

Petite introduction à Crocodile Clips

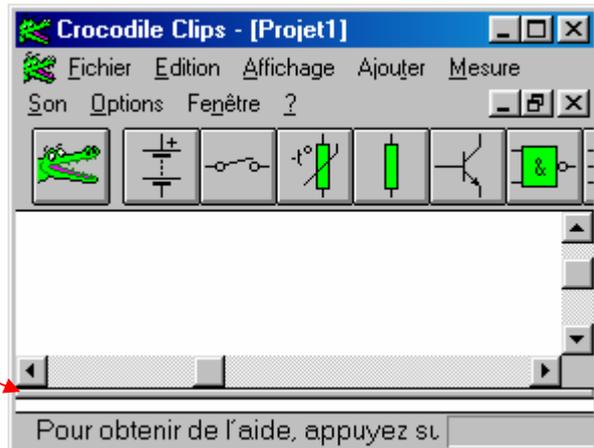
Ce que j'apprécie par dessus tout avec ce logiciel, c'est sa facilité d'emploi, sa simplicité. Pas besoin de fastidieux aller-et-retour entre le logiciel et le manuel pour commencer à travailler, à simuler. La prise en main est intuitive.

On prend les composants à la souris en maintenant le bouton gauche enfoncé, on dépose le composant sur la feuille de travail en lâchant le bouton. On répète l'opération pour tous les composants. Ensuite, on établit les liaisons (on soude les fils!) à l'aide de la souris. On clique, avec le bouton gauche, sur l'extrémité d'un composant puis on rejoint l'extrémité du composant à relier, une petite pastille noire apparaît alors (la soudure!) on relâche la pression sur le bouton et le tour est joué.

On place alors les sondes de l'oscilloscope (bouton : ). On peut placer jusqu'à 4 sondes.

Il suffit ensuite de soulever la barre placée tout en bas de la fenêtre de travail pour faire apparaître l'oscilloscope.

barre à soulever à la souris pour faire apparaître l'oscilloscope



Ou bien cliquer sur le bouton :

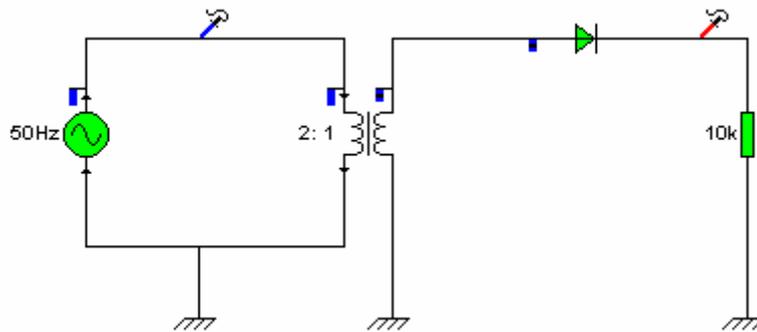


Voici quelques montages classés par thèmes :

