ON4CRD

Tome 70

Le NE555 et ses applications radioamateur



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Tome 70 · 64 pages

Mentions légales

Tome 70 · Le NE555 et ses applications radioamateur

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.

Un petit boîtier, une grande idée



Lucas retrouve le club avec son carnet : « Pour les portes ouvertes, je voudrais faire entendre le Morse ! »



Henri pose un minuscule boîtier noir sur la table : « Voici le NE555. Huit pattes, beaucoup d'idées. »



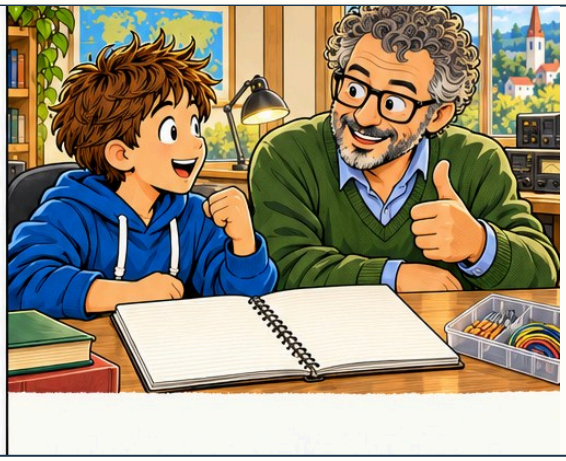
« Il sait parler à une autre station ? » Henri sourit : « Commençons par un son, ici, dans le local. »



Une clé Morse attend près du haut-parleur. Leur défi : fabriquer un appareil qui aide les visiteurs à apprendre.



Lucas dessine une boîte avec trois commandes : alimentation, tonalité et volume. Le projet prend forme.



« Et si cela ne fonctionne pas ? » — « Nous apprendrons à chercher pourquoi. C'est aussi l'aventure ! »

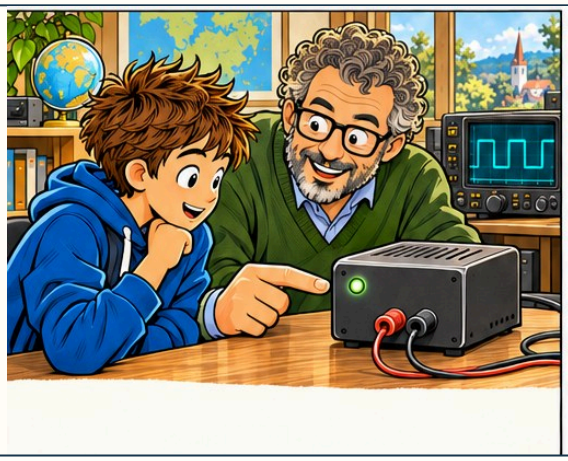
Le cahier des envies



Lucas voudrait un son agréable, une clé facile à utiliser et assez de volume pour une petite table d'atelier.



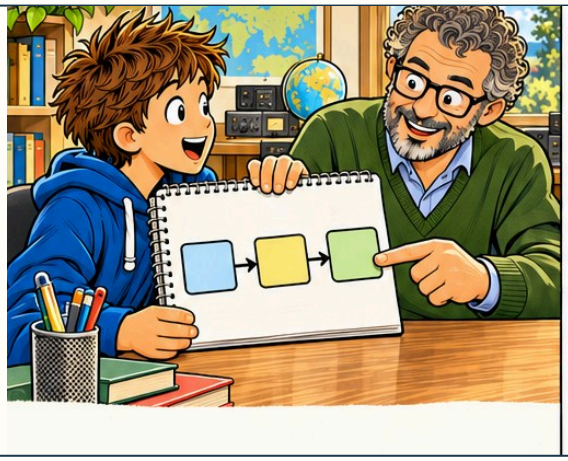
« Et pas besoin d'antenne », ajoute Henri. Leur appareil sera un entraîneur Morse sonore, sans émission radio.



Ils choisissent une alimentation régulée de 5 V et limitent le courant pendant les premiers essais.



Henri réserve une zone de travail dégagée. Les pièces et les outils ont chacun leur place.



Dans le carnet, Lucas sépare trois fonctions : produire la tonalité, la commander et l'amplifier.



« Chaque fonction aura son essai », décide-t-il. Pour réussir le tout, ils avanceront par petits morceaux.

Faire connaissance avec le 555



Henri ouvre la fiche du fabricant : « Un nom connu ne remplace pas la documentation de la pièce utilisée. »



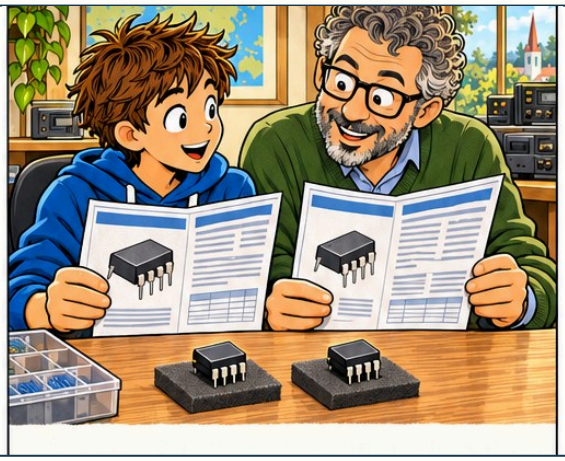
Le NE555 est un temporisateur bipolaire. Des résistances et un condensateur lui donnent son rythme.



Il peut produire une impulsion, osciller ou conserver un état selon son montage. Lucas essaie ces trois gestes.



« Donc il fait tout ? » — « Il rend de grands services, mais il a aussi des limites de tension et de courant. »



Ils vérifient que leur référence fonctionne à 5 V. Une version CMOS voisine n'a pas forcément les mêmes limites.



Lucas range la fiche avec les composants : « Celle-ci fera partie de notre boîte à outils. »

Huit broches, un sens de lecture



Avant de brancher quoi que ce soit, ils observent le boîtier DIP à huit broches, vu de dessus.



L'encoche est en haut. La broche 1 se trouve en haut à gauche ; un petit point peut aussi la repérer.



À gauche, on descend de 1 à 4. À droite, on remonte de 5 à 8 : la numérotation tourne autour du boîtier.



« Si je le retourne, mon dessin ne convient plus ! » Lucas compare encore la pièce et la vue de dessus.



Henri lui fait dessiner quatre pattes de chaque côté, puis l'encoche. Aucune connexion n'est encore faite.

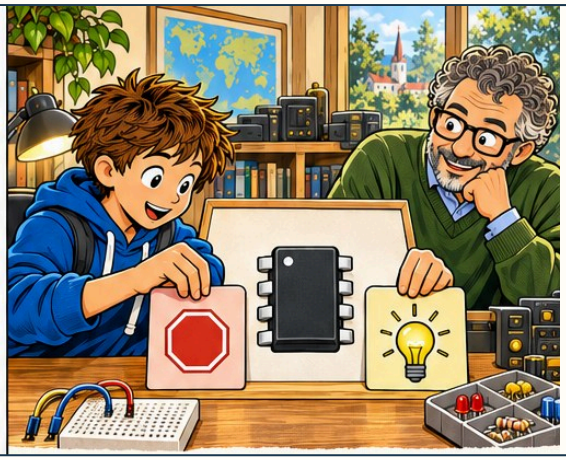


Ils gardent ce repère visible sur le carnet et vérifient le marquage avant de placer le composant.

Les rôles de chacun



Lucas relève les fonctions : 1, masse ; 8, alimentation positive. Ces deux broches font vivre le circuit.



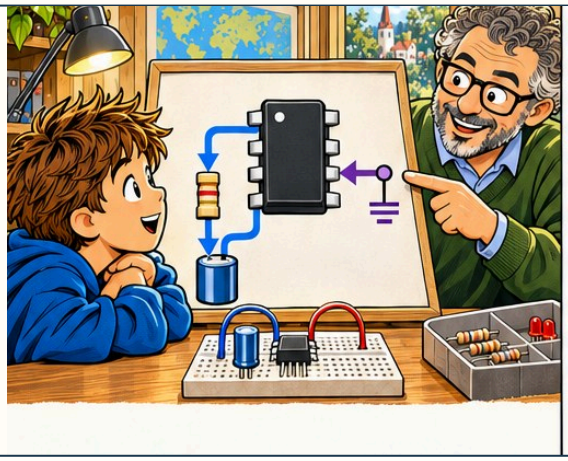
La broche 3 est la sortie. La broche 4, RESET, impose l'arrêt quand elle est maintenue à un niveau bas.



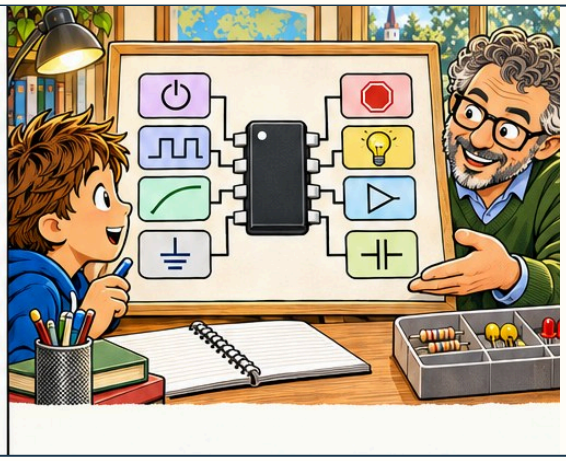
La broche 2, TRIG, détecte un passage sous environ un tiers de la tension d'alimentation.



La broche 6, THRES, surveille le seuil haut, voisin des deux tiers de l'alimentation dans le montage usuel.



La broche 7, DISCH, sert à décharger le condensateur. La broche 5, CONT, donne accès à la référence interne.

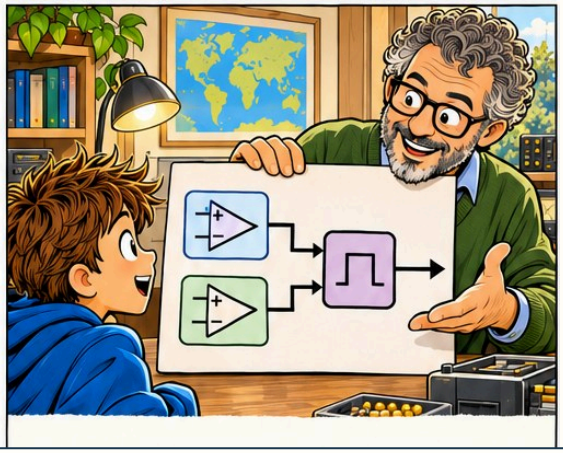


« Huit rôles différents, pas huit bornes interchangeables ! » Lucas associe chaque fonction à son dessin.

Une petite équipe à l'intérieur



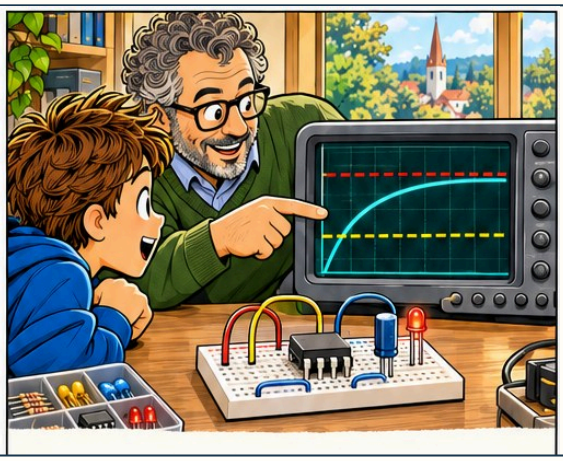
Henri dessine deux comparateurs : chacun compare une tension à une référence.



Entre eux, une mémoire garde l'ordre reçu. La sortie et le transistor de décharge obéissent à cet état.



« L'un donne le départ, l'autre la fin ? » — « Voilà une bonne image, si nous respectons leurs conditions. »



Dans le montage usuel, les références internes sont proches de VCC/3 et de 2VCC/3.



RESET peut imposer l'arrêt. Lucas comprend pourquoi cette entrée ne doit pas rester sans connexion définie.

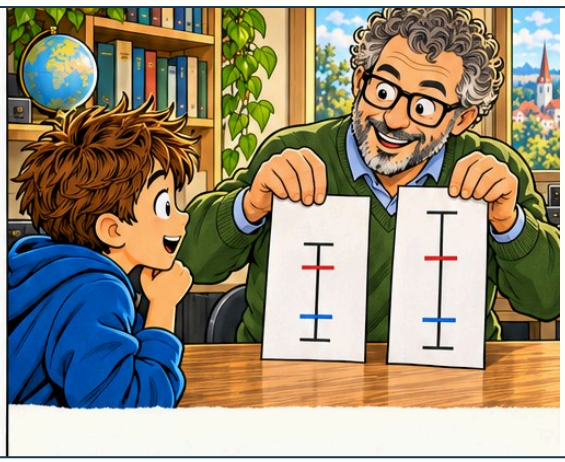


Il suit les flèches avec son crayon : mesurer, décider, mémoriser, agir. Le boîtier devient moins mystérieux.

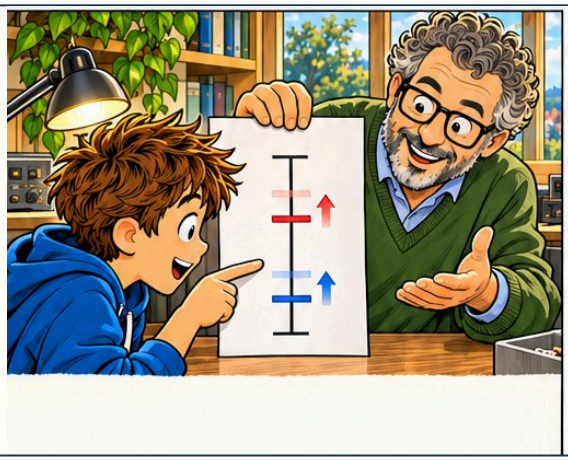
Un tiers et deux tiers



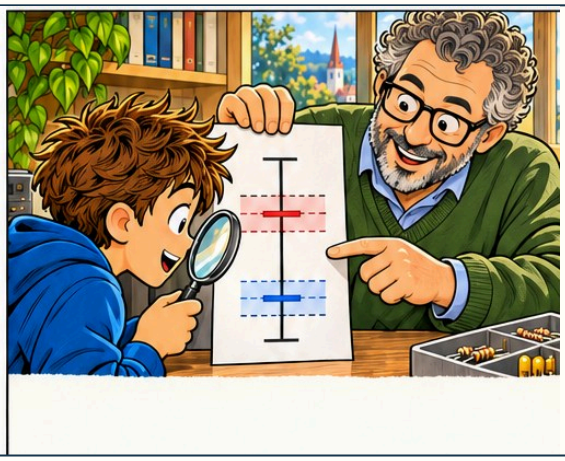
Avec VCC = 5 V, les repères théoriques deviennent environ 1,67 V et 3,33 V.



