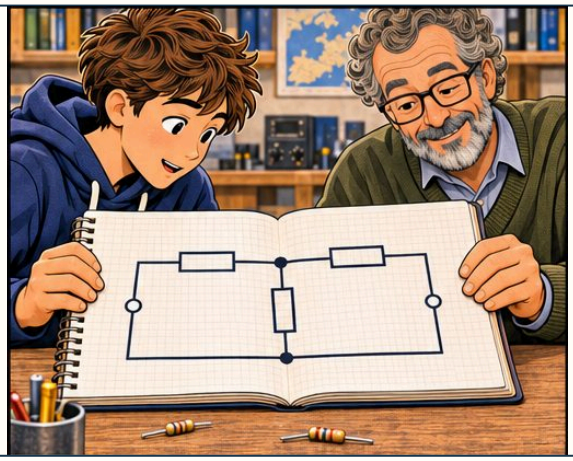
Ils comparent ce comportement à celui de la pièce connue.



Une lecture hors plage peut venir du composant, des cordons ou du contact.



Ils mettent la pièce suspecte de côté, sans prétendre avoir identifié toute la panne.



Le schéma doit encore leur apprendre comment les résistances travaillent ensemble.

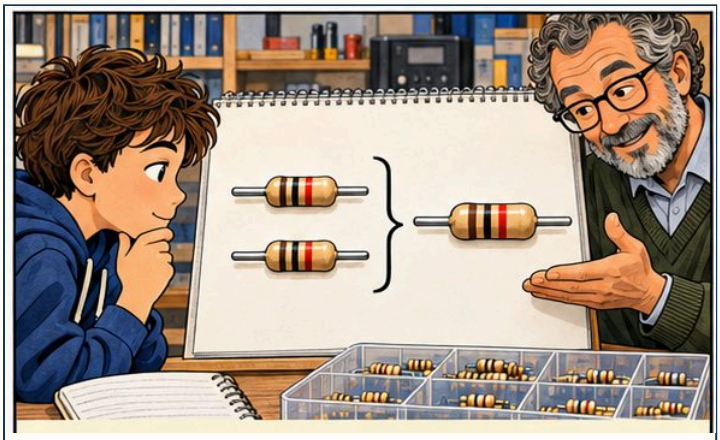
Sur un seul chemin



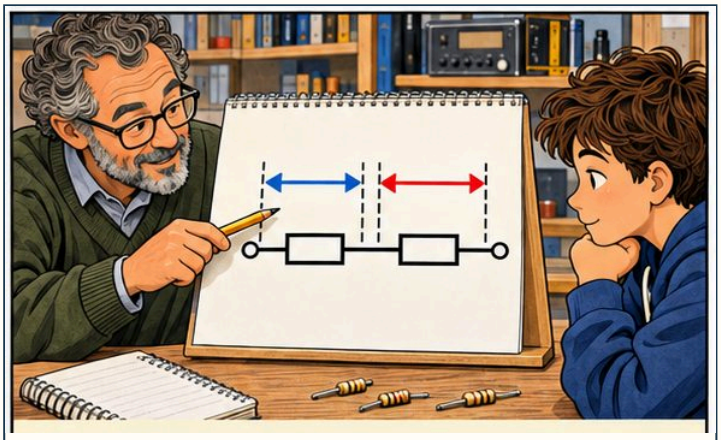
Deux résistances sont en série si le même courant les traverse, sans dérivation.



Leur résistance équivalente vaut R = R1 + R2.



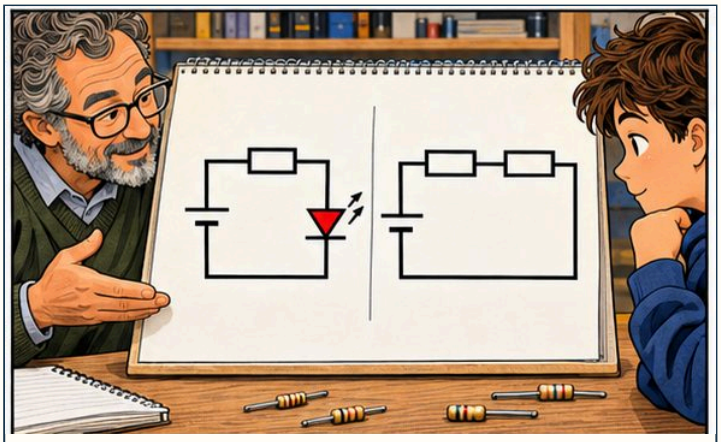
Deux résistances de 1 kΩ en série donnent 2 kΩ.



La tension totale se partage entre elles selon leurs valeurs.

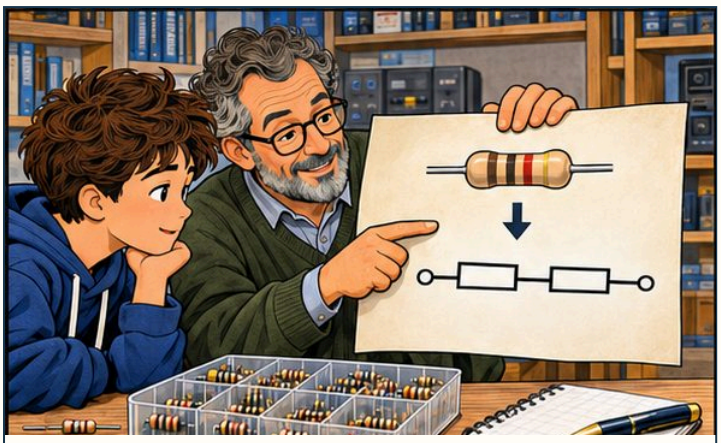


Chaque composant doit supporter sa propre tension et sa propre puissance.

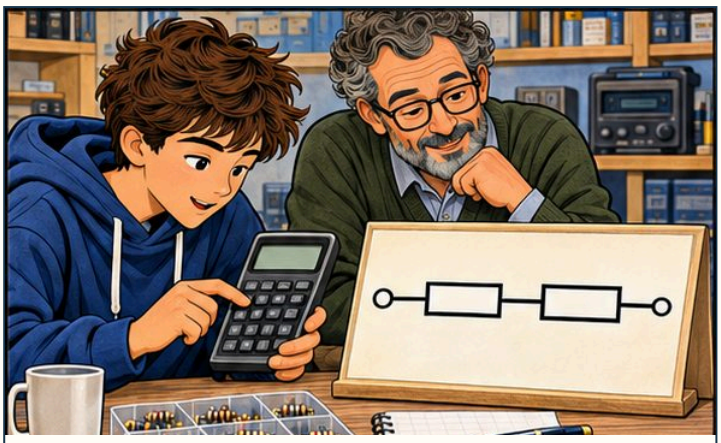


Lucas trace un seul trajet, puis retrouve la résistance série de la LED.

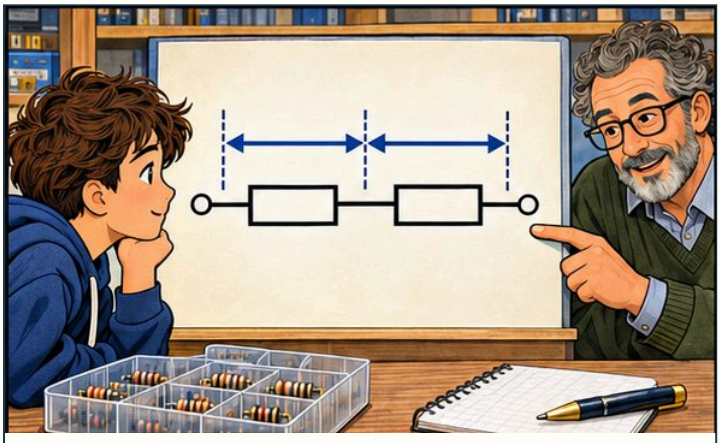
Partager en série



Sur papier, 5 V alimentent deux résistances identiques de 1 kΩ en série.



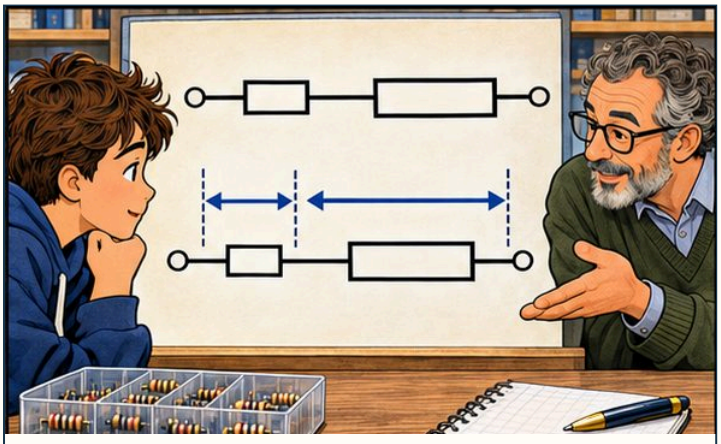
Le courant vaut 5 / 2 000 = 0,0025 A, soit 2,5 mA.



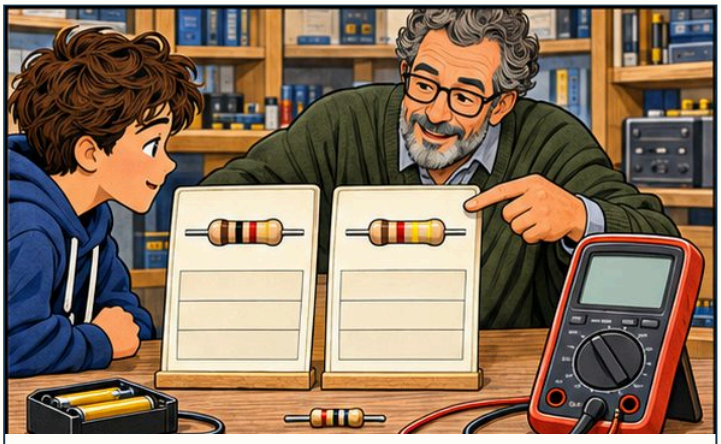
Chaque résistance reçoit 2,5 V dans ce modèle idéal.



Chacune dissipe 2,5 × 0,0025 = 0,00625 W.