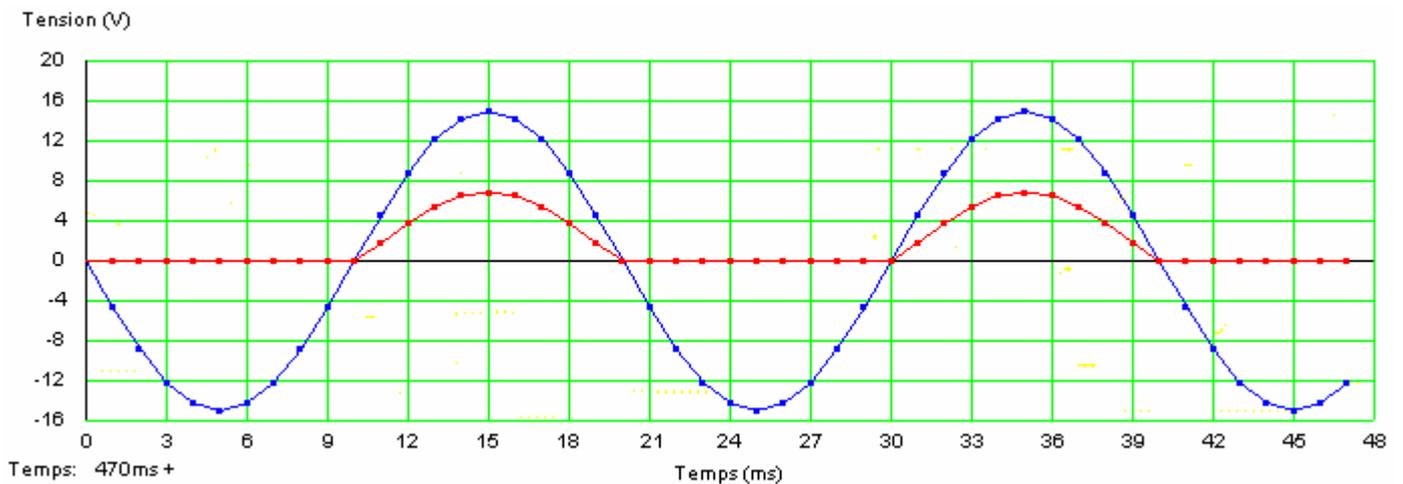
Diode

Redressement monoalternance :

[\(fichier: crocodile/diode/diode1\)](#) [un clic sur le lien hypertexte ci-contre permet d'ouvrir le montage correspondant dans Crocodile Clips si celui-ci est installé sur l'ordinateur et évidemment si vous lisez ceci sur votre PC].



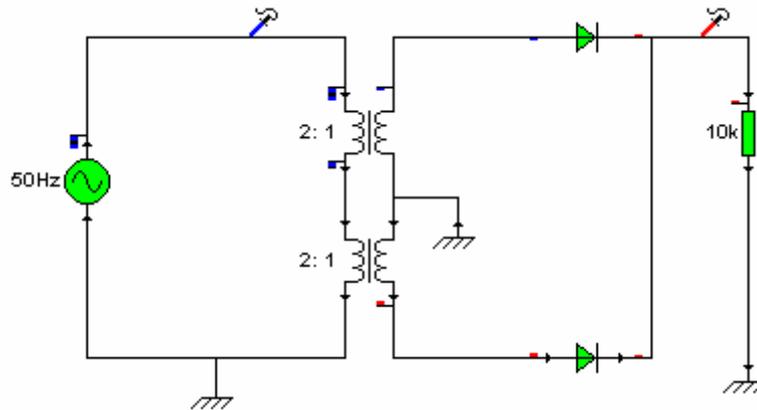
Ce montage illustre l'emploi des masses afin de visualiser correctement les tensions à l'aide de l'oscilloscope. Au début, l'absence de guide sur ce terrain peut entraîner de sérieuses pertes de temps. Le tracé de l'oscilloscope de Crocodile Clips figure ci-dessous :



L'onde de tension a une valeur moyenne de V_s/π , V_s étant la tension au secondaire du transformateur. Ce transformateur permet de modifier V_s (en choisissant un transfo de rapport de transformation qui convient), la tension primaire restant constante. De plus, il permet d'isoler galvaniquement le montage du réseau.

Le modèle de la diode prend en compte la chute de tension de 0,6 V, comme on peut l'observer sur la courbe tension/temps de la diode.

Redressement bi-alternance à l'aide d'un transformateur à point milieu :



[\(fichier: crocodile/diode/diode2\)](#)