« Ce ne sont donc pas deux tensions fixes pour toutes les alimentations », remarque Lucas.



Henri fait varier une jauge de papier : les deux repères suivent la tension d'alimentation.



Les valeurs réelles ont des tolérances. La fiche technique précise les conditions et les écarts possibles.



Le condensateur pourra monter et descendre entre ces repères. Ce trajet donnera une durée au montage.



Lucas dessine une petite balançoire électrique : « Un rythme, c'est peut-être une histoire de seuils. »

Un plan avant les fils



« On branche ? » Henri pose d'abord une feuille : « Commençons par décider ce que chaque fil doit relier. »



Ils choisissent le montage astable : il oscille tout seul tant que RESET l'autorise.



Deux résistances, RA et RB, et un condensateur C fixeront approximativement la fréquence.



Un témoin lumineux montrera d'abord l'activité. Le son viendra après les contrôles.



Lucas dessine séparément le circuit de rythme et la future chaîne audio. Il garde de la place pour les mesures.



« Nous aurons un plan pour construire, puis un autre regard pour vérifier », dit-il en préparant le carnet.

Cinq volts bien préparés



Ils utilisent une alimentation régulée et isolée de 5 V, réglée et contrôlée avant de connecter le montage.



Le limiteur de courant est réglé bas pour le premier essai, puis adapté au circuit selon les notices.



Le fil positif rejoint la ligne +5 V ; le retour rejoint la masse commune. Lucas vérifie les polarités.



« Une pile n'est pas automatiquement une alimentation de 5 V », rappelle Henri en montrant leurs étiquettes.



Tout câblage se fait alimentation coupée. Aucun montage de cet atelier ne se raccorde directement au secteur.



Lucas mesure les lignes vides au multimètre, puis coupe l'alimentation avant de continuer.

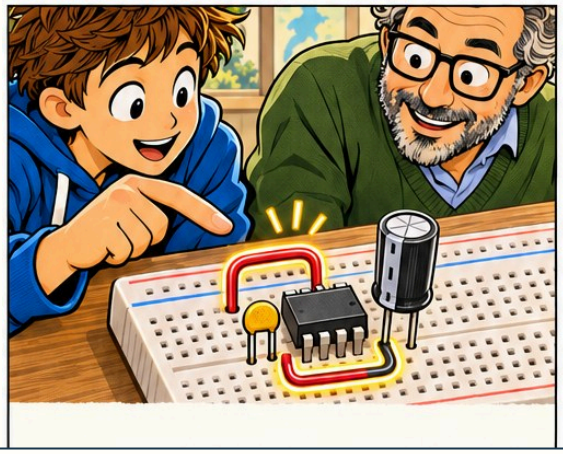
Une réserve près du boîtier



Henri place 100 nF entre les broches 8 et 1, avec des liaisons courtes, au plus près du NE555.



Un condensateur de 10 µF complète le découplage entre +5 V et masse ; sa polarité est respectée.



La sortie du 555 peut créer de brèves pointes de courant. Ces réserves locales aident l'alimentation.



La broche 5 reçoit 10 nF vers la masse pour ce montage. Ce condensateur ne fixe pas la tonalité principale.



« Deux petits condensateurs, deux tâches différentes », note Lucas, qui les distingue sur son dessin.



Ils vérifient encore les valeurs. Un fil d'alimentation très long n'est pas corrigé par la seule bonne volonté.

Choisir les bonnes pièces



Lucas sort RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ et C = 10 nF. Ces valeurs donneront une tonalité de départ.



Pour le condensateur de rythme, ils choisissent un composant adapté et stable, selon sa fiche technique.



Une LED aura sa résistance de 2,2 kΩ. Henri refuse de la relier directement entre sortie et masse.



Le haut-parleur reste dans son sachet : il faudra un étage audio adapté pour le faire travailler.



Ils mettent de côté un potentiomètre, des fils courts et la clé Morse. Chaque valeur rejoint la nomenclature.



« Une boîte de pièces n'est pas encore un circuit », rit Lucas. Le plan lui dira comment les réunir.

Les couleurs racontent une valeur



Lucas déchiffre les anneaux, puis mesure les résistances hors circuit au multimètre.



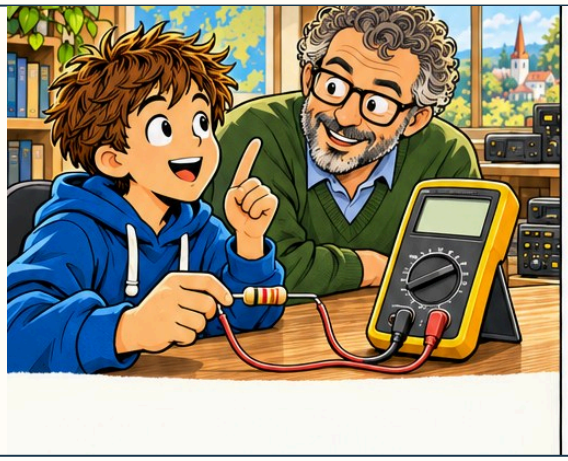
10 kΩ, c'est 10 000 Ω ; 100 kΩ, c'est 100 000 Ω. Un zéro oublié changerait beaucoup la tonalité.



La dernière bague peut indiquer la tolérance. Une valeur nominale ne promet pas une mesure exactement égale.



« Celle-ci n'est pas une 100 Ω ! » Il remet une résistance ressemblante dans son compartiment.



Henri le laisse annoncer la valeur avant de regarder le multimètre. L'instrument confirme son raisonnement.



Lucas colle une petite fiche de valeurs à son plateau. Il vient d'éviter sa première panne.

Dix nanofarads, pas dix microfarads



Sur le condensateur de rythme, Lucas découvre le code 103 : 10 000 pF, soit 10 nF.



10 nF valent 0,01 µF. Un condensateur de 10 µF serait mille fois plus grand.



« Alors notre sifflement deviendrait un rythme très lent ! » Henri apprécie cette prédiction.



Le condensateur de 10 nF choisi ici n'est pas polarisé. Le réservoir de 10 µF demande, lui, un sens de montage.



Ils comparent les marquages avec les fiches des pièces. L'apparence seule ne suffit pas.



Lucas inscrit l'unité à chaque nombre : « Les petits caractères peuvent faire de grandes différences. »

Les chemins cachés de la plaque



Avant d'insérer le 555, ils repèrent les connexions internes de la plaque d'essai avec le multimètre.



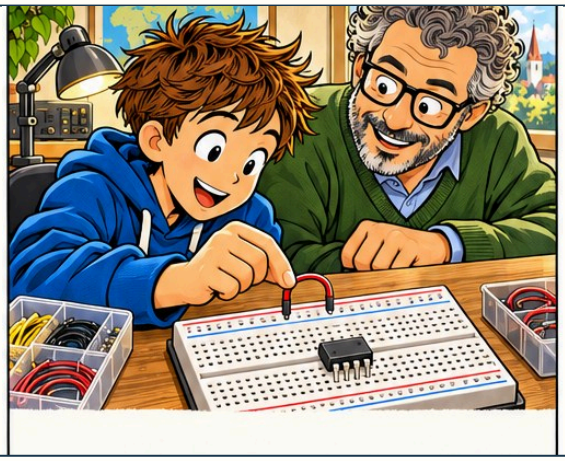
Le boîtier chevauche la rainure centrale : les deux rangées de broches restent séparées.



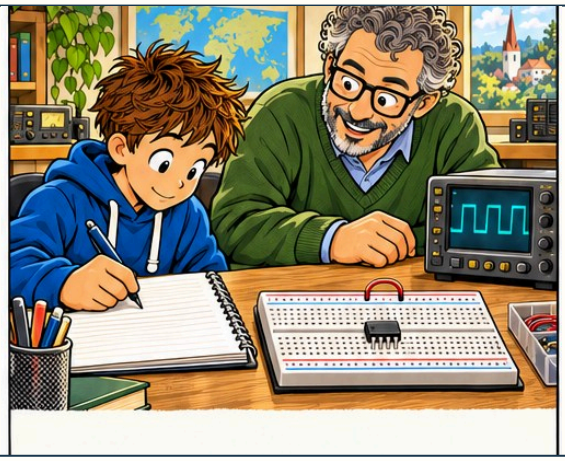
Les petits groupes de trous se relient dans un sens précis. Lucas teste au lieu de deviner.



Certaines lignes d'alimentation sont interrompues au milieu ; ils vérifient leur propre plaque.



Un cavalier court reliera les segments nécessaires. Aucun fil ne doit remplacer un composant par accident.



Henri tourne le dessin dans le même sens que la plaque. Lucas contrôle une connexion à la fois.

Le premier câblage



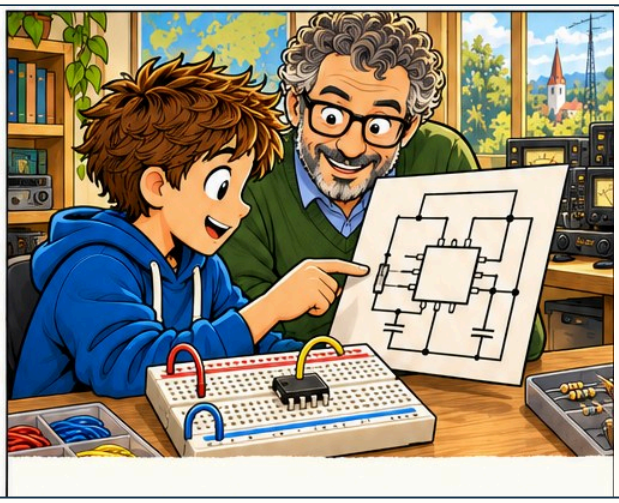
Alimentation coupée, ils relient la broche 1 à la masse et la broche 8 au +5 V.



Pour ce premier essai continu, la broche 4, RESET, rejoint le +5 V. L'entrée a ainsi un état défini.



Le 100 nF relie 8 à 1 ; le 10 µF découple les rails ; le 10 nF de la broche 5 rejoint la masse.



Lucas coche chaque liaison sur le plan, sans encore brancher les résistances de rythme.



Ils vérifient l'encoche, les rails et l'absence de court-circuit entre alimentation et masse.



« Il manque encore le cœur du rythme », annonce Henri. Lucas prépare le condensateur C.

Un témoin raisonnable



La sortie 3 rejoindra une résistance de 2,2 kΩ, puis l'anode de la LED ; sa cathode ira à la masse.



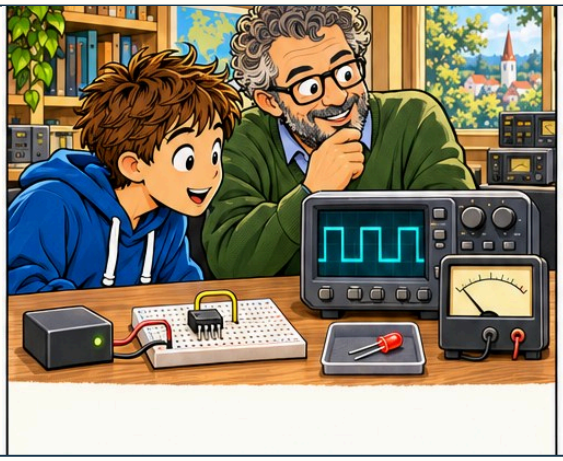
Henri aide à reconnaître l'anode et la cathode avec la fiche de la LED, puis le mode diode du multimètre.



« Avec environ 2 V dans la LED, même 5 V en sortie limiteraient le courant à environ 1,4 mA. »



La sortie réelle du NE555 bipolaire ne monte pas forcément jusqu'au rail positif. Le courant pourra être plus faible.



Cette LED sert de témoin, pas de charge puissante. Ils réservent la mesure précise au multimètre et à l'oscilloscope.



Lucas laisse la LED visible au bord de la plaque. Elle l'aidera à comprendre ce que fait la sortie.

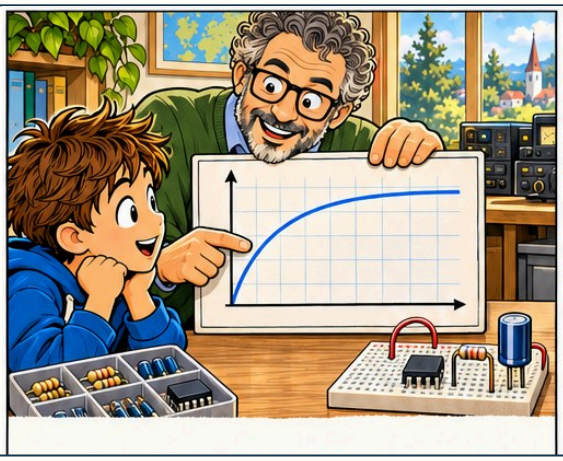
Une éponge pour le temps



Henri compare le condensateur à une petite réserve qui se remplit à travers une résistance.



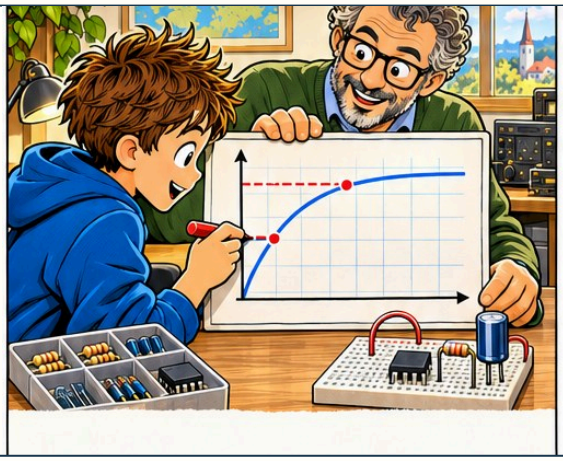
Plus la résistance est grande, plus la charge est lente. Plus C est grand, plus il faut de charge.