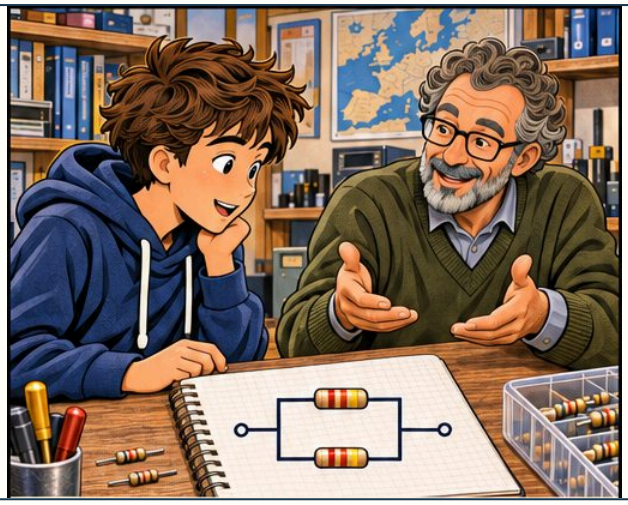


Des valeurs différentes partageraient autrement la tension et la puissance.

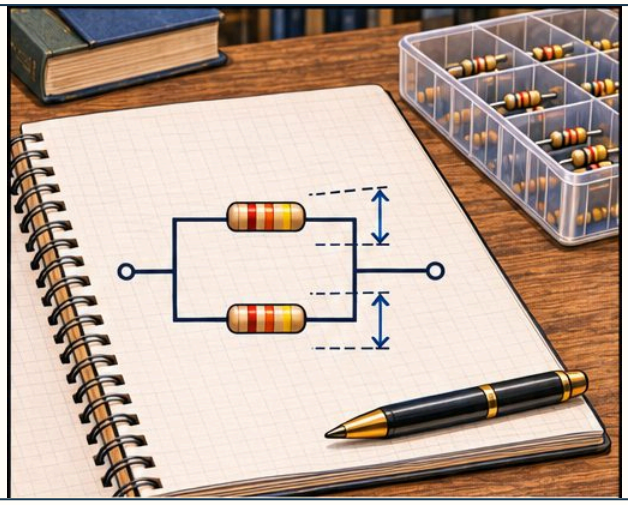


Henri insiste : additionner les watts des boîtiers ne suffit pas pour choisir.

Deux chemins entre deux bornes



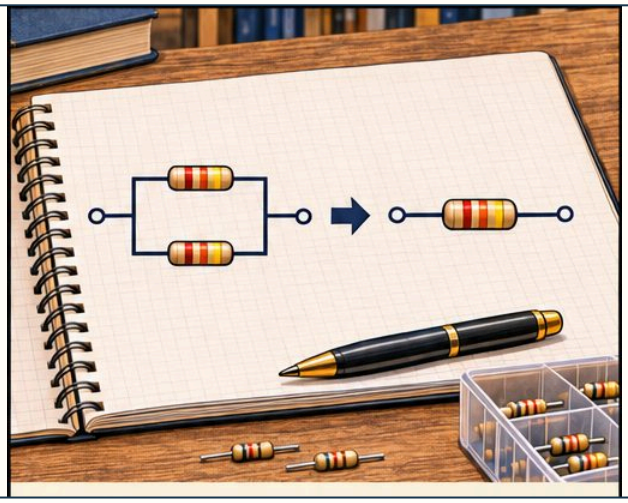
En parallèle, les résistances sont reliées aux mêmes deux nœuds.



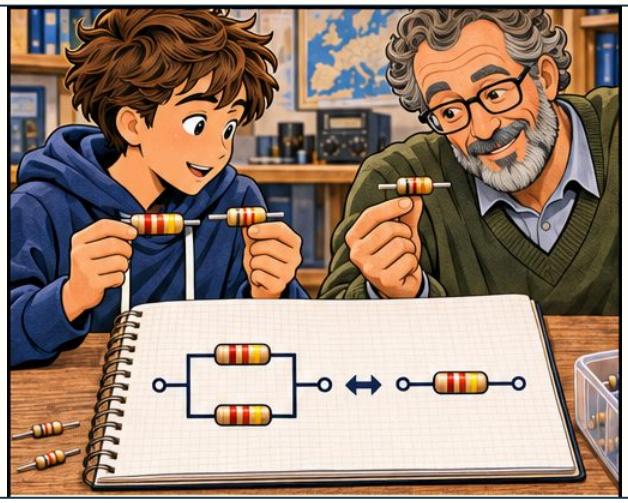
Elles ont donc la même tension à leurs bornes.



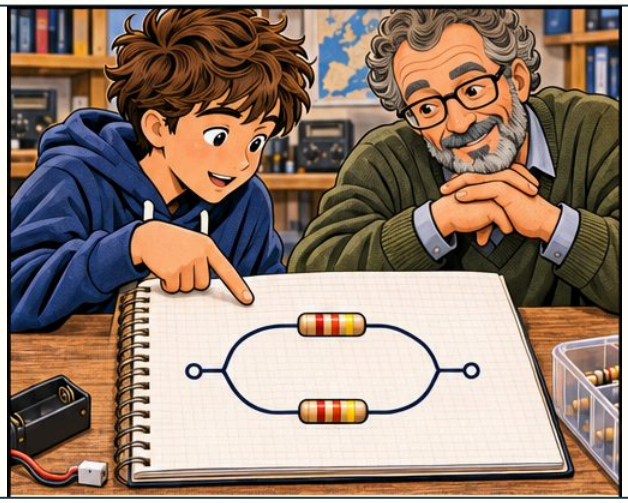
Pour deux branches : 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Deux résistances de 1 kΩ en parallèle donnent 500 Ω.

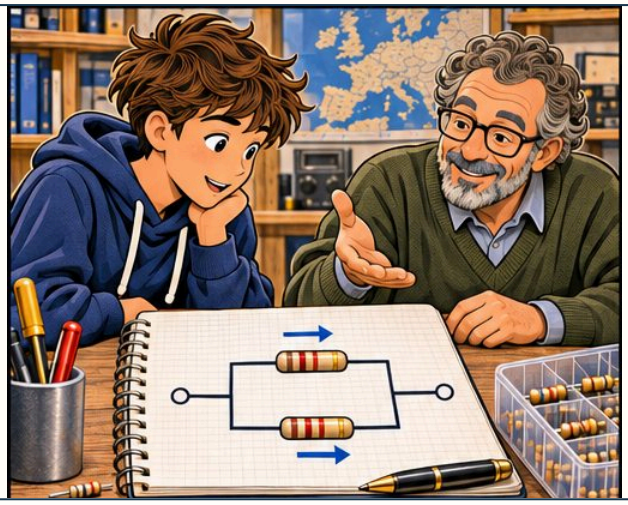


L'équivalent est inférieur à la plus petite résistance positive de ces branches.

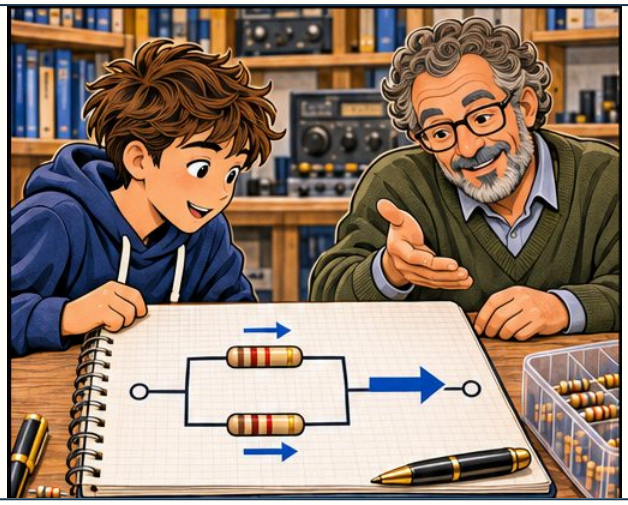


Lucas vérifie les nœuds ; la position sur le dessin ne suffit pas.

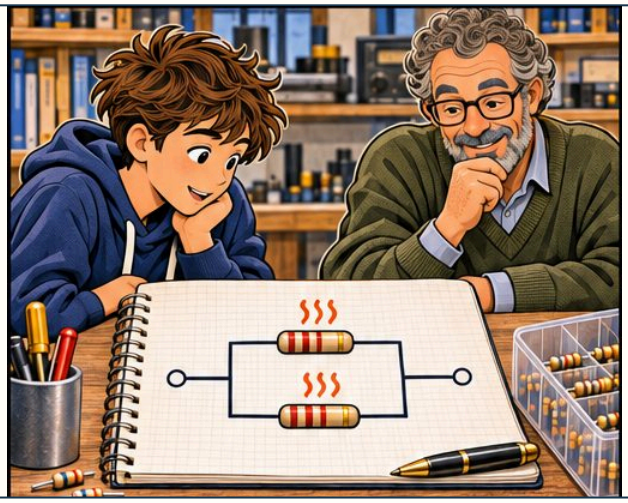
Le courant choisit ses branches



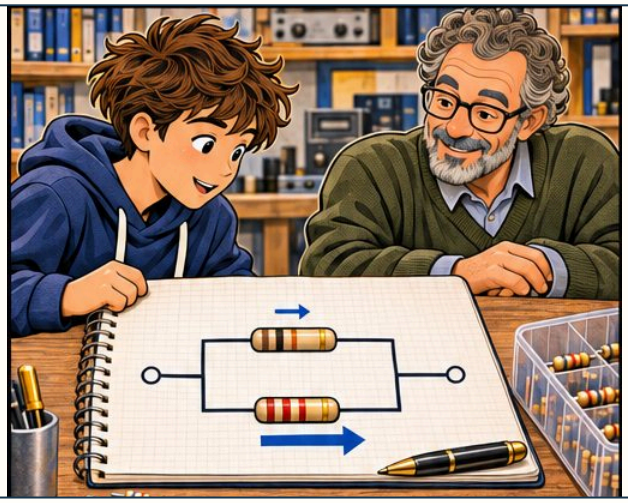
Avec 5 V sur chaque résistance de 1 kΩ, chaque branche prend 5 mA.



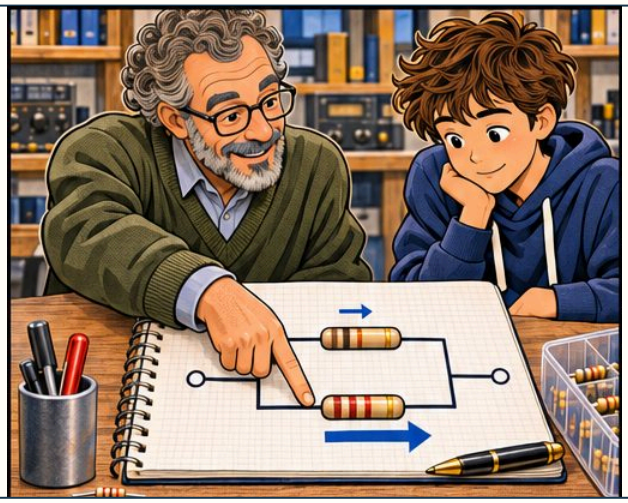
La source fournit leur somme : 10 mA dans cet exemple idéal.