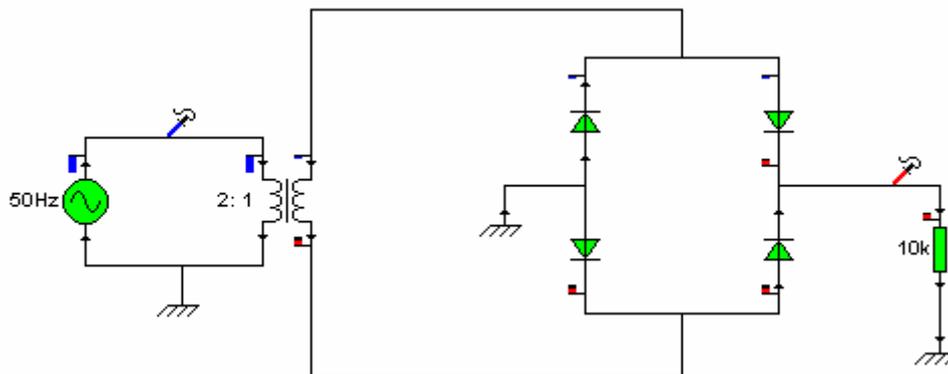
En abaissant la fréquence du générateur de tension alternative sinusoïdale à 0,1 Hz, on peut observer le fonctionnement du montage "au ralenti". On voit bien alors les séquences de conduction des diodes (le courant est visualisé par une petite flèche noire sur le fil, voir sur le schéma ci-dessus la diode du dessous). Simultanément les tensions en différents points du montage sont données par les petits bargraphes (bleu = tension négative, rouge = tension positive).

La possibilité de descendre assez bas en fréquence permet d'observer le fonctionnement et de le faire comprendre aux élèves sans problème.

Le bouton  permet de figer momentanément le fonctionnement.

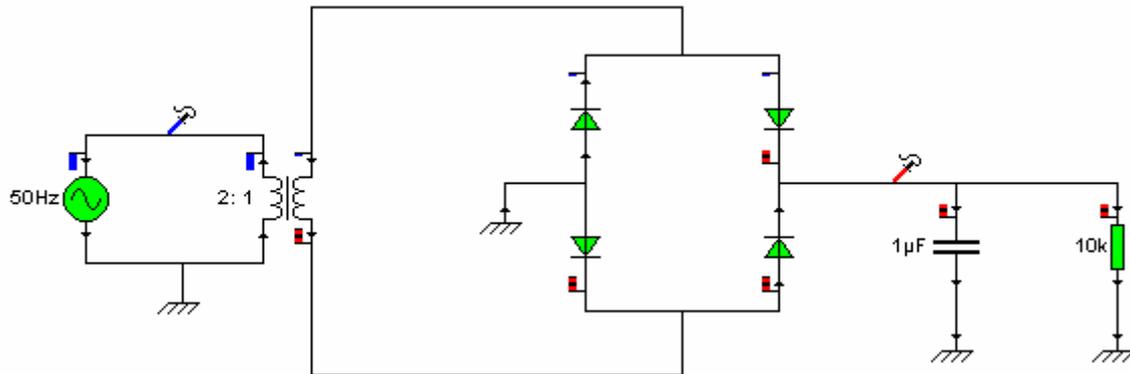
Le gain de temps et de compréhension par rapport à l'utilisation du seul tableau est considérable.

Redressement bi-alternance à l'aide d'un pont de quatre diodes :



[\(fichier: crocodile/diode/diode3\)](#)

Redressement bi-alternance et filtrage de la tension produite :