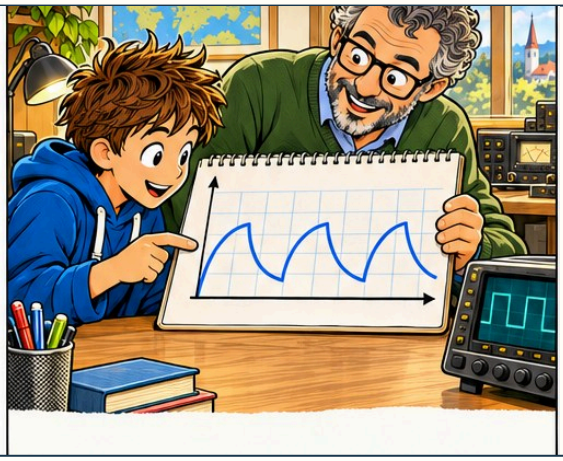
La tension ne grimpe pas en ligne droite : la courbe de charge s'arrondit vers l'alimentation.



« Et pour le vider ? » Henri montre le chemin de décharge qui sera commandé par la broche 7.



Lucas relie cette courbe aux deux seuils. Le 555 n'attendra pas que le condensateur soit totalement plein.



Il prédit une montée, une descente, puis une nouvelle montée. Leur rythme commence à se dessiner.

Le circuit qui recommence



Ils relient les broches 2 et 6 ensemble. Ce nœud commun rejoint une borne de C = 10 nF.



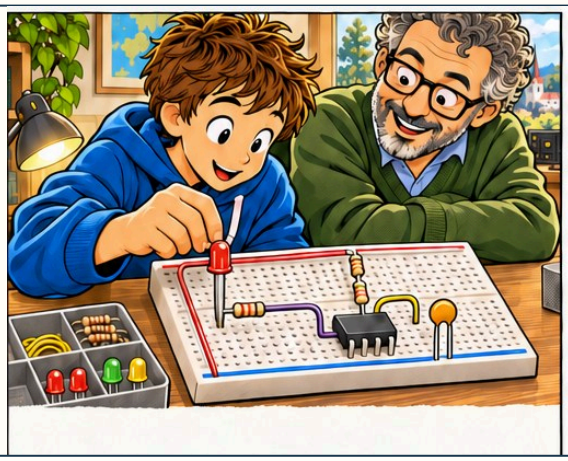
L'autre borne de C rejoint la masse. C'est sa tension que les deux comparateurs surveilleront.



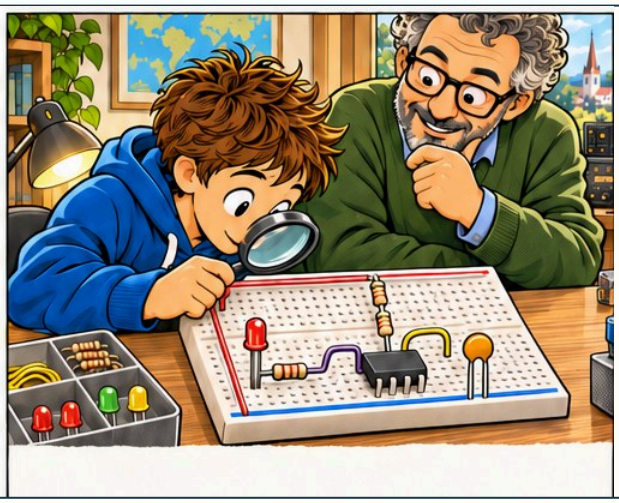
RA = 10 kΩ relie le +5 V à la broche 7. RB = 100 kΩ relie la broche 7 au nœud 2-6.



« RA puis RB pour charger, RB pour décharger », résume Henri en suivant les fils sur le plan.



La sortie 3 reste réservée au témoin et aux mesures. Elle n'est pas raccordée directement au condensateur C.

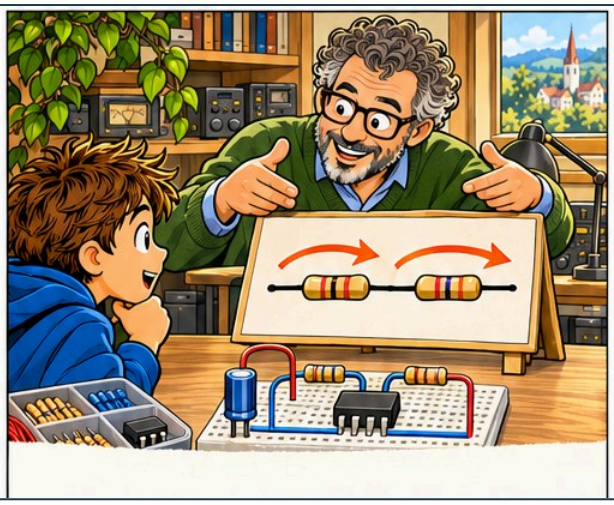


Lucas relit toute la chaîne. Chaque fil trouve sa place avant le premier démarrage.

La montée donne le départ



Au démarrage, C est peu chargé. Le passage sous le seuil bas commande normalement une sortie haute.



Le transistor de décharge interne est alors bloqué. C se charge à travers RA et RB.



Sa tension traverse environ un tiers de VCC et continue à monter. La mémoire interne conserve son état.



« Il ne change pas d'avis à chaque instant ! » Lucas suit la courbe jusqu'au seuil haut.



Quand la tension atteint environ deux tiers de VCC, le comparateur de seuil provoque la commutation.

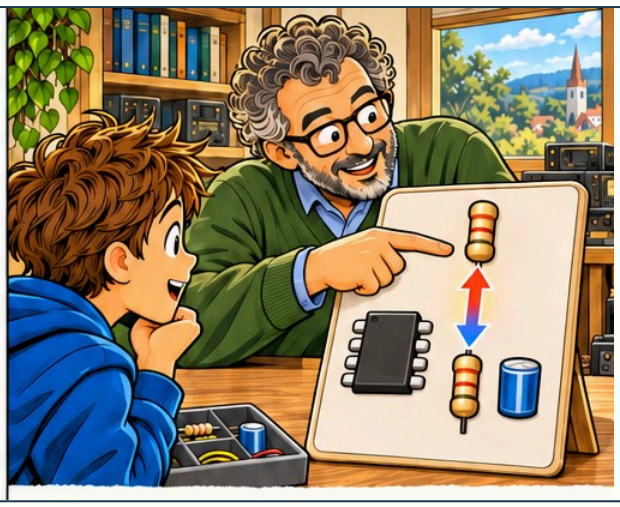


La sortie passe basse et le chemin de décharge s'ouvre. La deuxième moitié du voyage commence.

La descente ferme la boucle



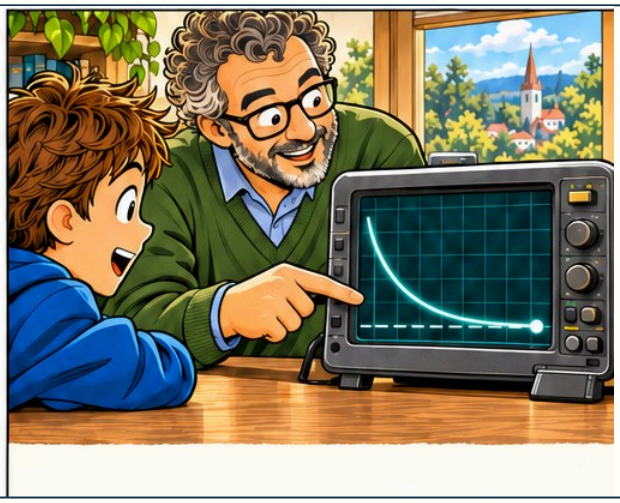
Le condensateur se décharge maintenant à travers RB et le transistor interne de la broche 7.



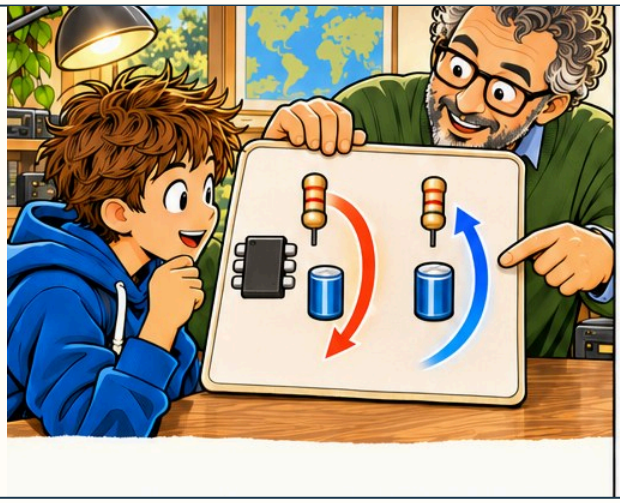
RA limite le courant entre +5 V et la broche 7 lorsqu'elle est ramenée près de la masse.



« Donc surtout pas un simple fil à la place de RA ! » Lucas souligne cette contrainte.



En repassant sous environ un tiers de VCC, la tension de C déclenche un nouveau départ.



La sortie remonte, la décharge cesse et C repart vers le seuil haut. Le cycle se répète.

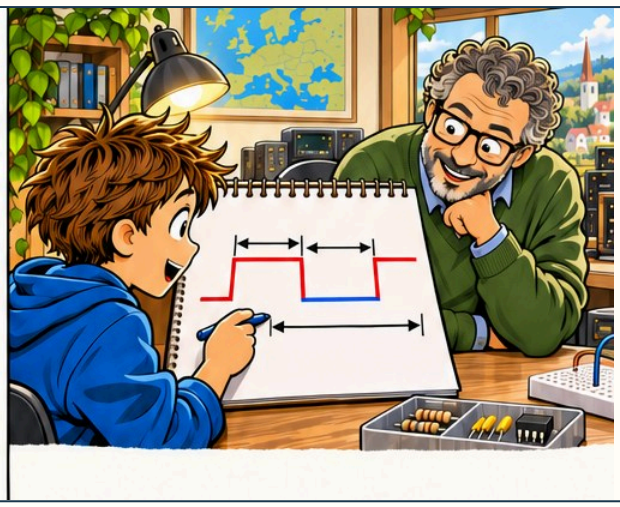


À la sortie, une onde rectangulaire ; sur C, des montées et descentes arrondies. Deux formes pour un même rythme.

Les trois formules du rythme



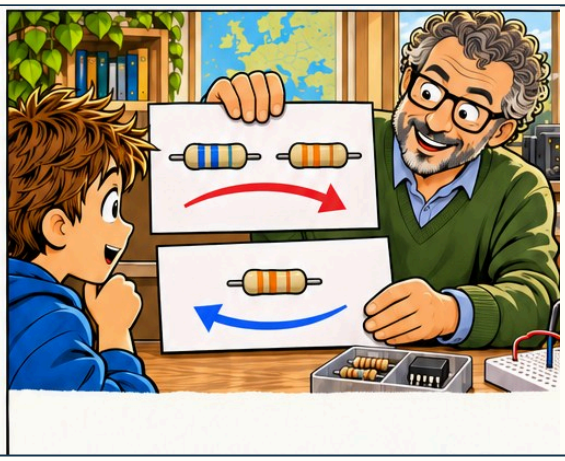
Henri écrit les approximations : tH = 0,693 × (RA + RB) × C ; tL = 0,693 × RB × C.



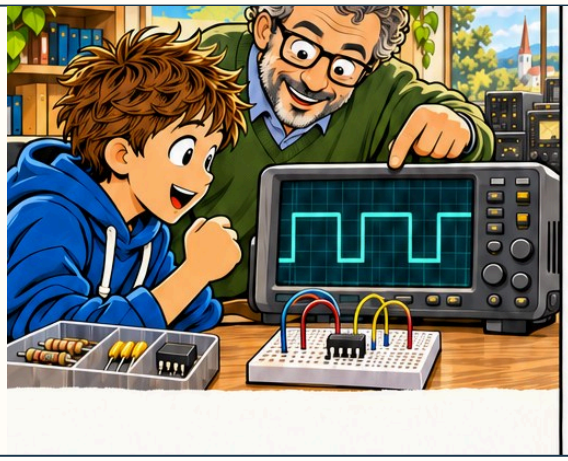
La durée d'un cycle est T = tH + tL. La fréquence est f = 1/T.



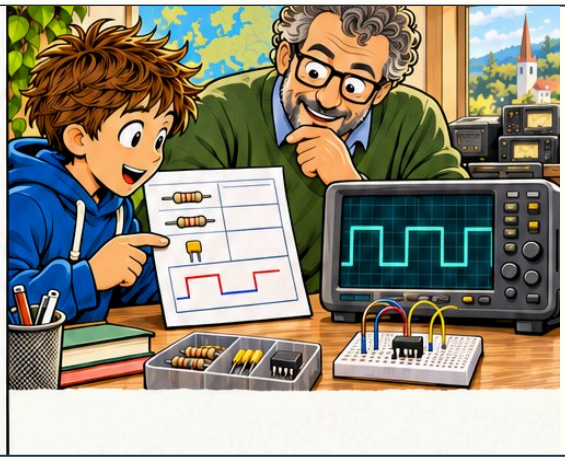
On utilise aussi f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]. Les résistances sont en ohms, C en farads.



« Pourquoi le double de RB ? » Lucas retrouve RB dans la charge et dans la décharge.



Dans cet astable classique, le temps haut dépasse le temps bas : ce n'est pas exactement du 50 %.



Le calcul prédit le fonctionnement nominal. Les tolérances et le circuit réel décideront de la mesure.

Une tonalité proche de 700 hertz



Pour RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ et C = 10 nF, ils trouvent tH ≈ 0,762 ms.



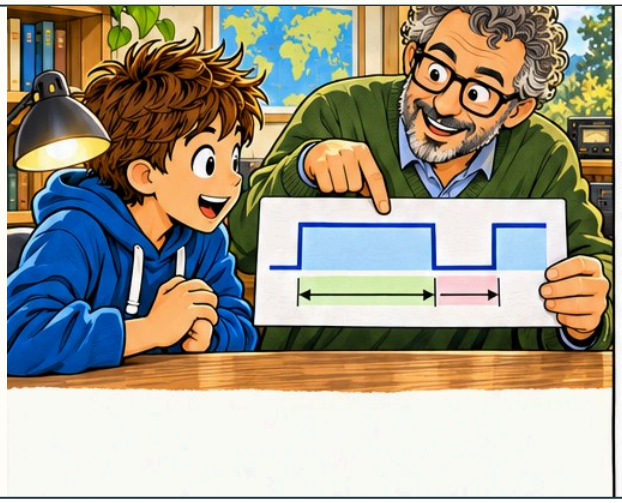
Le temps bas vaut environ 0,693 ms. La période approche donc 1,46 ms.