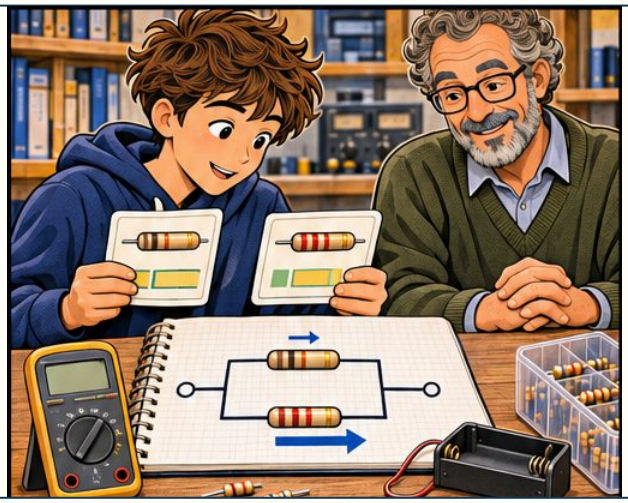
Chaque résistance dissipe 5^2 / 1 000 = 0,025 W.



Avec des valeurs différentes, les courants ne sont plus égaux.

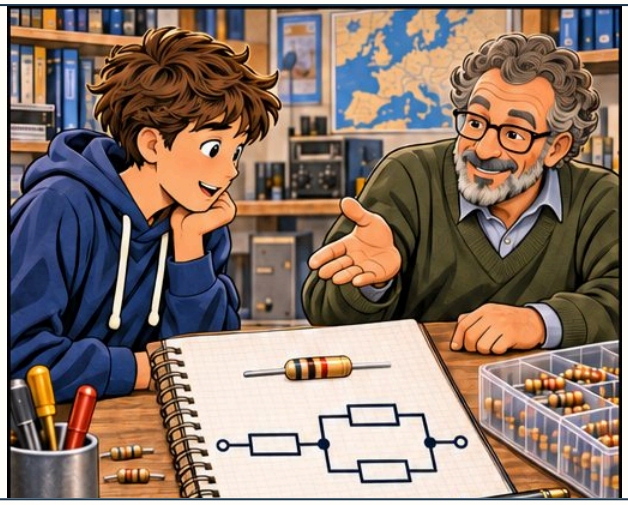


La branche de plus faible résistance prend davantage de courant à tension égale.



Lucas comprend pourquoi deux résistances parallèles demandent deux vérifications.

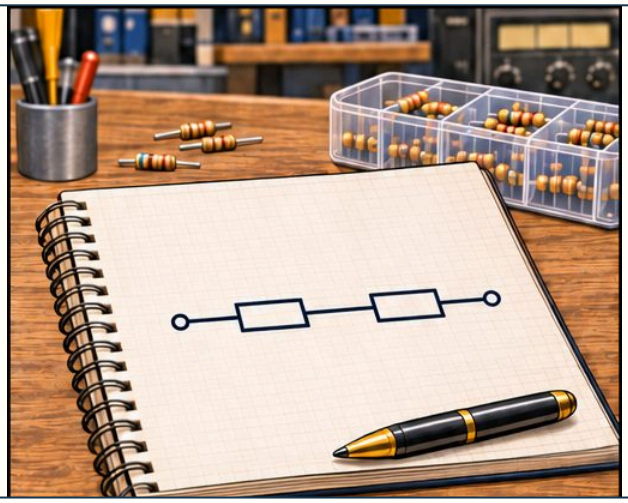
Réduire sans se perdre



Henri dessine 1 kΩ en série avec deux résistances de 1 kΩ en parallèle.



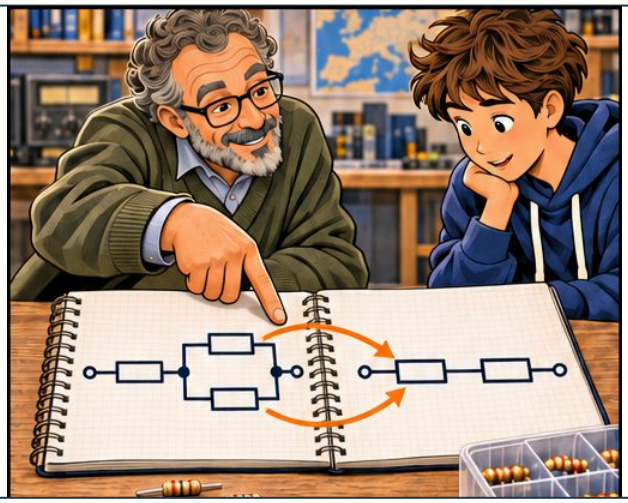
Lucas remplace d'abord la paire parallèle par 500 Ω.



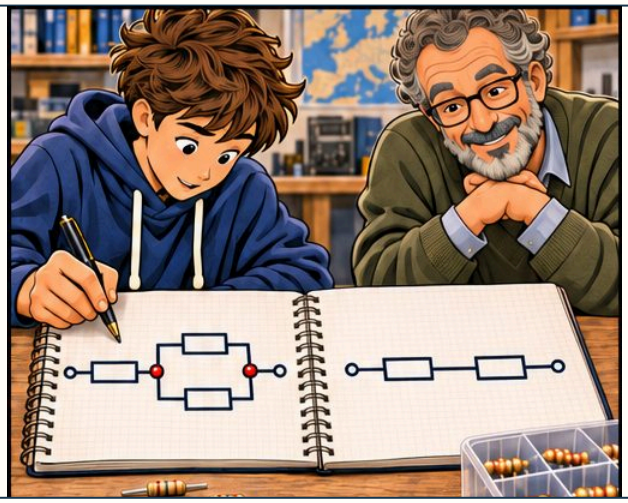
Il ajoute ensuite la résistance série : 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Il conserve le dessin d'origine pour retrouver les courants de chaque pièce.



Une résistance équivalente décrit les bornes, sans effacer les contraintes internes.



La méthode lui évite de choisir une formule seulement à l'allure du schéma.

Fabriquer une tension intermédiaire



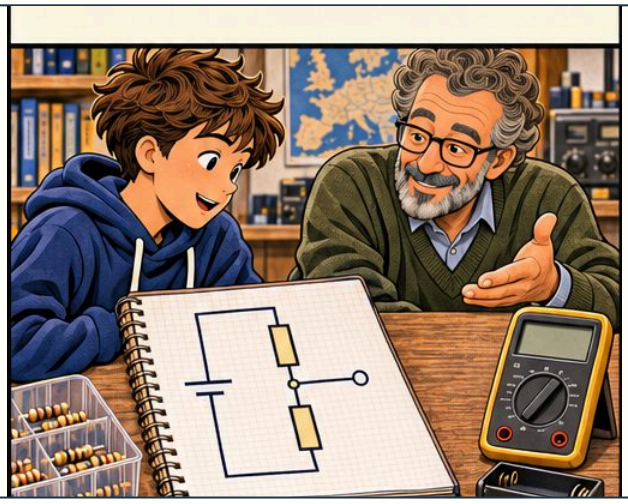
Deux résistances en série peuvent former un diviseur de tension.



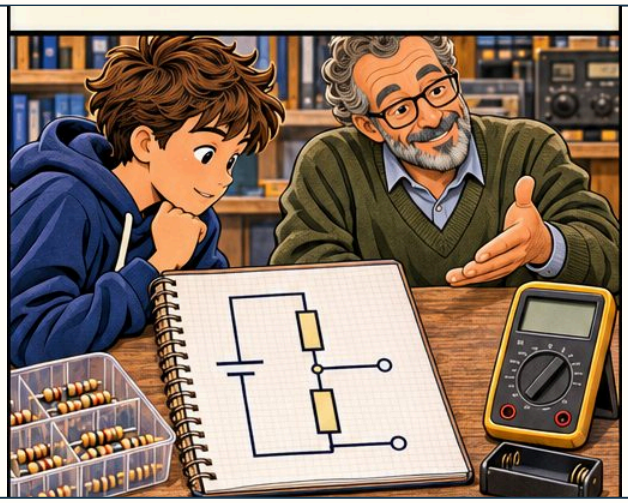
Sans charge : Usortie = Uentrée × R2 / (R1 + R2).



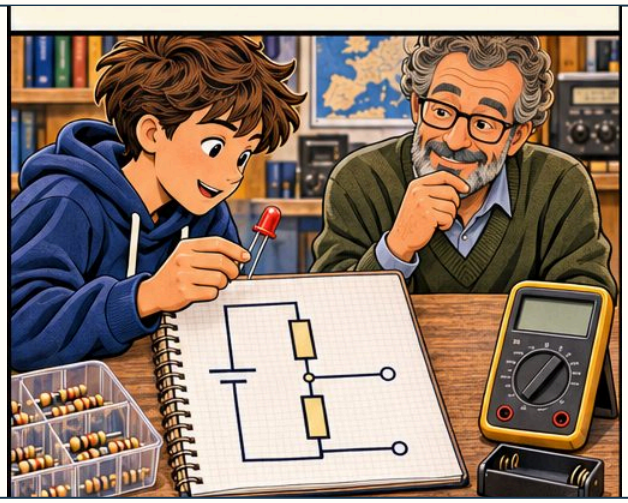
La sortie se prend aux bornes de R2, du point milieu à la référence.



Avec 5 V et deux résistances de 1 kΩ, elle vaut idéalement 2,5 V.

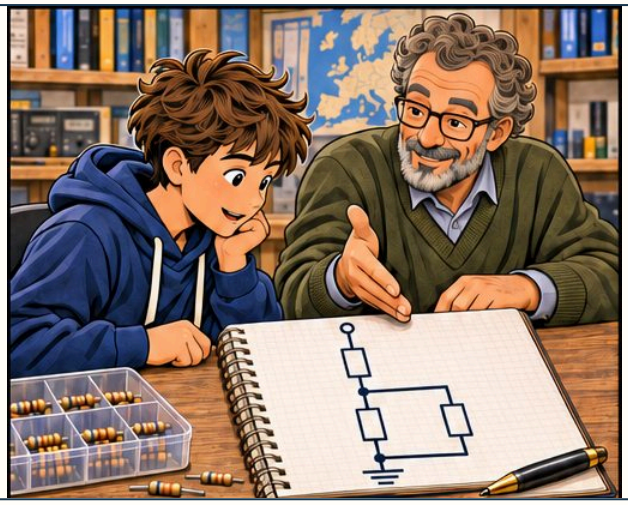


Ce résultat suppose que la sortie ne prélève pratiquement aucun courant.