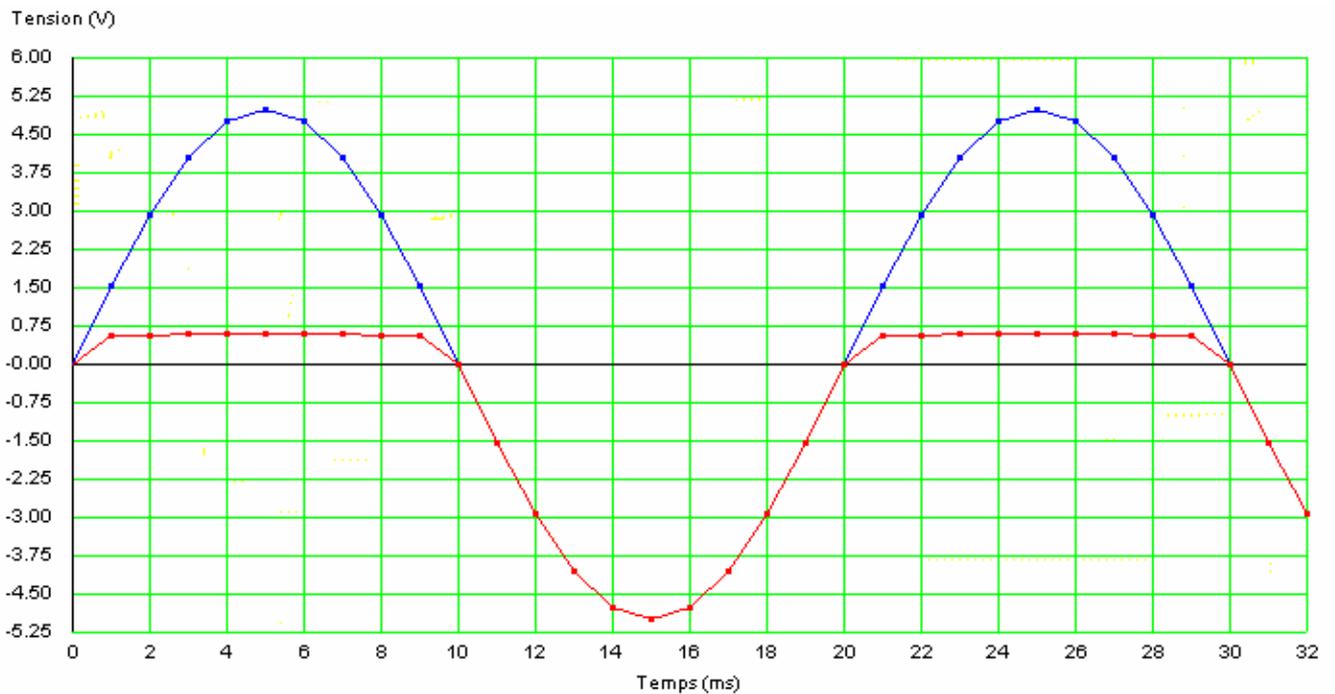
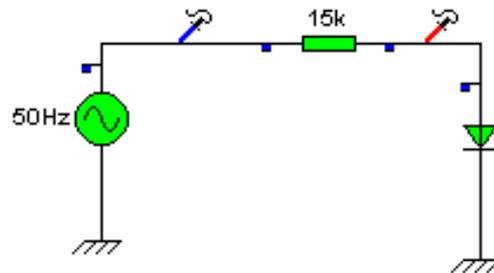


[\(fichier: crocodile/diode/diode4\)](#)

Il faut modifier les valeurs du condensateur afin de montrer son rôle de réservoir d'énergie permettant de "combl" les trous de tension. Modifier la valeur de la résistance de charge est également intéressant.

Ecrêteur de tension :

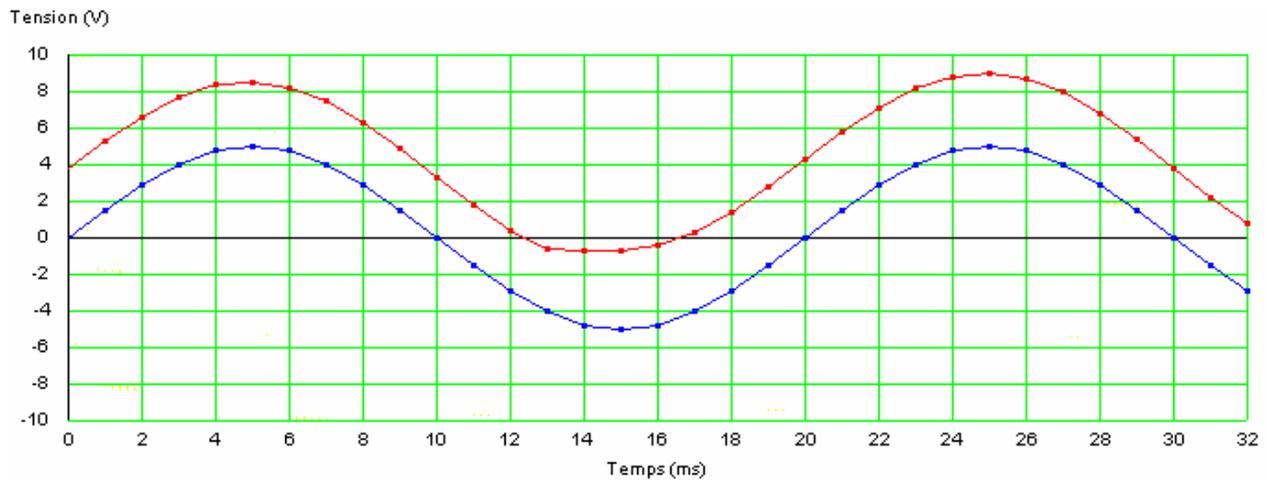
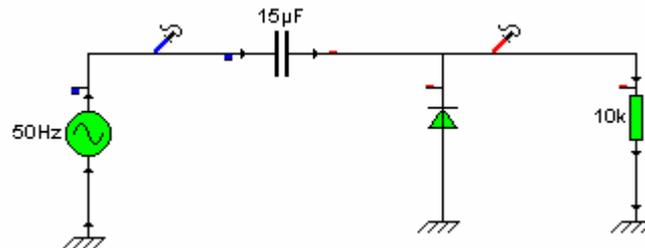
[\(fichier: crocodile/diode/diode5\)](#)