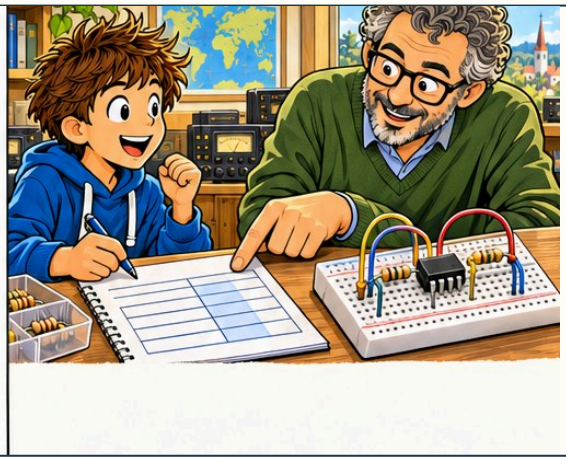
La formule avec 1,44 donne environ 686 Hz ; avec les temps arrondis, environ 687 Hz : même ordre de grandeur.



« Nous avions visé environ 700 Hz, pas une note garantie au hertz près », rappelle Henri.



Le rapport cyclique nominal vaut (RA + RB)/(RA + 2RB), soit environ 52,4 %.



Lucas garde ses unités et ses arrondis visibles. Il voudra comparer cette prévision au montage.

La première mise sous tension



Ils posent les outils, contrôlent encore le plan et mettent sous tension avec la limitation de courant prévue.



Le témoin paraît allumé en continu : à près de 700 Hz, l'œil ne distingue pas chaque impulsion.



« Il ne clignote pas ! » — « Ton œil est ici moins rapide que le circuit. Cherchons une autre preuve. »



Henri relie la masse de la sonde à la masse du montage, sur cette alimentation isolée vérifiée.

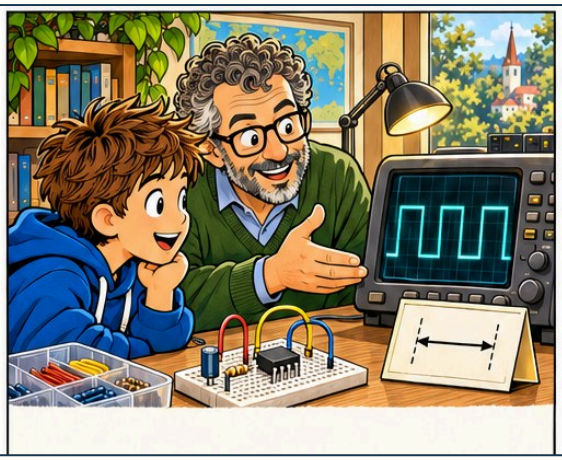


La pointe de sonde va sur la sortie 3. L'oscilloscope affiche des créneaux : le rythme est bien présent.



Lucas sourit : « La lumière m'avait donné un indice, mais pas toute la réponse. »

Voir deux tensions différentes



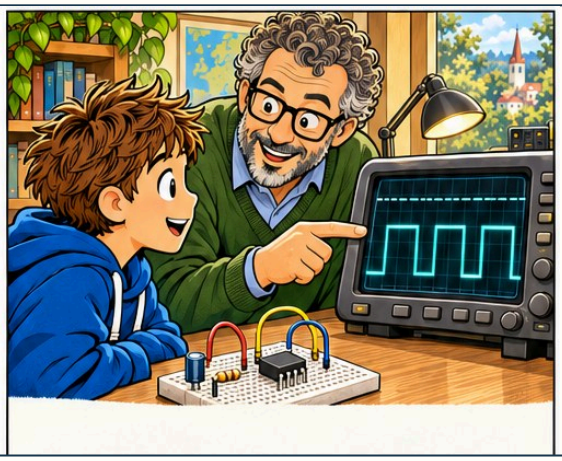
Sur la sortie 3, ils observent le temps haut et le temps bas. La fréquence mesurée reste proche du calcul.



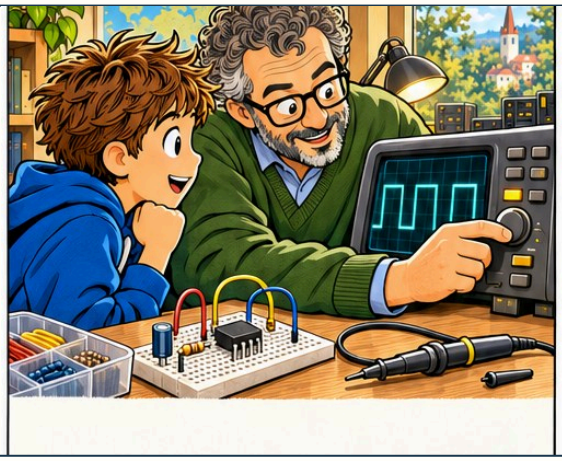
Sur le condensateur C, la tension monte et descend entre les deux seuils attendus.



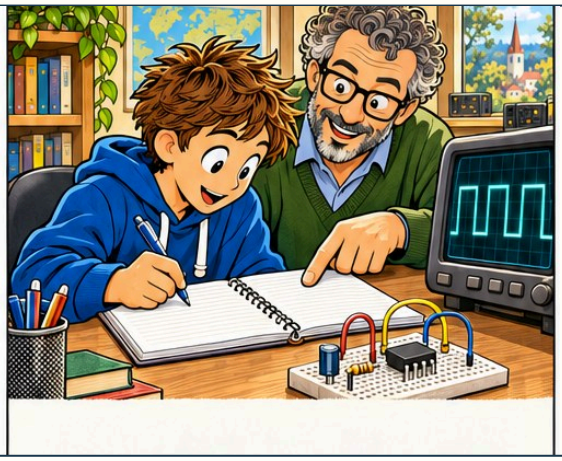
Les deux tracés ne se ressemblent pas. Lucas vérifie toujours quel point sa sonde mesure.



La sortie bipolaire n'atteint pas forcément 5 V en charge. Ils évitent de confondre niveau logique et tension parfaite.



La sonde et l'instrument peuvent charger un circuit ; Henri choisit les réglages adaptés à la mesure.



Le carnet accueille une prévision et une observation distinctes. Aucune valeur observée n'est inventée à l'avance.

Pourquoi le calcul ne tombe pas juste



« J'attendais exactement la fréquence calculée ! » Henri sort les tolérances des résistances et du condensateur.



Un C un peu plus grand ralentit l'oscillation. Les erreurs des composants peuvent se combiner.



Les seuils, les fuites et la température ajoutent leurs effets. Les formules restent des approximations utiles.



Ils ne changent qu'un paramètre à la fois, alimentation coupée, puis reprennent la mesure.



Lucas compare deux condensateurs identifiés. Il raconte la tendance observée sans annoncer une précision fictive.



« Comprendre l'écart vaut mieux que corriger un chiffre au hasard », conclut-il en refermant le carnet.

Un bouton pour choisir la note



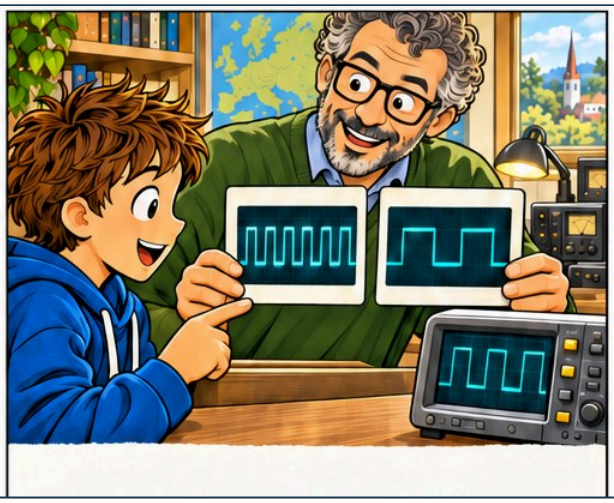
Pour régler la tonalité, ils remplacent RB par 47 kΩ en série avec un potentiomètre de 100 kΩ.



Le curseur est relié à l'une des extrémités utilisées : le réglage reste câblé en résistance variable.



La résistance fixe de 47 kΩ conserve une valeur minimale. RA reste à 10 kΩ.



Avec C = 10 nF, la fréquence nominale va approximativement de 474 Hz à 1 385 Hz.



« Un réglage utile, pas un bouton magique. » Ils coupent l'alimentation pour modifier le câblage.



À la remise sous tension, Lucas choisit une note confortable. Il marque un repère de départ sur la façade.

Puis soudain, plus de rythme



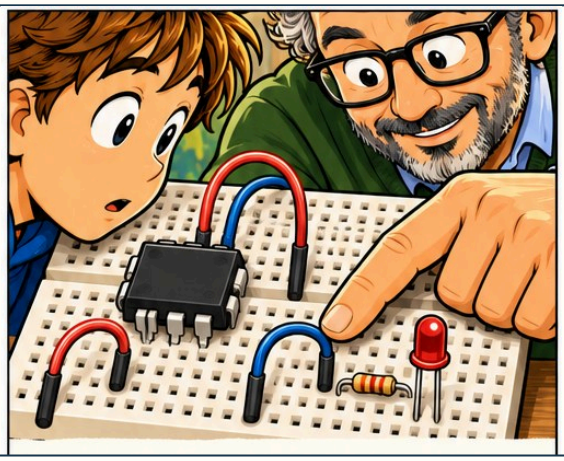
En déplaçant la plaque, Lucas perd la tonalité visible à l'oscilloscope. Le témoin reste éteint.



« Le 555 est mort ? » Henri lui propose de commencer par ce qu'ils peuvent observer.



Ils coupent l'alimentation et comparent le câblage réel à leur plan, sans remplacer les pièces au hasard.



Un cavalier s'est logé une rangée trop loin. La broche 4 n'est plus reliée au niveau haut prévu.



Lucas retrouve le lien entre RESET et la sortie : une entrée mal définie peut faire disparaître le fonctionnement.



Ils corrigent la connexion, puis préparent un nouvel essai. La panne a enfin une explication vérifiable.

Chercher dans le bon ordre



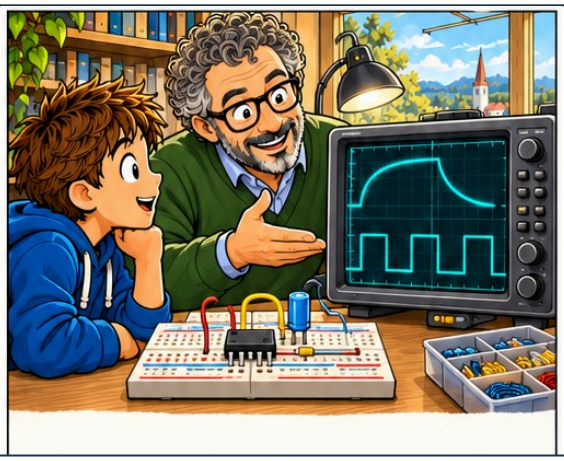
Henri propose une routine : alimentation, masse, orientation du boîtier, RESET, composants de rythme et sortie.



Lucas vérifie d'abord la tension entre 8 et 1. Une mesure ailleurs pourrait masquer une mauvaise liaison.



Ils inspectent les rails interrompus, les fils mal enfoncés et la position de chaque patte.



Une fois la tension de C observée, ils savent mieux si la panne vient du rythme ou de ce qui suit.



Les connexions se corrigent hors tension. Les mesures se préparent avant de rétablir l'alimentation.



Lucas dessine un chemin de diagnostic : chaque question doit réduire le nombre de causes possibles.

La panne devient une preuve



Après correction, la broche 4 a son niveau défini. Le montage retrouve ses créneaux.



« Nous avions une hypothèse, un contrôle et une réparation », résume Lucas. Henri lui laisse raconter.



Ils tirent doucement sur les cavaliers, hors tension, pour repérer les connexions mal engagées.



Lucas range les fils trop longs et libère l'accès aux points de mesure.



Le carnet garde la panne et sa cause. Un visiteur pourra apprendre de cet incident sans le reproduire.



Le rythme est revenu. Il reste à le faire entendre sans demander au NE555 de pousser seul le haut-parleur.

Un haut-parleur n'est pas une LED



Lucas tend le haut-parleur vers la sortie 3. Henri l'arrête doucement : « Regardons sa charge. »



Un petit haut-parleur de faible impédance demande un courant que notre montage ne doit pas lui fournir directement.



Le NE555 donne ici le rythme ; un module amplificateur audio compatible 5 V fournira l'énergie sonore.



Ils choisissent un module dont l'entrée accepte ce signal après couplage et réglage du niveau, selon sa notice.



Le haut-parleur se raccordera aux bornes prévues par le module. Certaines sorties ne doivent pas être mises à la masse.

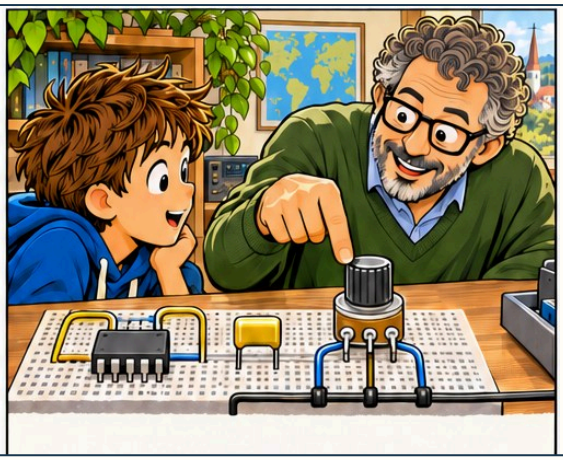


Lucas redessine trois blocs : oscillateur, réglage de niveau, amplificateur. Chaque élément a son métier.

Le chemin du son



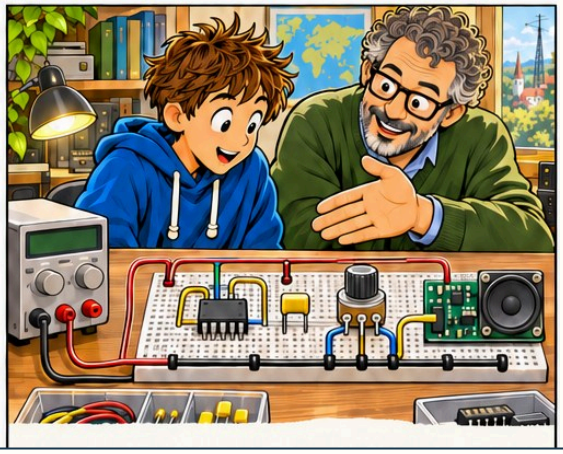
Alimentation coupée, la sortie 3 rejoint un condensateur de liaison de 100 nF, non polarisé.