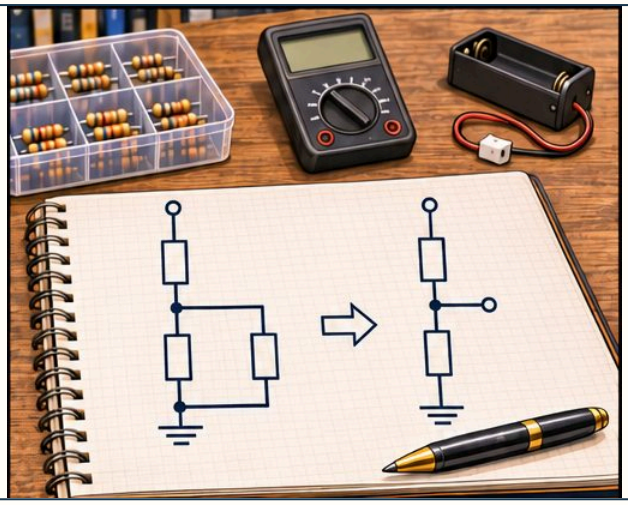


Lucas veut y brancher la LED ; Henri lui montre ce qui changerait.

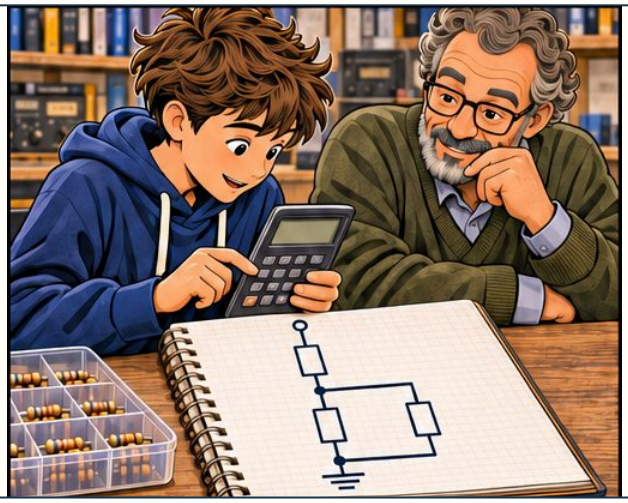
Quand la sortie est chargée



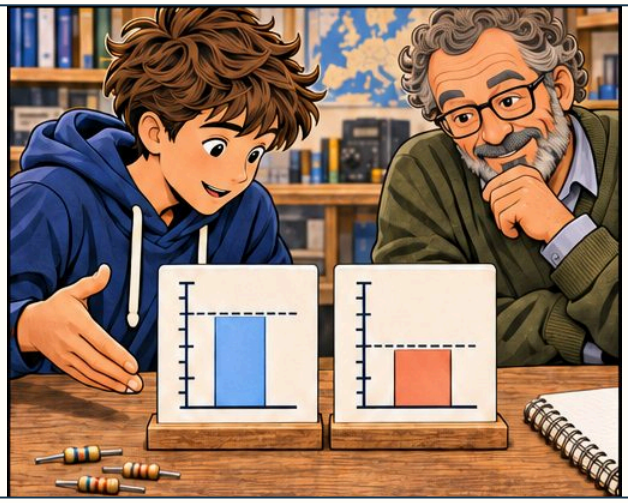
Une charge branchée en sortie se retrouve en parallèle avec R2.



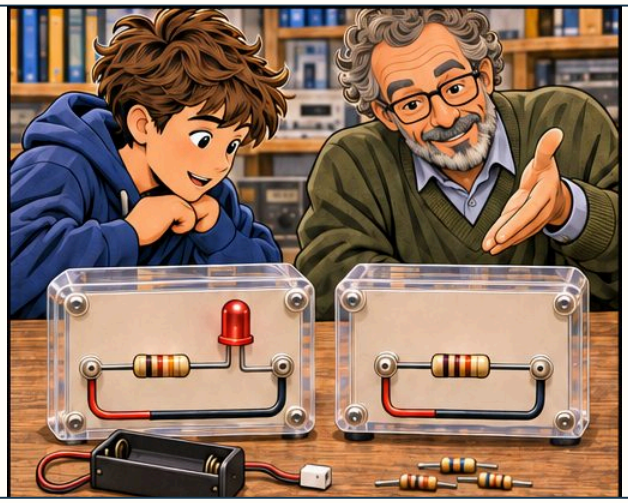
Avec une charge de 1 kΩ, R2 de 1 kΩ devient un équivalent de 500 Ω.



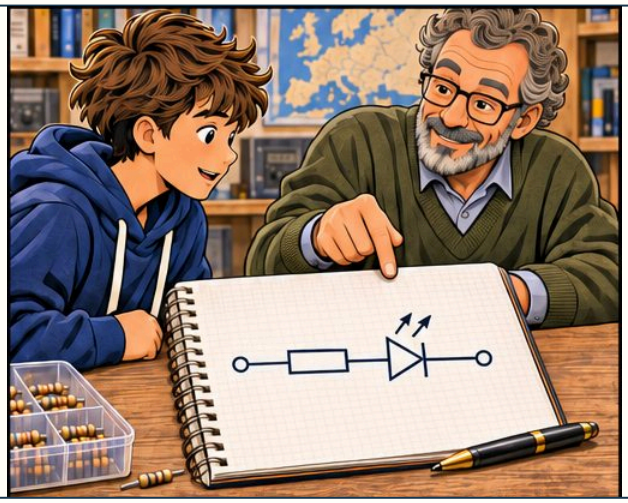
La sortie vaut alors 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Elle n'est plus de 2,5 V : la charge a modifié le diviseur.



Une LED n'étant pas une charge ohmique, ce calcul ne décrit pas son cas exact.

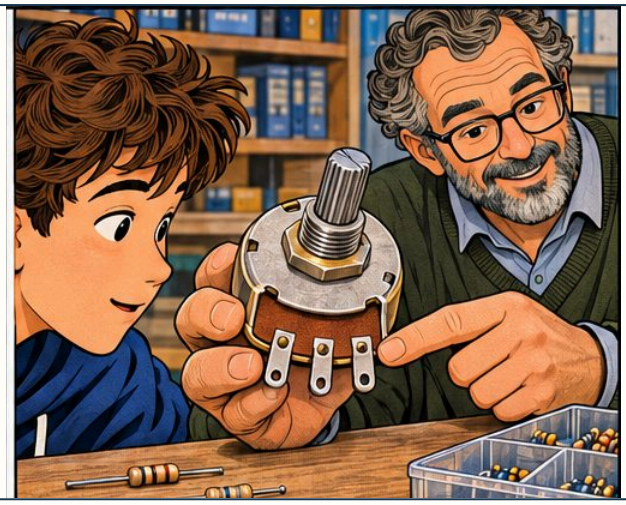


Ils gardent pour le voyant le montage série prévu, sans diviseur improvisé.

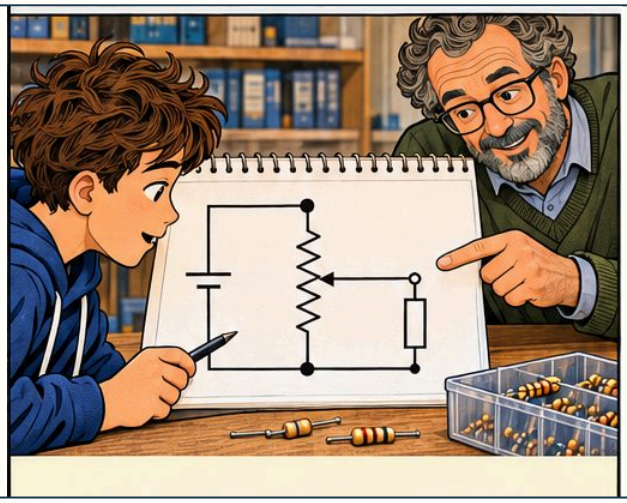
Le curseur du potentiomètre



Un potentiomètre possède une piste résistive et un curseur mobile.



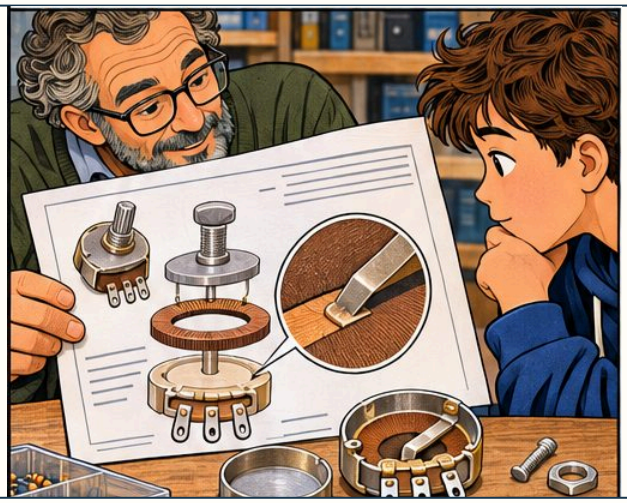
Ses trois bornes permettent de réaliser un diviseur réglable.



La charge influence aussi la tension prélevée au curseur.



Utilisé avec deux bornes, il peut servir de résistance variable selon le montage.

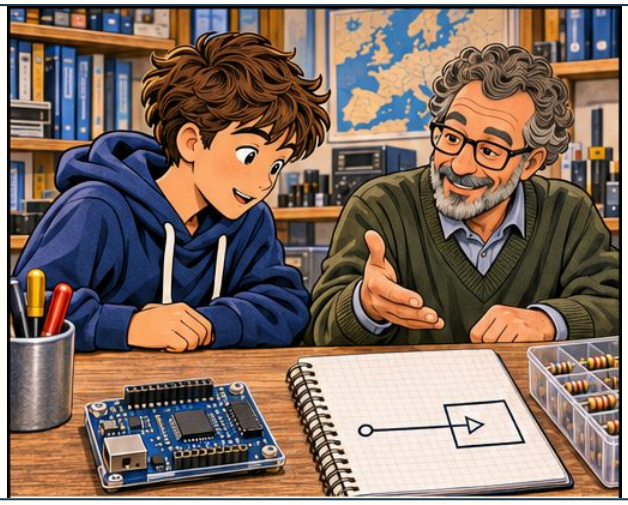


Sa puissance, le courant du curseur et le câblage doivent être vérifiés.