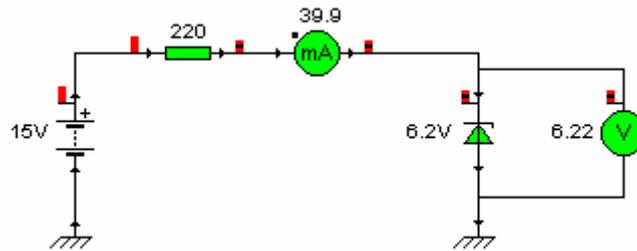
les fichiers [crocodile/diode/diode6](#) et [crocodile/diode/diode7](#) présentent un écrêteur agissant sur la tension positive mais de manière plus importante et un écrêteur agissant sur l'alternance négative. Le fichier [crocodile/diode/diode8](#) montre un écrêteur agissant de manière dissymétrique sur l'alternance positive et sur l'alternance négative.

Diode de décalage de tension (clamping) :

fichier: [crocodile/diode/diode9](#)



Régulation de tension par diode zener et étude du point de fonctionnement sans charge :

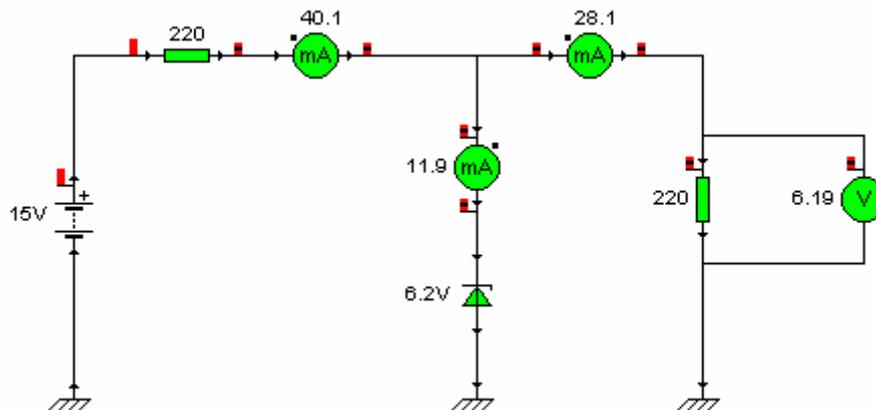


fichier: [crocodile/diode/zener1](#)

Modifier la d.d.p. de la source, puis la valeur de la résistance.

Régulation de tension par diode zener et étude du point de fonctionnement avec charge :