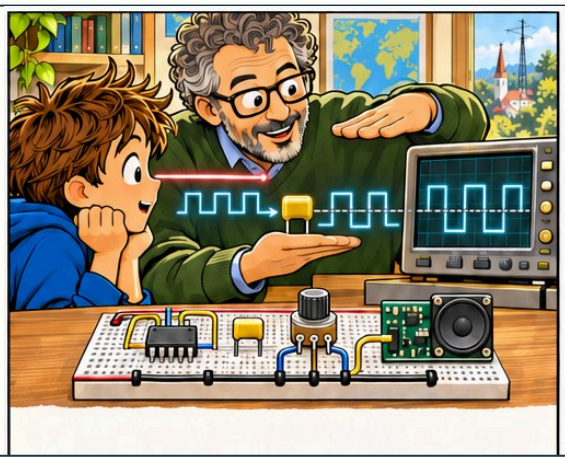
L'autre borne rejoint le haut d'un potentiomètre de 47 kΩ ; son bas rejoint la masse commune.



Le curseur rejoint l'entrée haute impédance du module audio choisi. Leur notice confirme ce raccordement.



Le module et le NE555 partagent la masse ; le module reçoit son alimentation selon sa documentation.



Le condensateur de liaison bloque la composante continue de la sortie, tout en laissant passer les variations audio.



Ils mettent le volume au minimum avant le premier essai. Lucas n'a encore branché aucun casque.

Enfin, le premier son



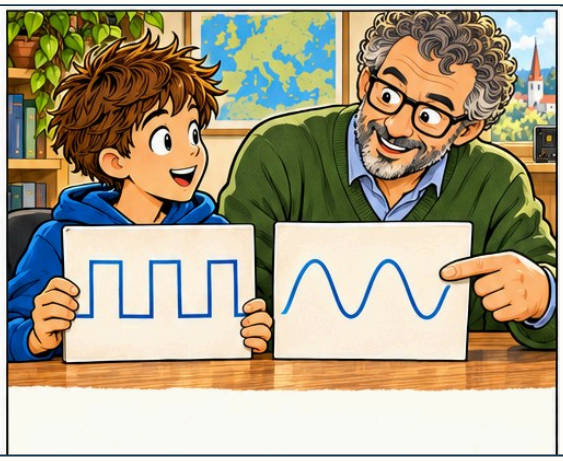
À la remise sous tension, Lucas augmente doucement le volume. Une note claire emplit le petit coin d'atelier.



« Il chante ! » Henri lui fait comparer le son entendu et le rythme visible à l'oscilloscope.



Ils règlent d'abord la fréquence, puis le niveau audio. Deux boutons, deux effets différents.



Le son rectangulaire contient des harmoniques : il n'a pas le timbre d'une sinusoïde pure.



Le volume reste confortable pour la table. Ils ne branchent pas un casque directement sur la sortie du 555.



Lucas ferme les yeux un instant : la petite courbe de son carnet est devenue une expérience qu'il entend.

La clé doit donner la parole



Le son est continu. « La clé devra l'autoriser pendant l'appui », propose Lucas en coupant l'alimentation.



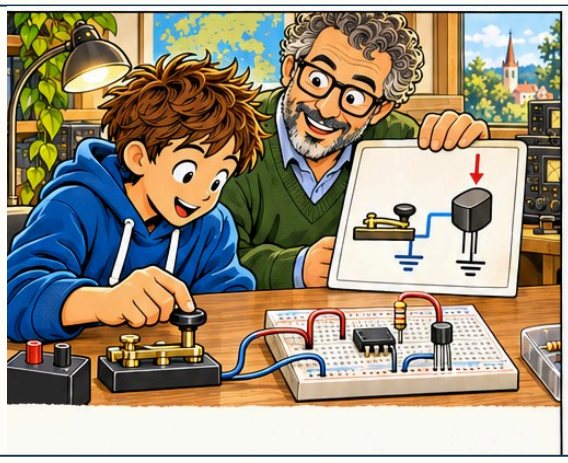
Ils retirent la liaison directe de RESET au +5 V. Une résistance de 4,7 kΩ relie désormais RESET, broche 4, au +5 V.



Un NPN 2N3904 relie son collecteur à RESET et son émetteur à la masse ; son brochage réel est vérifié.



Une résistance de 10 kΩ relie la base au +5 V. Au repos, le NPN conduit et maintient RESET bas : silence.



La clé relie la base à la masse : appuyée, elle bloque le NPN ; RESET remonte et le son apparaît.

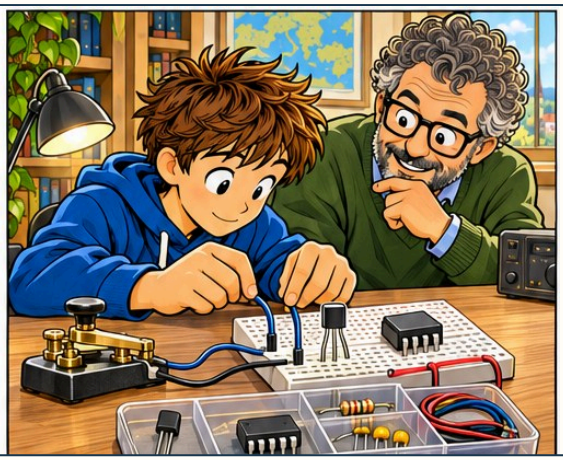


« Le transistor inverse l'ordre de la clé ! » Ils suivent les deux états sur le schéma avant tout essai.

Un appui, une note



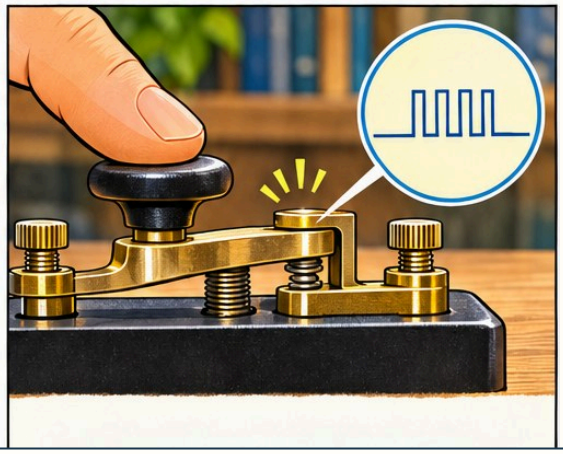
La clé reste isolée de toute station radio. Ses deux bornes servent uniquement à notre commande basse tension.



Un fil rejoint la base du NPN, l'autre la masse. Lucas contrôle les bornes et la résistance de rappel.



Ils mettent sous tension : au repos, silence. Lucas appuie : la note apparaît. Il relâche : elle s'arrête.



« Cela suit mon geste ! » Les contacts mécaniques pourront toutefois rebondir et produire de petits parasites.



Henri garde les fils courts. Le câble de clé ne doit pas devenir une grande boucle qui capte des perturbations.

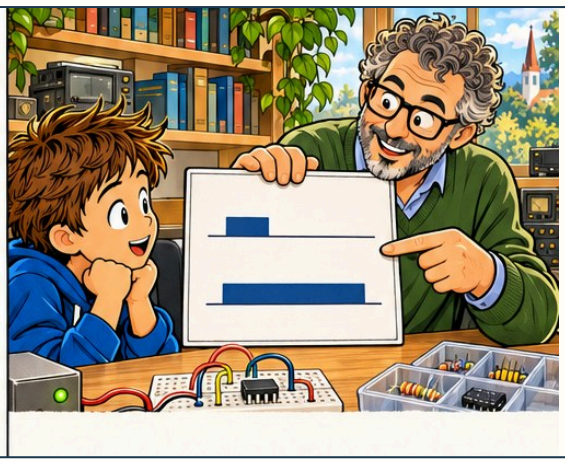


Lucas répète lentement trois appuis. Pour la première fois, le circuit lui répond au doigt.

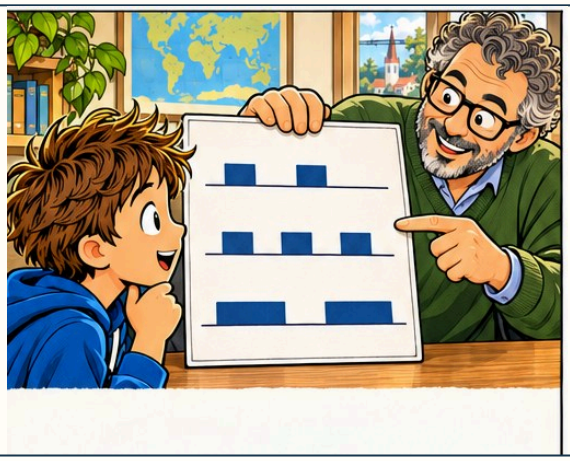
Le Morse, c'est aussi du silence



Lucas frappe vite et mélange tout. Henri lui propose de ralentir et d'écouter les espaces.



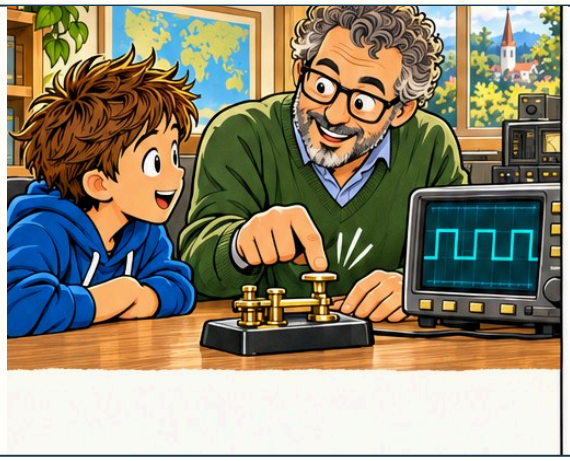
Un point dure une unité ; un trait en dure trois. Entre les éléments d'un caractère, on laisse une unité.



Entre deux caractères, l'espace vaut trois unités ; entre deux mots, sept unités dans le rythme de référence.



« Donc le silence fait partie du message ! » Lucas dessine une bande avec sons et pauses.



Henri choisit un rythme régulier plutôt qu'une course à la vitesse. L'entraîneur ne corrige pas le geste tout seul.



Ils reprennent un motif court. Cette fois, Lucas entend où un caractère finit avant que le suivant commence.

Apprendre à deux



Henri joue un petit motif ; Lucas essaie de le reproduire. Ils échangent ensuite les rôles.



Une réponse hésitante provoque un sourire, pas un jugement. Ils cherchent le passage qui a été mal compris.



Lucas découvre que changer la tonalité peut rendre l'écoute plus agréable, sans changer les durées du Morse.



Le volume, lui, ne remplace ni l'attention ni un rythme lisible. Ils le gardent assez bas pour parler calmement.



Le carnet accueille une séance courte et des pauses. L'objectif des portes ouvertes sera de donner envie.

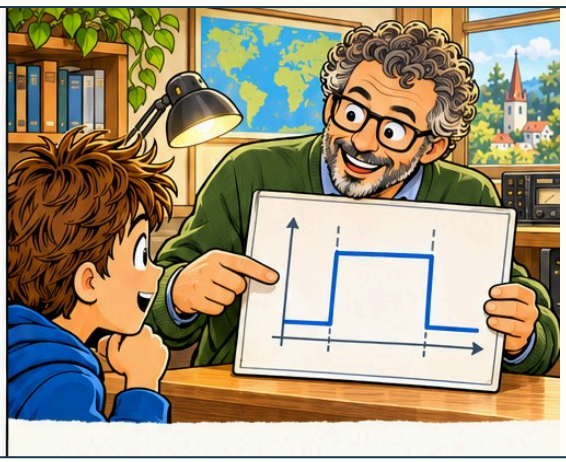


« Je montrerai d'abord comment écouter », décide Lucas. Henri reconnaît une leçon de leur première aventure.

Un petit clic entre les notes



À l'attaque du son, ils entendent un petit clic. « La commutation est brusque », explique Henri.



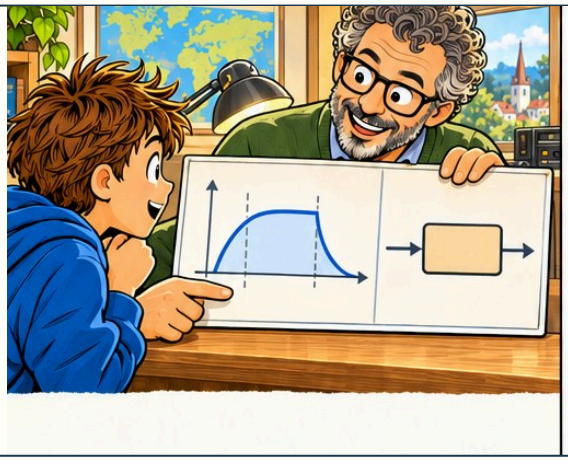
Le signal démarre et s'arrête sans enveloppe adoucie. Le couplage audio ne supprime pas tous ces transitoires.



Lucas vérifie aussi que le module ne sature pas : un niveau trop fort peut rendre le son désagréable.



Ils baissent le niveau et observent le signal. Changer plusieurs choses à la fois brouillerait le diagnostic.



Une commande à enveloppe progressive demanderait un étage supplémentaire, étudié et testé séparément.

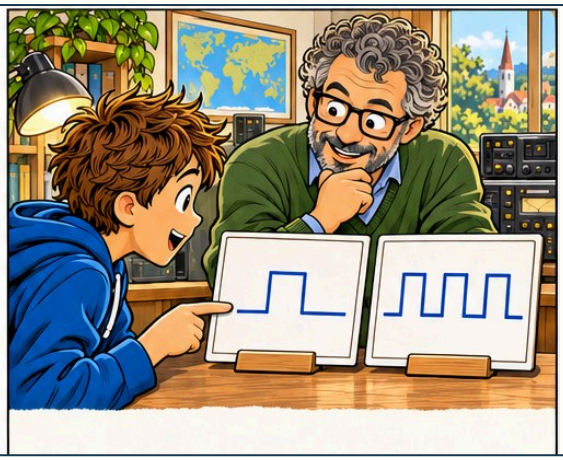


Pour cet entraîneur, ils retiennent un réglage confortable et signalent honnêtement cette limite dans la notice.

Une seconde expérience : une seule impulsion



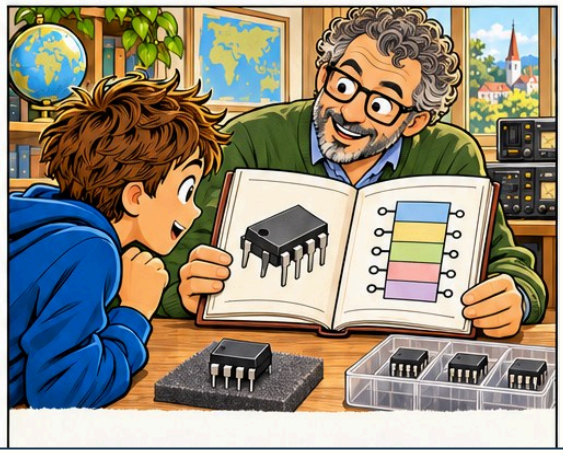
Lucas imagine un témoin qui reste allumé un court instant après un appui. Henri propose le monostable.