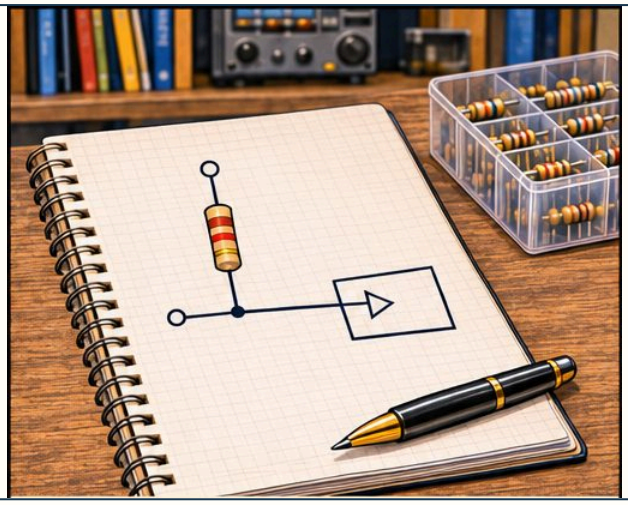


Lucas refuse de supprimer la résistance fixe de protection de leur LED.

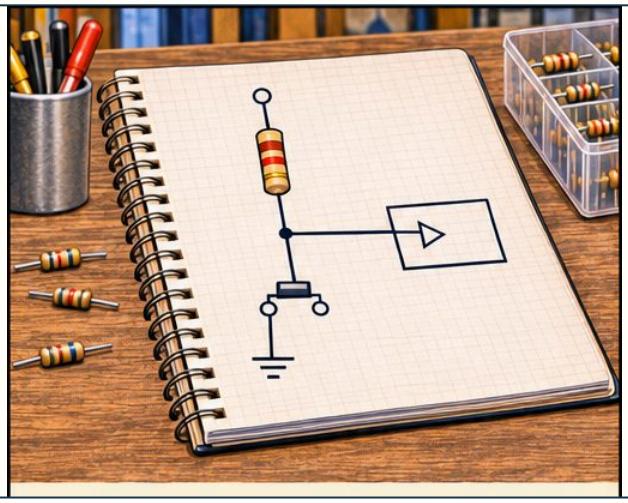
Donner un état à une entrée



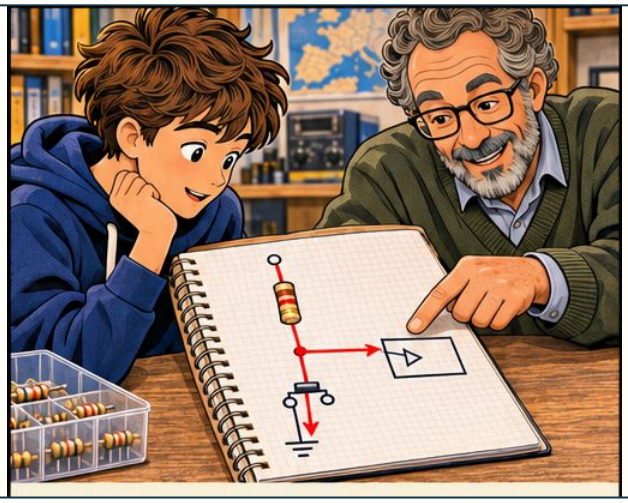
Sur une carte pédagogique, une entrée laissée flottante peut lire un état incertain.



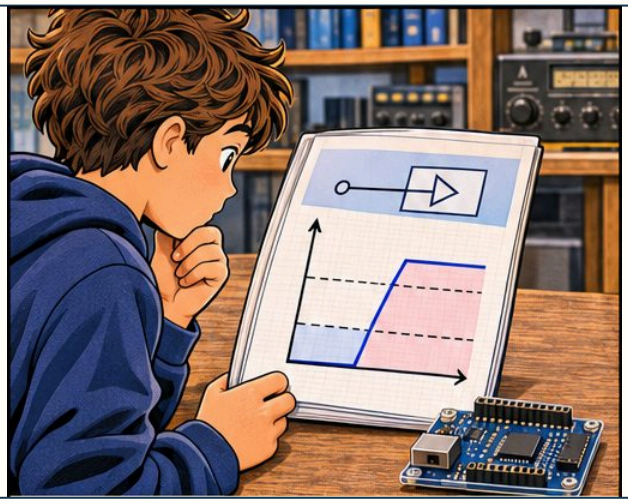
Une résistance de rappel vers l'alimentation établit un état haut au repos.



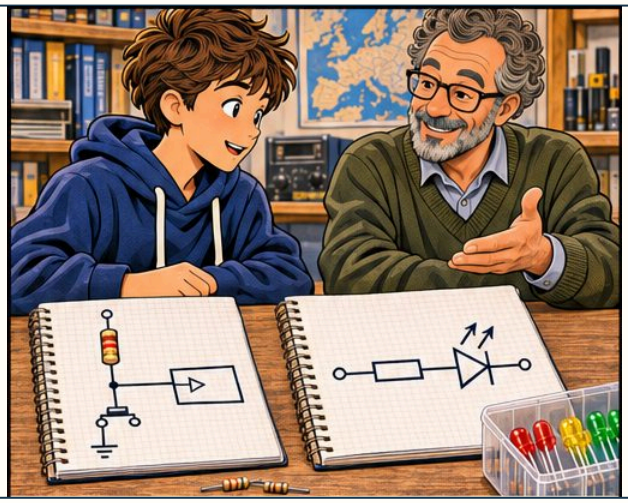
Un bouton vers la référence impose l'état bas quand il est fermé.



La résistance limite alors le courant entre alimentation et bouton.



La valeur dépend de l'entrée, de ses seuils et de la documentation.

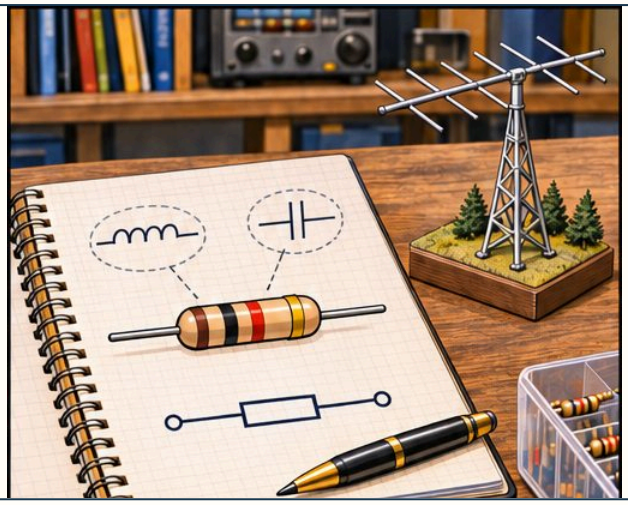


Henri montre ce rôle sur un dessin ; le voyant garde son montage simple.

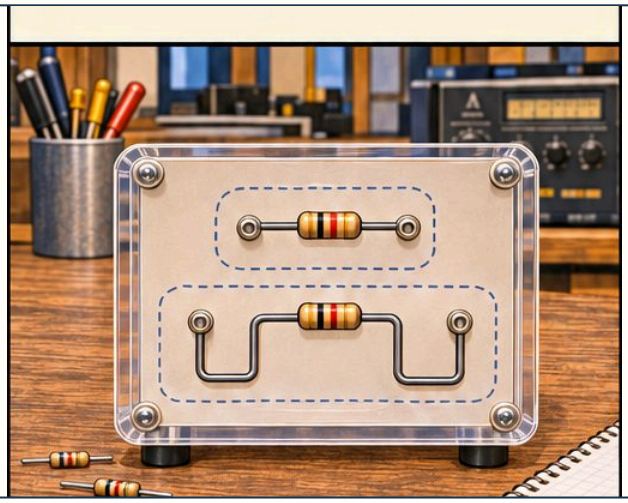
À la radio, le modèle a des limites



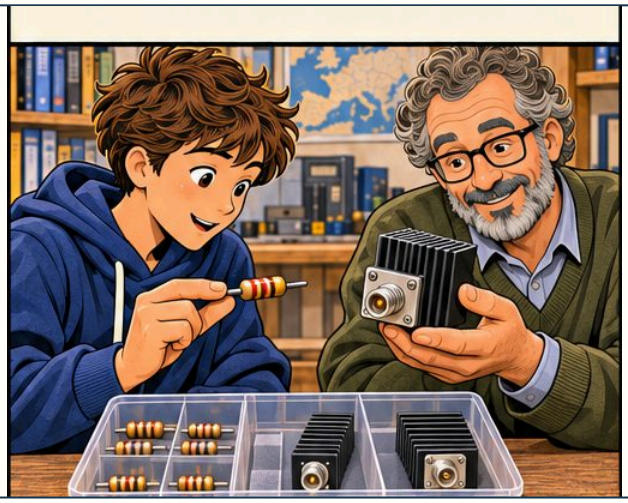
Les résistances servent aussi à polariser, atténuer ou terminer un circuit radio.



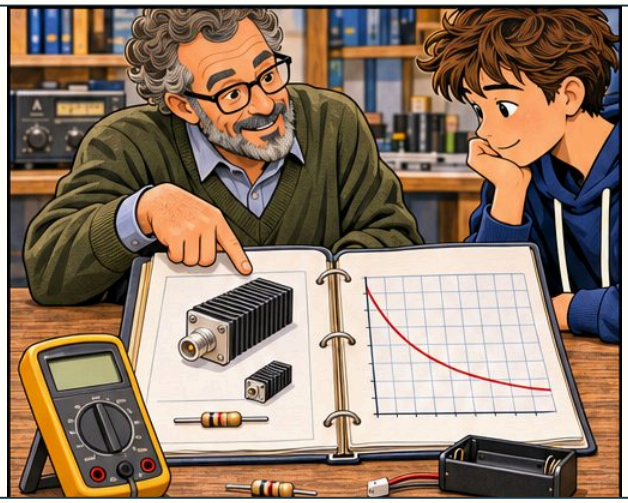
À haute fréquence, leur inductance et leur capacité parasites peuvent compter.



Les connexions et l'implantation ajoutent elles aussi des effets.



Une résistance de 50 Ω quelconque n'est pas forcément une bonne charge RF.



Bande de fréquence, puissance et construction doivent convenir à l'usage.



Lucas range les exemples RF : leur atelier n'effectue aucune émission.