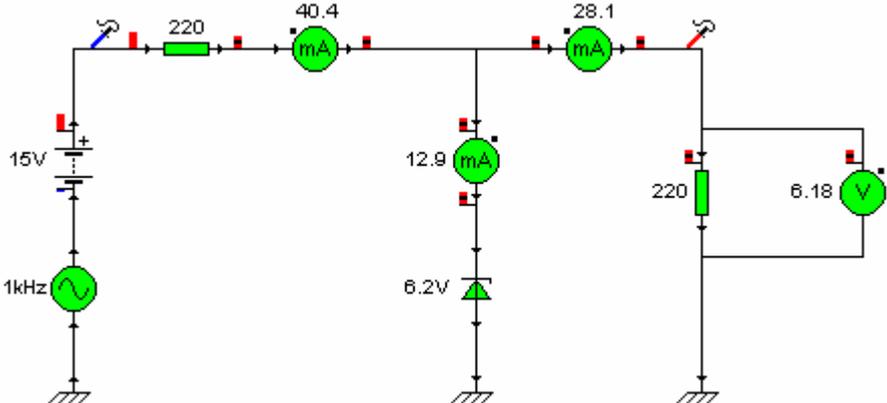
fichier: [crocodile/diode/zener2](#)



Modifier la valeur de la résistance de charge, notamment en la diminuant afin d'observer le passage par le point limite où la zener devient équivalent à un interrupteur ouvert. Modifier la tension d'alimentation, observer et retrouver les valeurs limites.

Régulation de tension par diode zener et étude du point de fonctionnement avec charge, tension d'alimentation "bruitée" :

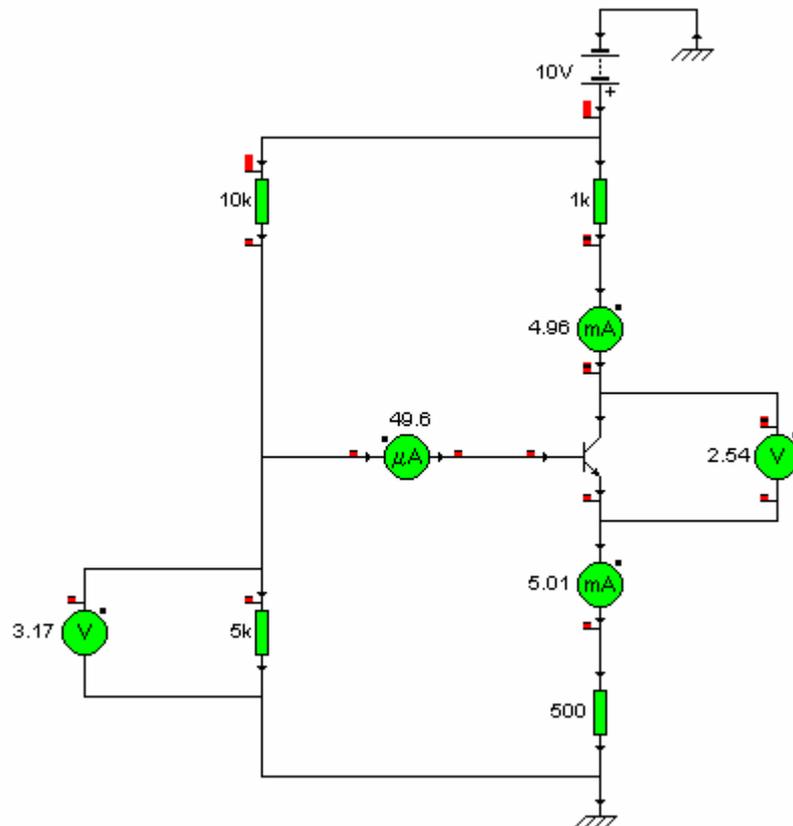
fichier: [crocodile/diode/zener3](#)



transistor

Transistors

Polarisation d'un transistor NPN une source de tension et pont de résistance :