Contrairement à l'astable, il attend un déclenchement, produit une impulsion, puis revient au repos.



Ils préparent une autre plaque pour garder l'entraîneur Morse intact. Les deux expériences ne seront pas confondues.



Le même NE555 peut remplir ce rôle avec un autre câblage. Lucas reprend sa fiche des broches.



La durée nominale dépend surtout d'une résistance R et d'un condensateur C : T ≈ 1,1 × R × C.



« Un son continu et une durée unique : même boîtier, autre histoire ! » Il prépare un nouvel essai.

Le plan du monostable



Sur cette seconde plaque : 1 à la masse, 8 et 4 au +5 V ; mêmes précautions de découplage que précédemment.



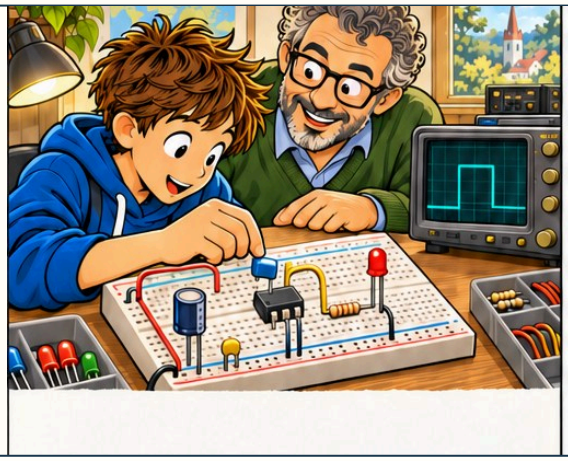
Les broches 6 et 7 sont reliées au même nœud. R = 100 kΩ relie ce nœud au +5 V.



C = 10 µF relie ce nœud à la masse, avec sa borne positive côté 6–7 pour le composant choisi.



La broche 2 reçoit un rappel de 10 kΩ au +5 V et un bouton d'essai vers la masse.



La broche 5 reçoit 10 nF vers la masse ; la sortie 3 commande une LED avec sa résistance de 2,2 kΩ.



Lucas distingue ce schéma de l'astable. « Ici, 2 n'est pas reliée à 6 ! » Leur contrôle évite la confusion.

Une impulsion brève pour démarrer



Au repos, la broche 2 est haute et la sortie est basse. Le condensateur de durée est déchargé.



Un bref appui abaisse TRIG sous un tiers de VCC ; la sortie monte et C commence à se charger.



Lucas relâche aussitôt le bouton. Le déclenchement doit finir avant la durée prévue.



Si TRIG reste bas, le comportement de fin d'impulsion n'est plus celui d'un déclenchement bref correctement préparé.



« Tenir le bouton n'est donc pas une bonne façon de mesurer T ! » Ils recommencent avec un appui court.



Une vraie entrée automatique demandera un signal de déclenchement propre, compatible avec les limites de la fiche.

Une seconde environ, pas une horloge



Avec R = 100 000 Ω et C = 0,000 010 F, T ≈ 1,1 × 100 000 × 0,000 010 = 1,1 s.



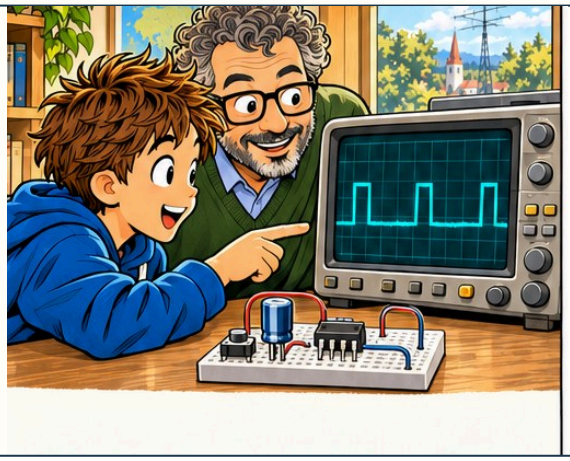
Lucas déclenche une fois, puis observe l'allumage et l'extinction du témoin.



Le condensateur de 10 µF possède une tolérance et des fuites. La durée réelle peut s'éloigner du résultat nominal.



Pour des durées longues et précises, ce simple RC n'est pas forcément le meilleur choix.



Ils mesurent plusieurs impulsions avec un instrument adapté, sans transformer leurs essais en garantie de précision.



Lucas écrit : « Temporiser une action, oui ; remplacer une horloge de référence, non. »

Commander un relais de démonstration



Henri propose une petite bobine de relais 5 V, environ 20 mA, pour montrer une commande indirecte.



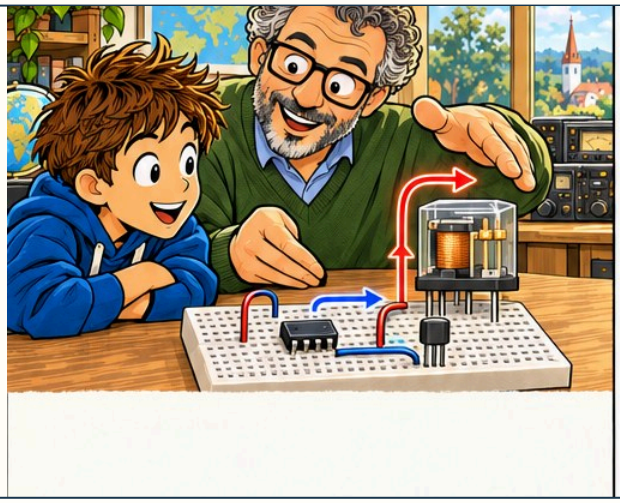
La sortie 3 rejoint la base d'un NPN adapté par 1 kΩ ; une résistance de 10 kΩ relie base et émetteur.



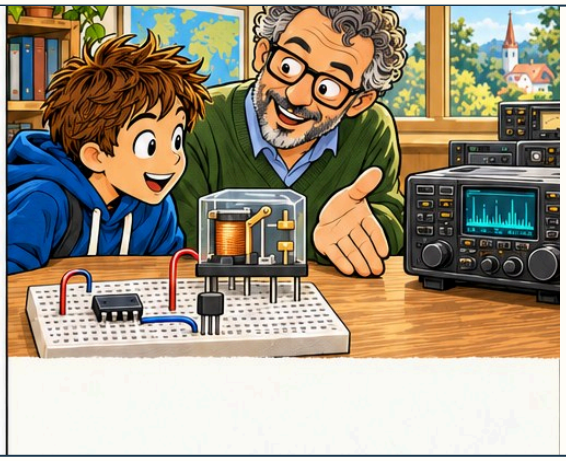
L'émetteur va à la masse ; le collecteur à une borne de bobine ; l'autre borne de bobine au +5 V.



Ils vérifient le brochage réel du transistor et son courant admissible dans sa fiche : tous les NPN ne se ressemblent pas.



La sortie du 555 pilote la base, tandis que le transistor commute le courant de la bobine.



Les contacts du relais restent sans charge pendant cet essai. Aucune entrée PTT de radio n'est raccordée.

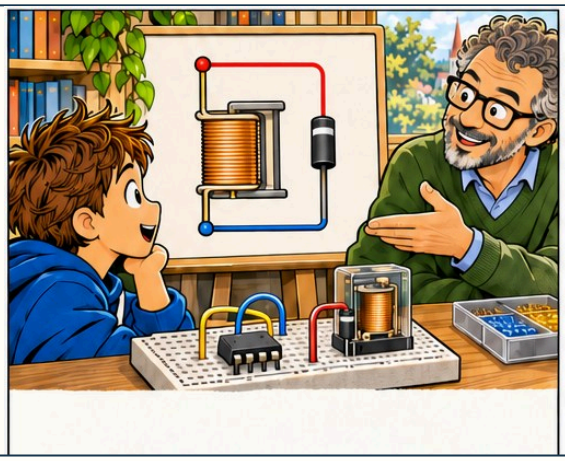
La diode qui attrape le retour



« Il manque une pièce près de la bobine », dit Henri. La coupure d'un courant inductif peut produire une surtension.



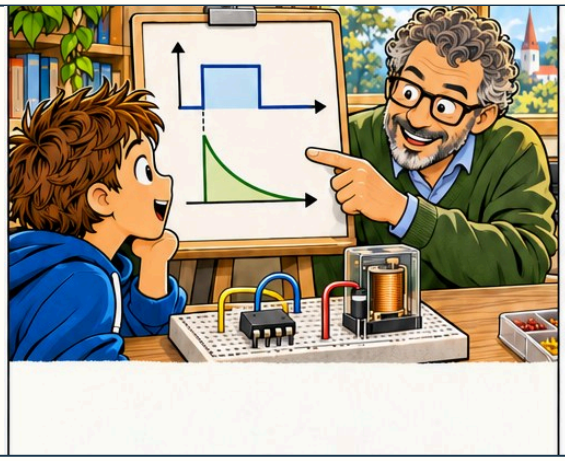
Une diode 1N4007 se place en parallèle sur la bobine : cathode au +5 V, anode au collecteur.



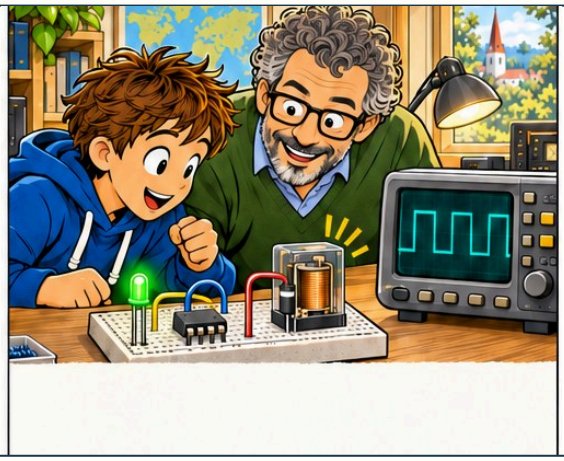
En marche normale, elle est bloquée. À la coupure, elle offre un chemin au courant de la bobine.



Lucas repère l'anneau de cathode avant de brancher. Une diode inversée serait un défaut, pas une protection.



Cette roue libre ralentit aussi la retombée du relais. Le choix d'une protection dépend de l'application.

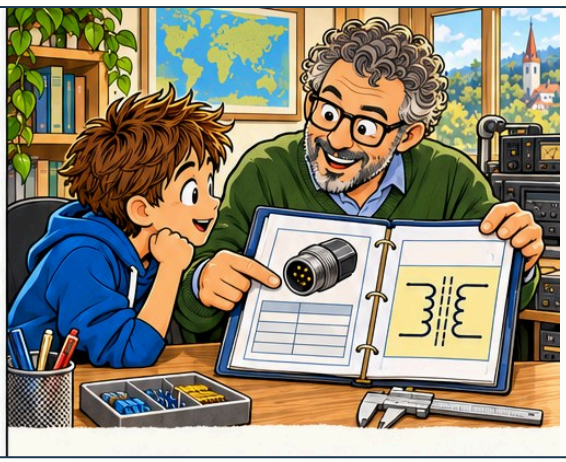


Ils vérifient le câblage hors tension, puis déclenchent le monostable. Le petit clic mécanique suit le témoin.

Une idée radio, avec son interface



Lucas pense à temporiser un accessoire de station. Henri lui demande d'abord de lire sa notice.



Une commande PTT ou un accessoire peut exiger une isolation, une polarité et des niveaux très particuliers.



Le relais de démonstration ne devient pas une interface universelle. Les contacts ont eux aussi des limites.



Ils dessinent seulement une fonction de temporisation, séparée de la station par un bloc d'interface à étudier.



« Nous n'essaierons pas sur un poste pour voir ce qui arrive », décide Lucas en rangeant le câble.



Leur essai prouve un principe de commande. Une application réelle demandera sa propre conception et sa validation.

Les contacts qui tremblent



Lucas observe des détails irréguliers au moment d'un appui. Un contact mécanique peut rebondir plusieurs fois.



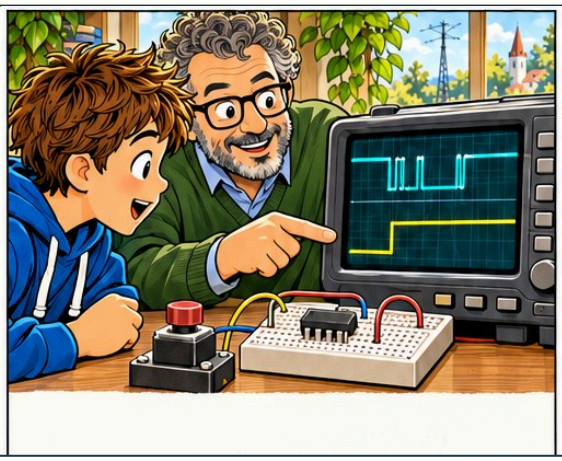
« Un seul geste n'est pas toujours un seul front électrique », explique Henri avec un tracé.



Un 555 peut participer à un anti-rebond, mais un monostable quelconque ne supprime pas tous les cas gênants.



La durée choisie, la forme du déclenchement et l'état au démarrage doivent correspondre au besoin.

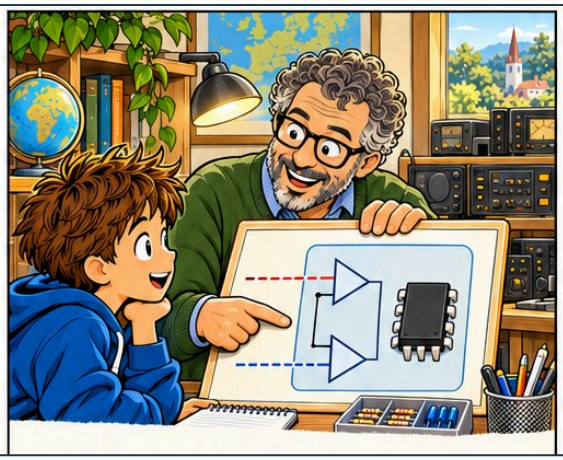


Ils observent l'entrée et la sortie ensemble avant de juger le résultat. Le témoin seul peut cacher des détails.