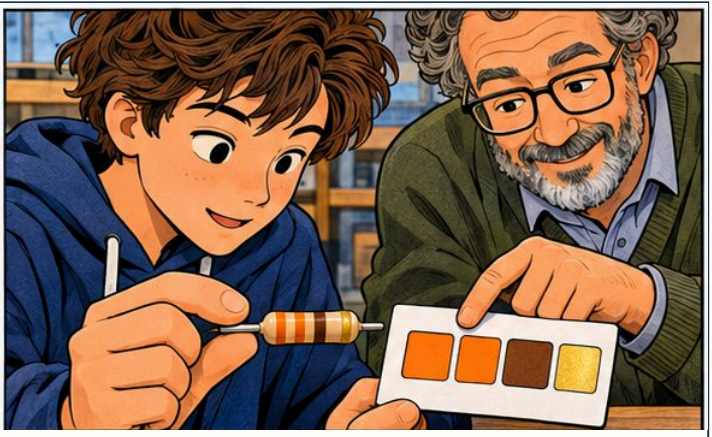
La fiche de remplacement



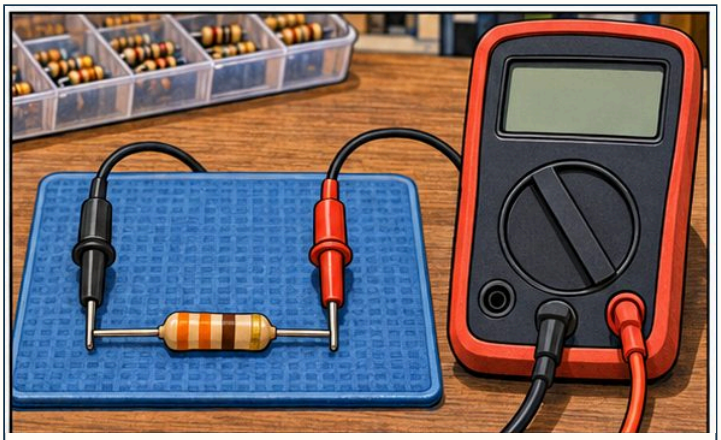
Lucas rassemble le schéma, la référence de LED et celle de la résistance.



Le choix reste 330 Ω, ±5 %, 0,25 W pour l'exemple documenté.



Il confirme le code orange, orange, marron, or avec la carte.



La résistance neuve est mesurée seule, hors de tout circuit alimenté.



Sa lecture doit être compatible avec la tolérance et l'incertitude du multimètre.

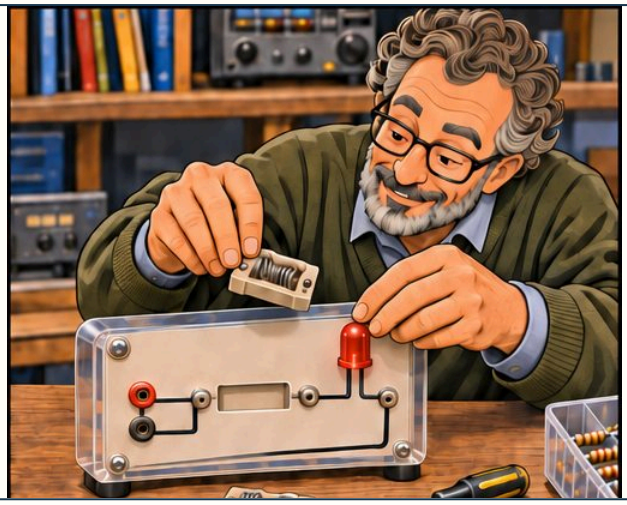


Henri vérifie le dossier : calculer et mesurer se complètent.

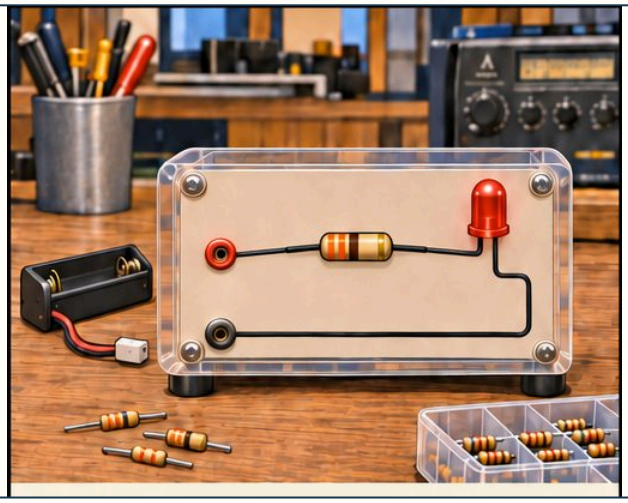
Remonter avec méthode



Le panneau reste débranché pendant le remplacement.



Henri vérifie le support abîmé et remplace l'élément de connexion prévu.



Ils insèrent la résistance neuve sans forcer ni laisser de fil libre.



Lucas suit la boucle : alimentation, résistance, LED, retour.

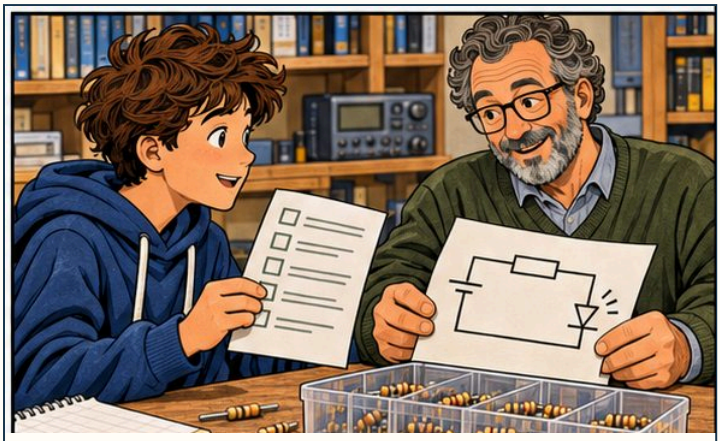


La polarité de la LED correspond au schéma et à sa fiche.

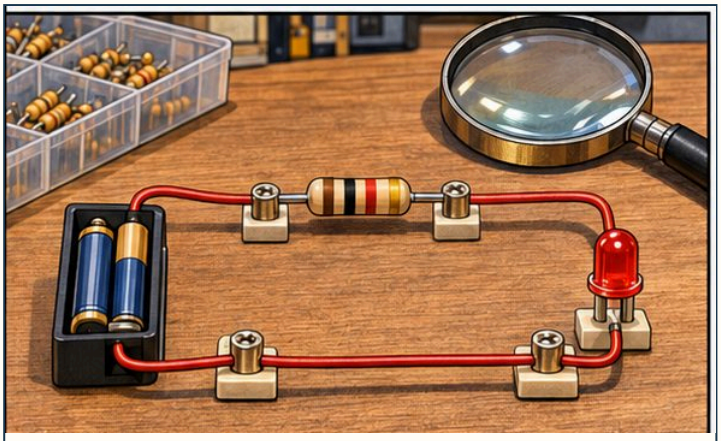


La pièce suspecte reste à part avec les observations, sans être réutilisée.

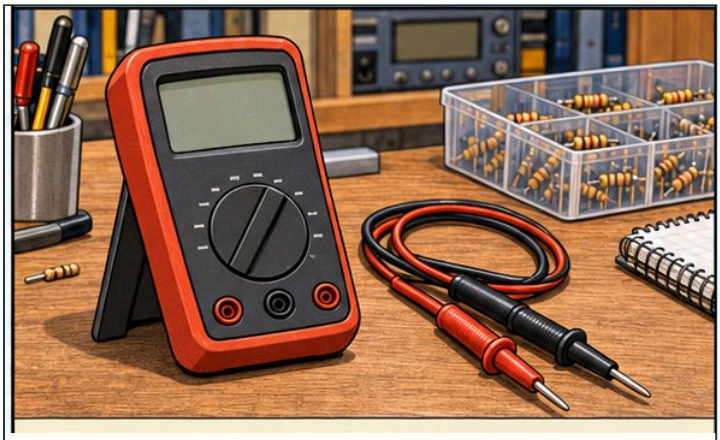
Le contrôle croisé



Avant de remettre sous tension, chacun relit le travail de l'autre.



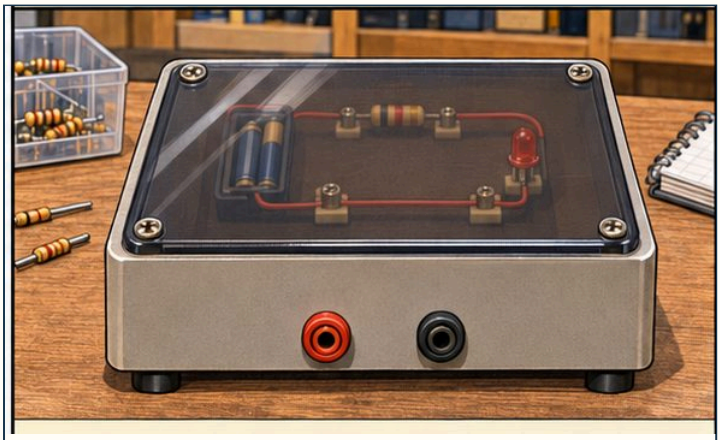
Ils cherchent un court-circuit, un oubli ou une liaison qui contournerait la résistance.



Les cordons de l'ohmmètre sont retirés du panneau.



Henri prépare l'alimentation réglée à 5 V et sa limitation adaptée.

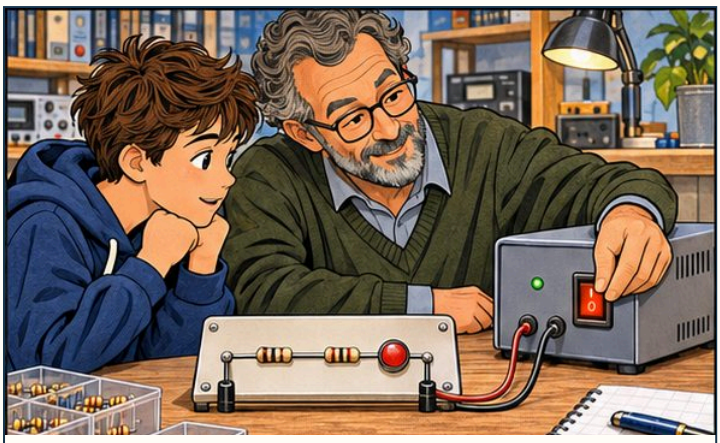


Le panneau est refermé selon sa notice ; les connexions restent protégées.



Lucas annonce le résultat attendu : un voyant visible avec un courant modéré.

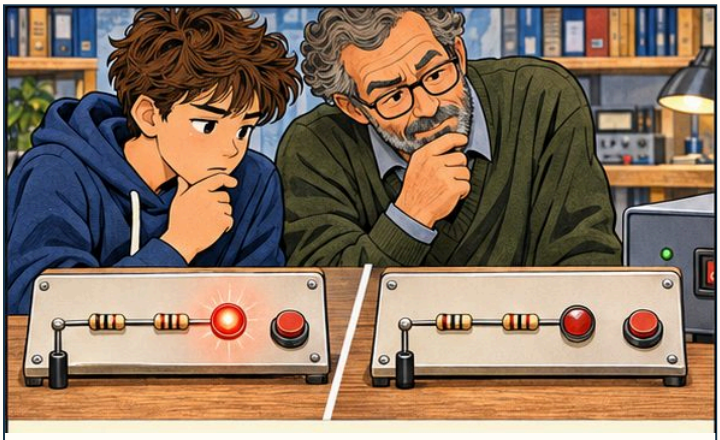
Un premier essai prudent



Henri met sous tension le panneau fermé ; personne ne déplace les connexions.



Le voyant s'allume, puis s'éteint lorsque le bouton est relâché.



Au nouvel essai, une hésitation apparaît dans le fonctionnement.



Lucas propose d'augmenter la tension, puis se souvient de leur méthode.



Ils coupent et débranchent avant de reprendre le diagnostic.

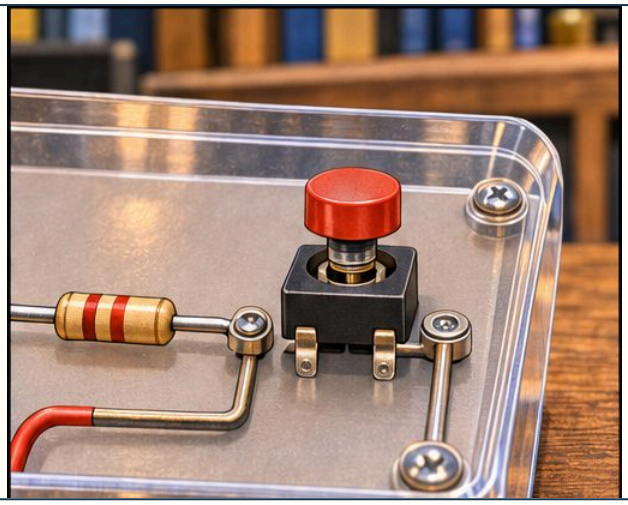


Une lumière aperçue une fois ne suffit pas à déclarer le panneau prêt.

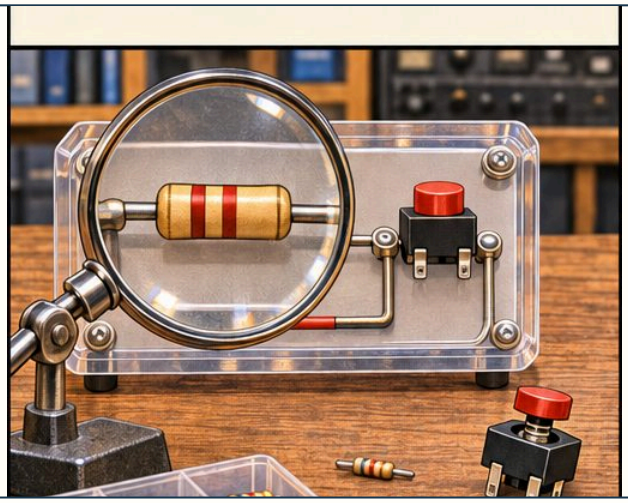
Une seconde cause



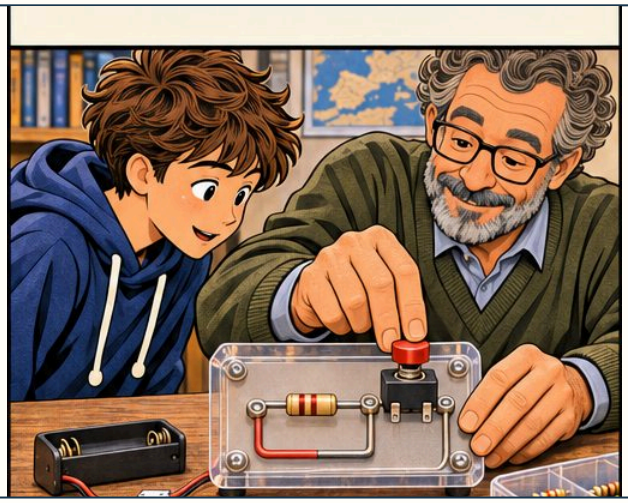
Après les contrôles de sécurité, ils vérifient le trajet du courant hors tension.



Un connecteur amovible du bouton est mal enfoncé.



La bonne résistance ne corrige pas, à elle seule, une mauvaise connexion.



Henri remet le connecteur en place et contrôle sa tenue.



Lucas met à jour la fiche : pièce suspecte et défaut de connexion sont deux pistes.

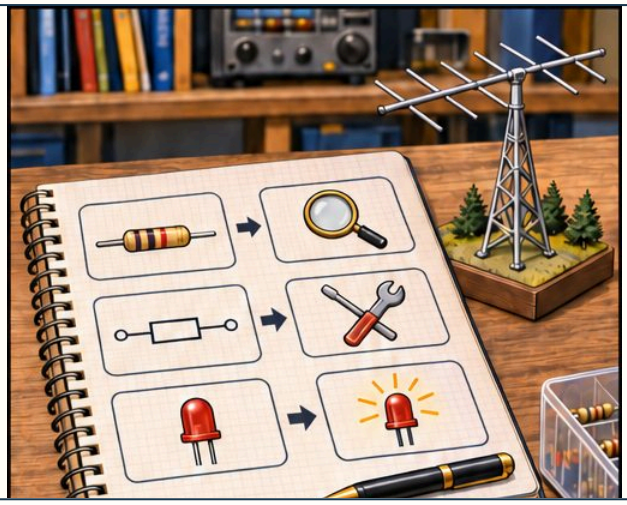


Ils refont le contrôle complet avant un nouvel essai.

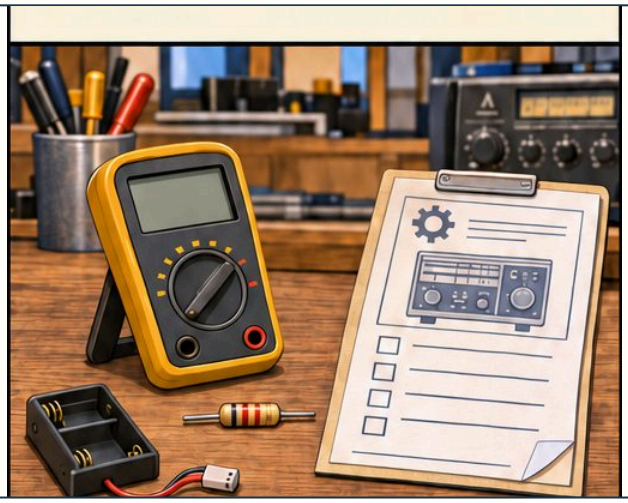
Observer une chose à la fois



Ils ne changent plus plusieurs pièces en même temps.



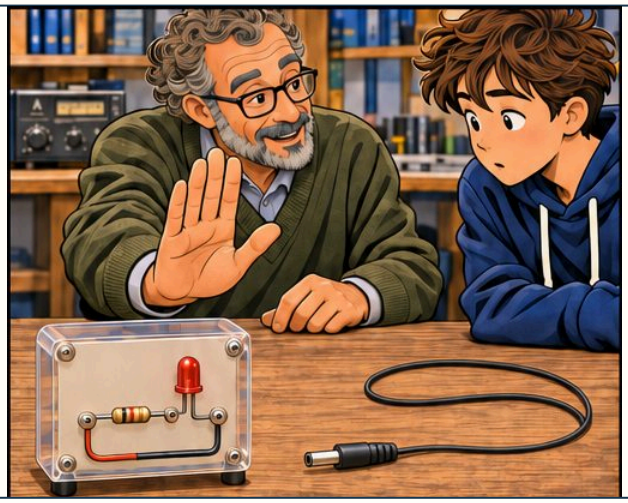
À chaque étape, le carnet conserve le symptôme et le contrôle effectué.



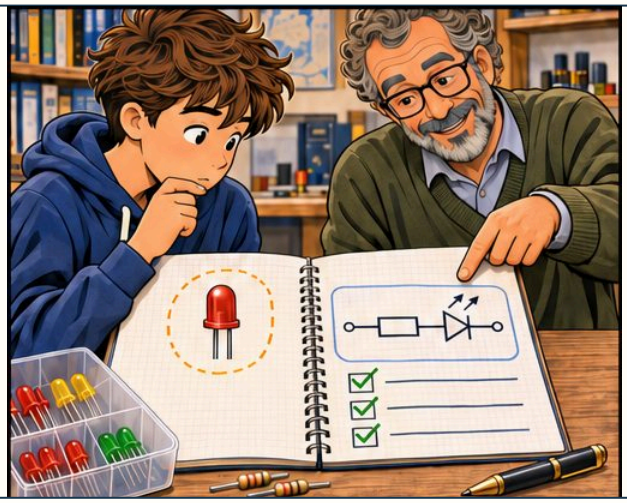
Une valeur correcte à l'ohmmètre ne garantit pas tous les comportements en service.



L'inspection, les limites des pièces et l'essai prévu complètent la mesure.

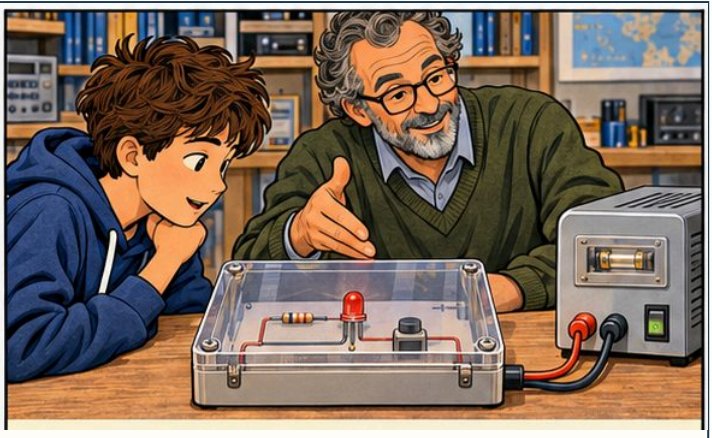


Si un signe anormal apparaît, ils arrêtent et reprennent la recherche hors tension.



Lucas peut maintenant expliquer pourquoi sa première idée était trop rapide.