Lucas ajoute une question à sa fiche : « Quel signal entre vraiment dans mon circuit ? »

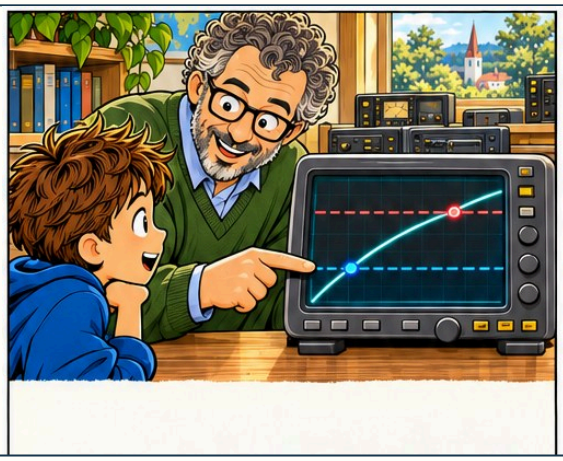
Deux seuils pour éviter l'hésitation



Henri relie les broches 2 et 6 pour présenter le principe d'un déclencheur de Schmitt au 555.



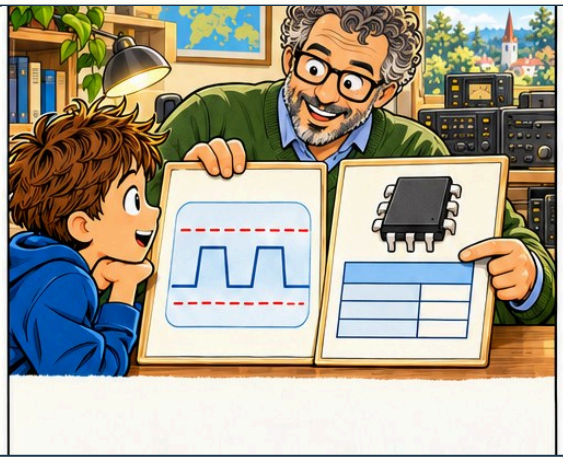
Cette fois, une tension d'essai adaptée commande ce nœud ; la broche 7 n'est pas utilisée dans la démonstration.



En descendant sous environ VCC/3, l'entrée commande une sortie haute. En montant au-dessus de 2VCC/3, elle la rend basse.



Entre les deux seuils, l'état précédent est conservé. Cette hystérésis évite certaines commutations hésitantes.



La tension appliquée doit rester dans les limites admises. Un signal quelconque ne se branche pas directement.



Lucas suit une lente montée puis une descente sur le dessin. Il comprend pourquoi les deux seuils comptent.

Garder un état : le bistable



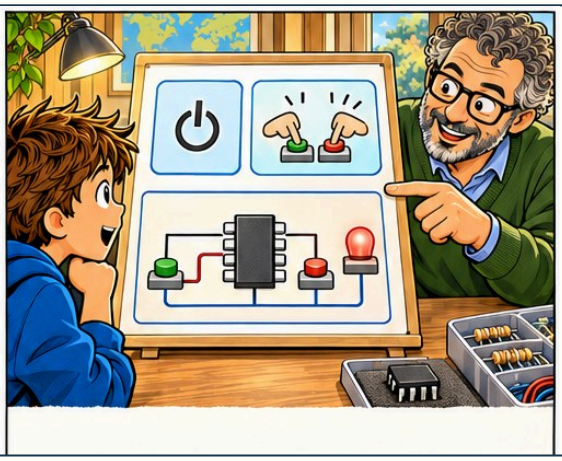
Lucas propose un témoin qui resterait allumé jusqu'à un ordre d'arrêt. Henri évoque le mode bistable.



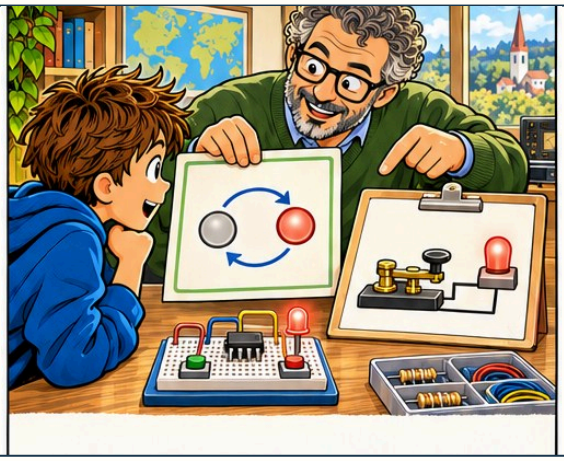
Dans un montage adapté, TRIG donne l'ordre de mise à l'état haut ; RESET peut imposer l'état bas.



Les entrées doivent garder des niveaux définis. THRES ne doit pas provoquer de commutation involontaire.



Le comportement à l'allumage et les commandes simultanées se préparent : une mémoire ne devine pas l'intention.



Ils gardent cette application au stade du schéma fonctionnel, sans l'ajouter à leur entraîneur Morse.

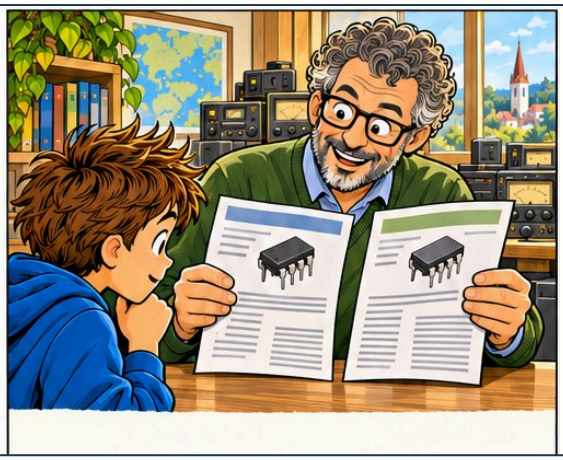


« Osciller, durer, mémoriser : je vois enfin la différence », dit Lucas devant ses trois cartes.

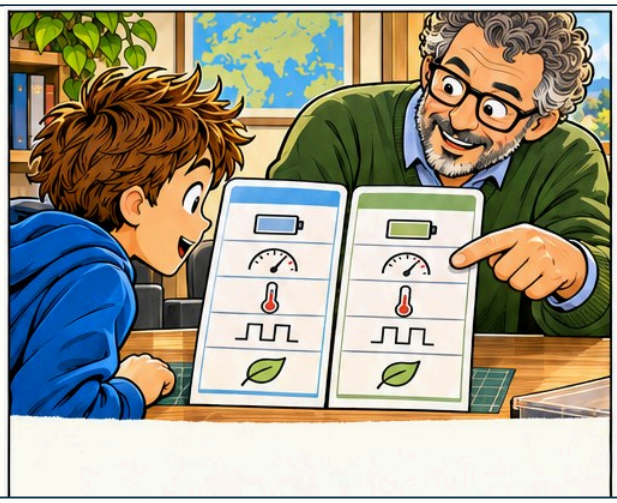
Des cousins CMOS



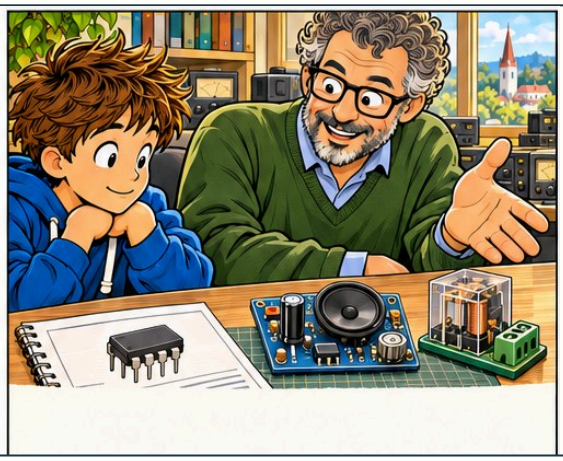
Sur une autre boîte, Lucas lit TLC555. « Même numéro, exactement le même composant ? »



Henri compare les fiches : certaines versions CMOS consomment moins au repos et acceptent d'autres plages d'alimentation.



Les courants de sortie, les seuils garantis et les limites absolues peuvent être différents.



Une broche au même endroit ne garantit pas le même comportement avec notre module audio ou notre relais.



Les recommandations de découplage et les caractéristiques d'entrée restent à vérifier pour la référence choisie.



Ils conservent le NE555 prévu dans l'appareil. Lucas sait maintenant comment préparer un remplacement raisonné.

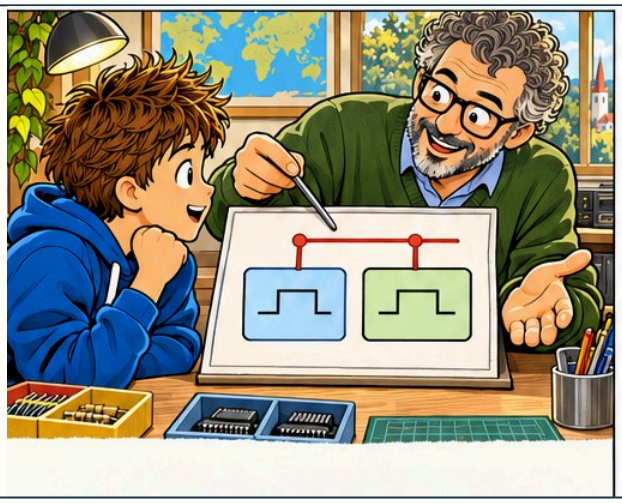
Deux temporisateurs dans un NE556



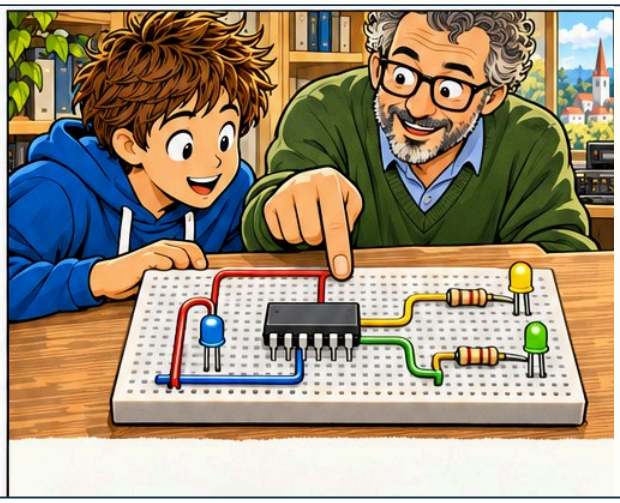
Le NE556 réunit deux temporisateurs dans un même boîtier. Lucas imagine une tonalité et une durée séparées.



Henri lui montre le brochage : ce boîtier à quatorze broches n'est pas deux NE555 que l'on câble par habitude.



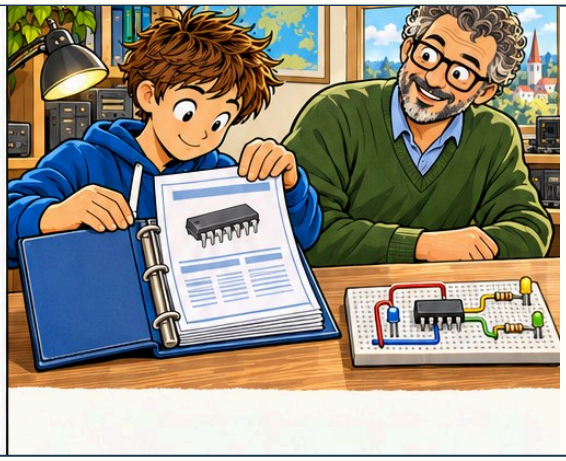
Chaque section possède ses entrées et sa sortie. Les deux partagent l'alimentation.



Un découplage et un routage soignés aident à éviter qu'une section perturbe l'autre.



Ils dessinent une sirène pédagogique à deux blocs, mais gardent la réalisation de cet album centrée sur leur projet.



« Plus de fonctions demande aussi plus de vérifications », note Lucas en rangeant la fiche du NE556.

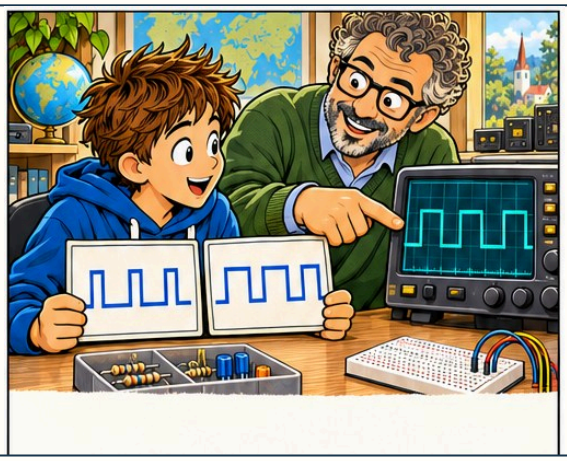
La broche 5 et l'idée de modulation



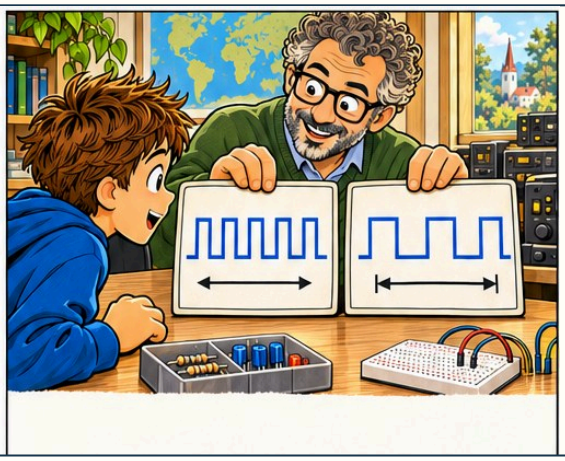
Lucas revient à CONT, la broche 5. « Peut-on y faire varier le comportement du circuit ? »



Henri explique qu'une tension de commande adaptée déplace les références internes.



Selon le montage, cela permet une modulation de largeur d'impulsion ou une variation du rythme.



Sur notre astable simple, agir sur les références peut aussi modifier la fréquence : la PWM n'est pas indépendante par magie.



Une vraie commande PWM se choisit et se dimensionne pour sa charge, avec un étage de puissance approprié.



Ils gardent ce principe comme piste d'étude. Aucun moteur ni charge importante n'est ajouté à la sortie 3.

Le piège du générateur radio universel



« Et si notre 555 devenait un émetteur ? » Henri distingue fréquence audio et porteuse radio stable.



Le NE555 convient ici à une tonalité et à des temporisations. Son RC n'est pas une référence RF précise.



Le signal rectangulaire contient des harmoniques ; un fil trop long peut transporter des perturbations.