Le voyant tient sa promesse



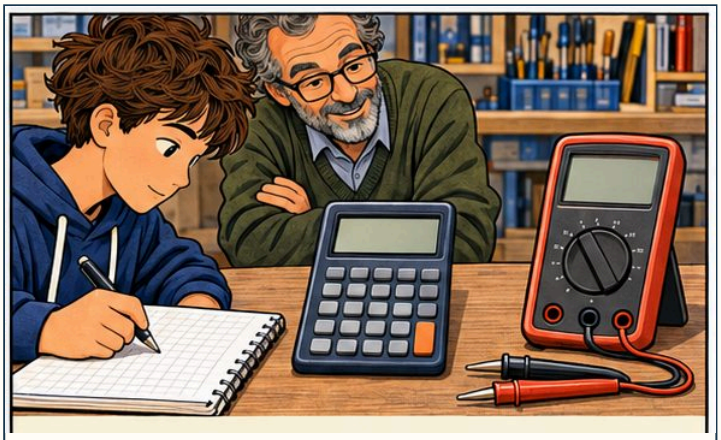
Le panneau refermé est alimenté de nouveau selon la procédure prévue.



Dans leur démonstration, le voyant répond maintenant régulièrement au bouton.



Henri surveille le fonctionnement ; Lucas compare avec le résultat attendu.



Ils ne présentent pas le courant calculé comme une mesure effectuée.



Le carnet distingue les calculs, les contrôles et les observations de l'essai.

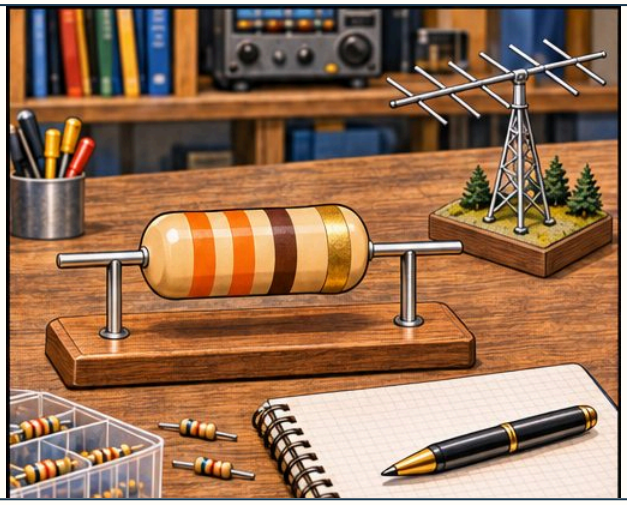


Ils coupent l'alimentation avant de préparer le transport au stand.

Expliquer le choix



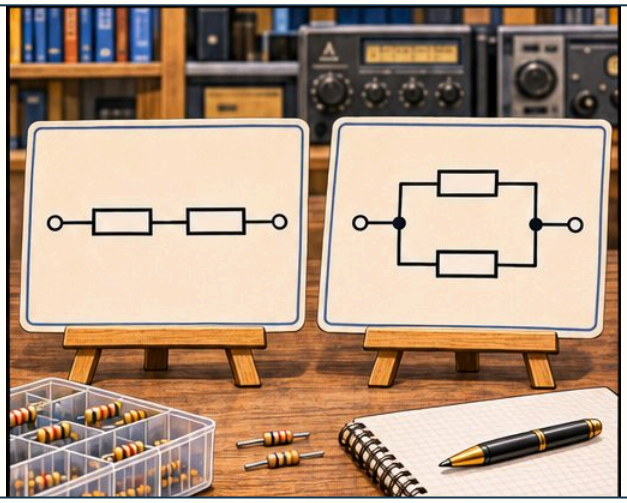
Au stand, Lucas présente une résistance agrandie aux visiteurs.



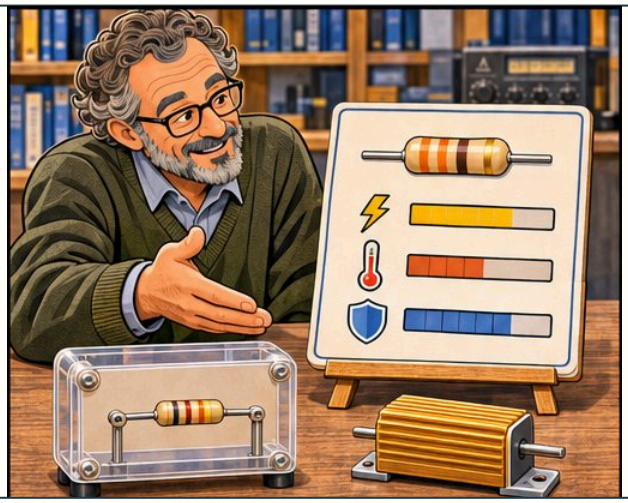
Il explique les bandes, la valeur nominale et la tolérance.



Son dessin montre la résistance en série qui limite le courant de la LED.



Un second dessin compare les associations série et parallèle.



Henri lui demande pourquoi il a vérifié la puissance et les conditions d'emploi.

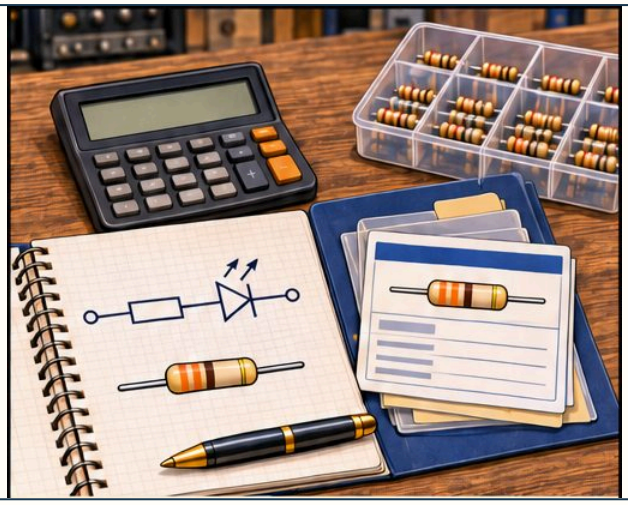


« Pour choisir une pièce qui convienne vraiment au montage », répond Lucas.

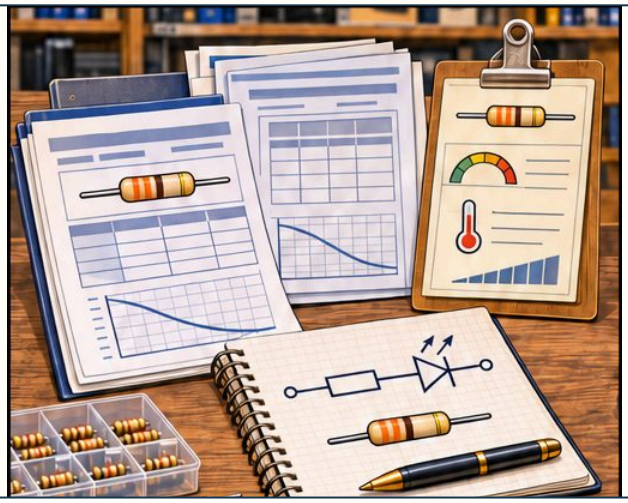
Un carnet pour le prochain



La fiche commence par le besoin : un voyant pour le panneau de découverte.



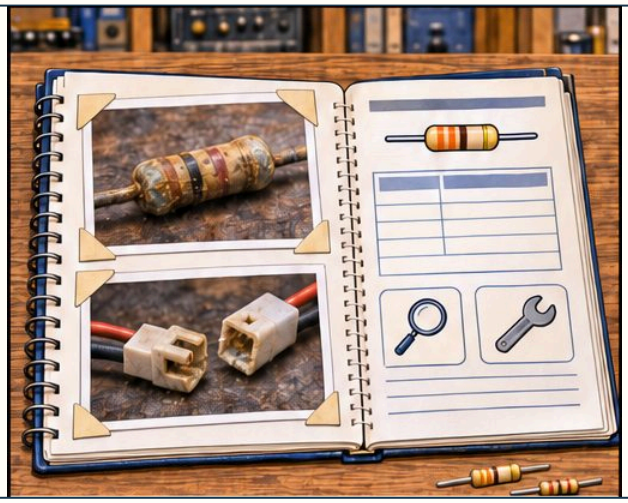
Elle conserve les hypothèses, la formule et le choix de 330 Ω.



La tolérance, la puissance et les références des pièces restent avec le schéma.



La procédure rappelle de mesurer la résistance hors tension et isolée si nécessaire.



Les observations de panne aideront le prochain atelier à chercher avec méthode.

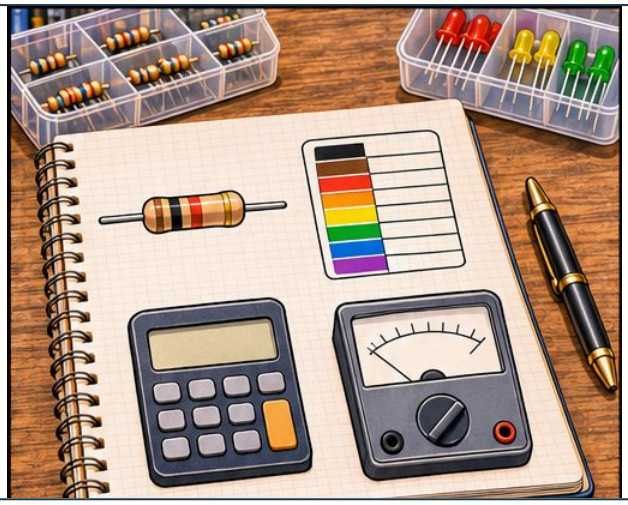


Henri laisse Lucas ranger le dossier : son apprentissage est devenu partage.

Un petit composant, une grande méthode



Le stand est prêt ; Lucas regarde autrement la petite résistance.



Lire, calculer, choisir, mesurer : chaque étape répond à une question.



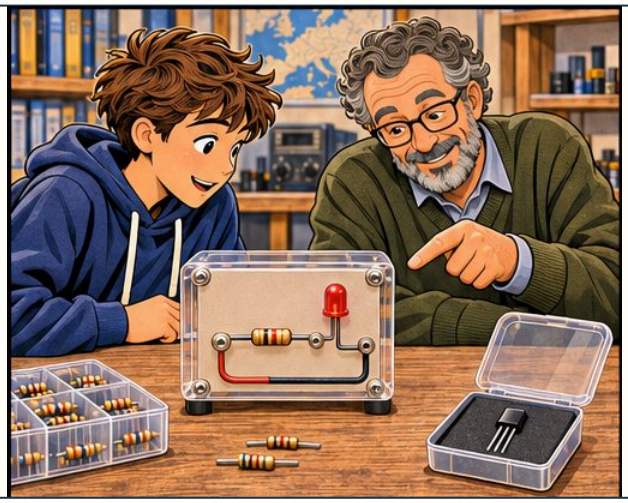
Le voyant n'est plus seulement une lumière, mais une explication qu'il peut transmettre.



Dans une autre boîte, Henri lui montre un composant à trois pattes.



« Peut-il commander un courant plus grand ? » demande Lucas.



La prochaine enquête les attend au tome 08 : les transistors.