Un oscillateur de laboratoire ne devient pas un émetteur propre en ajoutant simplement une antenne.



Pour une expérience radio, il faudrait concevoir stabilité, adaptation, filtrage et cadre d'utilisation.



Lucas laisse donc l'antenne de côté : leur appareil rend déjà un vrai service en restant un entraîneur local.

Quand le rythme gêne la réception



Pendant une écoute au club, ils remarquent un bruit qui change lorsque l'entraîneur est allumé.



« Une coïncidence ? » Ils comparent plusieurs fois marche et arrêt, sans modifier les réglages du récepteur.



La répétition leur donne un indice, pas encore la liste complète des chemins de perturbation.



Ils éloignent le montage, raccourcissent les liaisons et vérifient le découplage avant de refaire la comparaison.



Henri distingue le signal utile dans le haut-parleur et les parasites indésirables qui quittent le montage.



Lucas retrouve une règle du tome 1 : partager le spectre, c'est aussi prendre soin de ce que l'on construit.

Comparer pour comprendre



Ils changent une seule chose : la position du câble audio. Puis ils comparent de nouveau marche et arrêt.



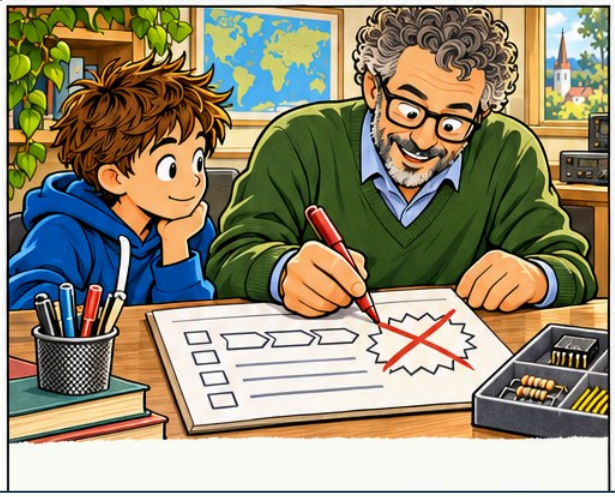
Lucas inscrit distance, câblage et alimentation utilisés. Sans ces détails, le prochain essai serait difficile à comparer.



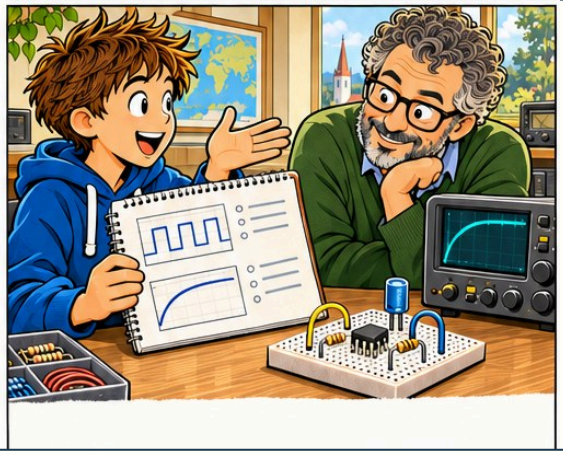
Une amélioration locale ne prouve pas que tout le spectre est propre. Leur récepteur n'est pas un laboratoire complet.



Un montage final compact et correctement découplé sera préférable au prototype étalé sur de longs fils.



Ils évitent d'inventer une conformité ou une mesure qu'ils n'ont pas établie.



« Je peux expliquer ce que j'ai essayé et ce qui reste à vérifier », dit Lucas. Henri approuve sa méthode.

Et pour fonctionner sur batterie ?



Lucas rêve d'emporter l'entraîneur au jardin. Ils commencent par estimer la consommation de l'ensemble.



Le module audio, le volume et le haut-parleur comptent autant que le temporisateur pour l'autonomie.



La batterie devra alimenter un régulateur adapté pour garder les 5 V prévus ; ils suivent les notices choisies.



Une source capable de fournir beaucoup de courant demande une protection adaptée contre les courts-circuits.



Henri propose de terminer d'abord la version sur alimentation isolée. Le besoin portable sera documenté séparément.

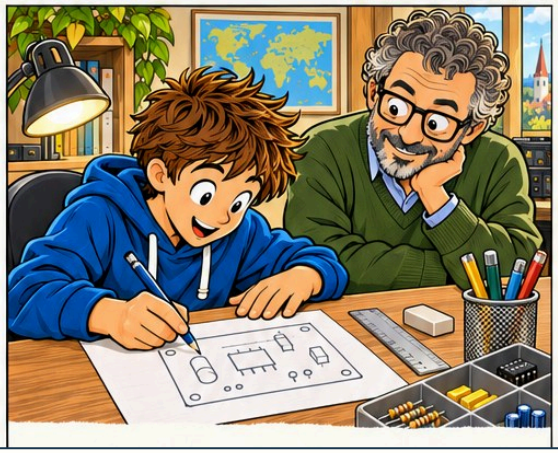


« Une autonomie ne se promet pas avec la seule capacité écrite sur une pile », conclut Lucas.

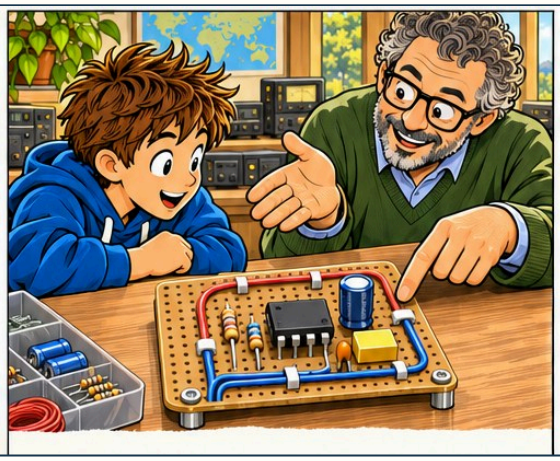
Préparer un montage durable



La plaque d'essai a rendu service. Pour les portes ouvertes, il faut éviter les cavaliers qui se débranchent.



Ils préparent un plan d'implantation compact, avec accès aux commandes et aux points de test.



Le découplage reste près du 555 ; les retours de courant audio ne font pas de détour dans le circuit de rythme.



Les fils de la clé et du haut-parleur sont rangés. Les connexions ne doivent pas supporter la traction des câbles.



Henri prend en charge les opérations de fabrication avec les outils et protections adaptés, hors de l'atelier de lecture.

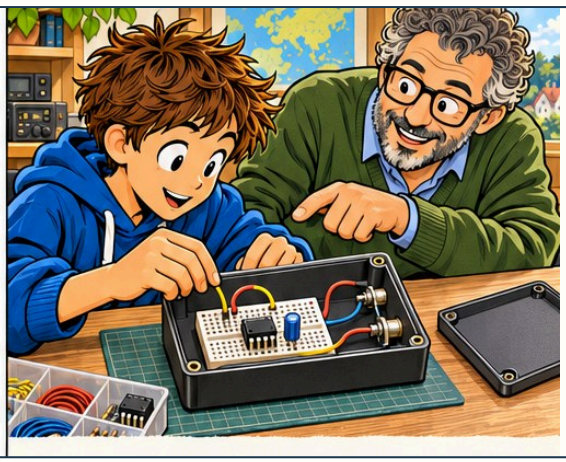


Lucas vérifie ensuite la continuité, les polarités et le plan avant toute remise sous tension.

La boîte qui explique son usage



Lucas choisit une façade simple : marche, tonalité, volume et prise de clé clairement identifiés.



Le circuit est fixé dans un boîtier adapté ; aucun fil nu ne vient toucher une partie conductrice.



Le passage des câbles est protégé. Ils vérifient que tourner un bouton ne tire pas sur les connexions.



L'alimentation prévue et sa polarité seront indiquées sur la notice et près du connecteur adapté.



La clé reste une commande de cet entraîneur seulement ; une prise ressemblante n'autorise pas un branchement sur un poste.

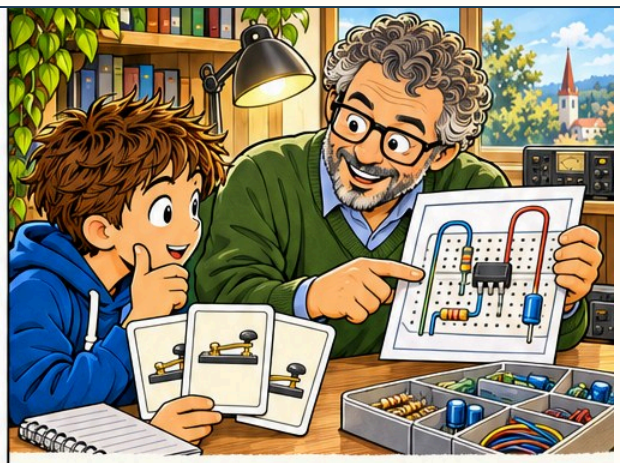


Lucas fait un essai sans explication. Les gestes doivent être évidents pour le prochain visiteur.

Une notice pour le prochain débutant



Dans la notice, ils expliquent le but : apprendre le rythme Morse avec un son local, sans émettre.



Le schéma indique les broches, les valeurs, l'alimentation et les deux états de la clé.



La nomenclature distingue les condensateurs de rythme, de liaison et de découplage.



Ils ajoutent les calculs nominaux, les limites, la référence des composants et les points de mesure.



Une petite page raconte la panne du cavalier et leur méthode de recherche. Les erreurs ont leur place.



Lucas relit la notice comme s'il arrivait au club pour la première fois. Il simplifie encore une phrase.

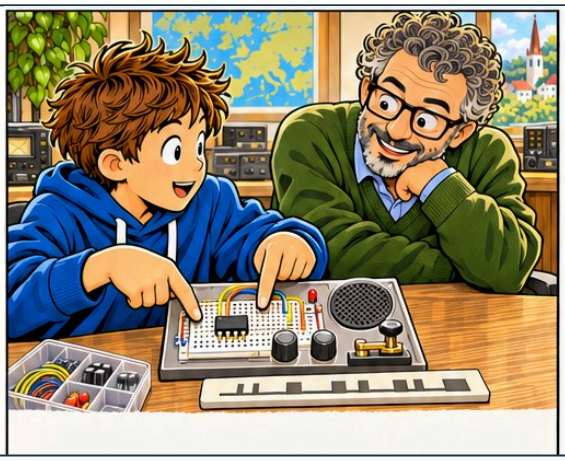
La répétition générale



La veille des portes ouvertes, Henri s'assoit à la place d'un visiteur. Lucas présente son atelier.



« D'abord écouter. Ensuite essayer. Et enfin expliquer ce qui change quand on tourne ce bouton. »



Il fait distinguer tonalité, volume et rythme. Henri pose une question volontairement simple.



Lucas montre les trois blocs dans le carnet, puis laisse son visiteur de répétition manipuler la clé.



Une note manque au milieu du motif. Ils échangent un regard : le petit appareil réserve encore une surprise.



Lucas garde son calme et baisse le volume. Il vient de retrouver son rôle d'enquêteur.

Le dernier mystère



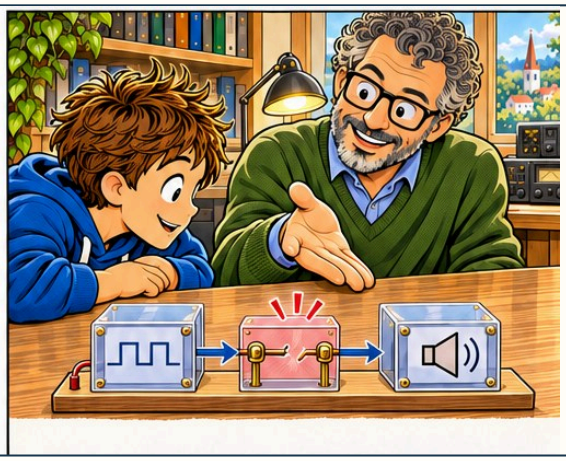
Cette fois, le circuit de rythme fonctionne encore : la sortie 3 montre des créneaux lorsque la clé est appuyée.



Lucas vérifie l'alimentation puis la chaîne audio. Il ne remplace pas le NE555 par réflexe.



Hors tension, il découvre un fil desserré sur le chemin du curseur de volume.



« Le rythme était là ; le son n'arrivait plus à l'amplificateur ! » La séparation en blocs l'a guidé.



Ils réparent la connexion et contrôlent sa tenue. Un nouvel essai retrouve une tonalité régulière.



Henri reprend sa place de visiteur. Lucas ajoute un contrôle des connecteurs à sa préparation.

Le jour des portes ouvertes



Au matin, la petite boîte attend sur une table dégagée. Lucas règle un volume doux et une tonalité confortable.



Il commence par faire écouter un motif. Henri le regarde laisser à chacun le temps de comprendre.



Le visiteur essaie la clé. Une suite hésitante devient plus régulière après une pause et une nouvelle écoute.



Lucas ouvre son carnet : « Le NE555 fait la note ; c'est votre geste qui lui donne un rythme. »



Il montre la montée et la descente du condensateur, puis revient au son entendu. La technique rejoint l'expérience.



Un sourire suffit à dire que l'atelier fonctionne. Henri laisse désormais Lucas guider la découverte.

Ce que huit pattes nous ont appris



Après l'atelier, Lucas retrouve les trois cartes : osciller, temporiser et mémoriser.



Il ajoute le transistor qui aide une charge et la diode qui protège la bobine à la coupure.



Henri lui demande ce qu'il retiendra surtout. Lucas regarde son carnet de calculs et de pannes.



« Vérifier les broches. Garder les unités. Mesurer le bon point. Et comprendre avant de changer. »



Il montre aussi la notice : une idée devient utile quand une autre personne peut la reprendre sans deviner.



Ils rangent les pièces inutilisées. Le petit boîtier noir a donné du rythme à une journée entière de rencontres.

Le prochain rythme sera le vôtre



Le local retrouve son calme. Lucas appuie une dernière fois sur la clé : une courte note, puis le silence.



Il se souvient de son arrivée au club et des conseils d'Henri : écouter, chercher et partager.



« Nous avons tout appris sur le 555 ? » — « Assez pour savoir poser de meilleures questions. »



L'entraîneur, son schéma et sa notice restent prêts pour le prochain débutant. Leur aventure tient dans une vraie boîte.



Lucas referme le carnet, puis le rouvre pour y dessiner une nouvelle idée. Henri lui tend un crayon.



Dehors, les antennes découpent le ciel. Dedans, huit petites pattes ont fait grandir l'envie d'expérimenter.