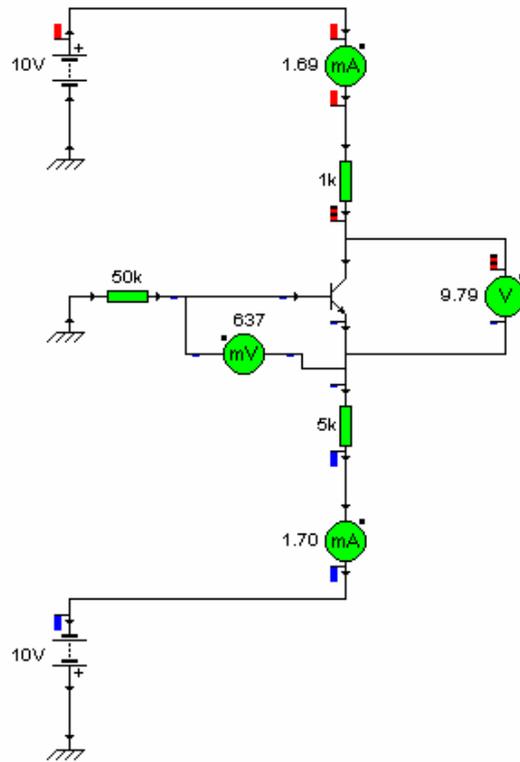


fichier: [crocodile/transistor/tranpol1](#)

Faire effectuer les calculs par les élèves en prenant $V_{be} = 0,7 \text{ V}$. Faire chercher d'où peuvent provenir les différences entre les mesures sur le circuit et les calculs. Mesurer V_{be} sur le circuit.

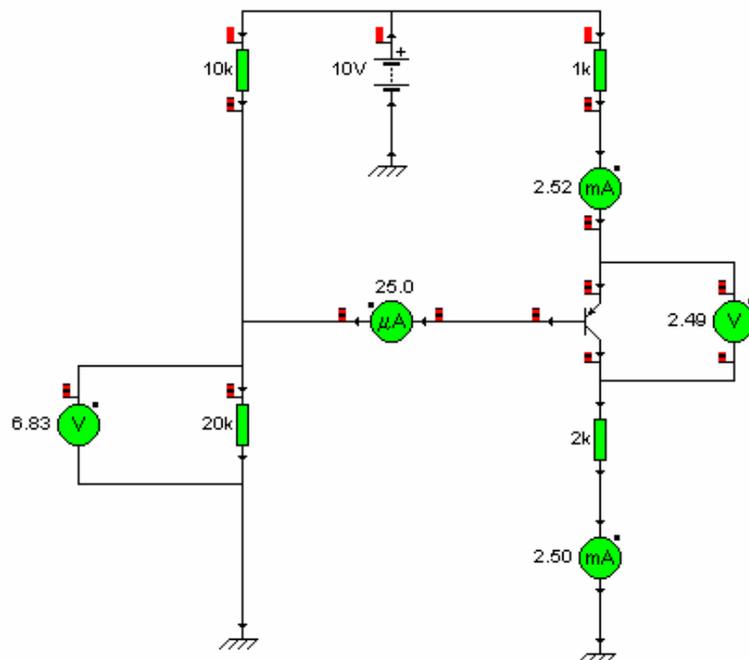
Polarisation d'un NPN par deux sources de tensions :

fichier: [crocodile/transistor/tranpol2](#)

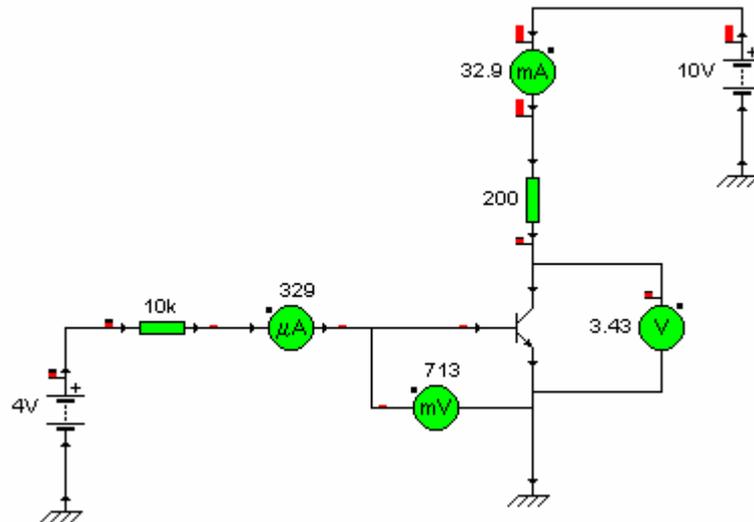


Point de polarisation d'un PNP :

fichier [crocodile/transistor/pnppol3](#)



Point de polarisation d'un NPN :

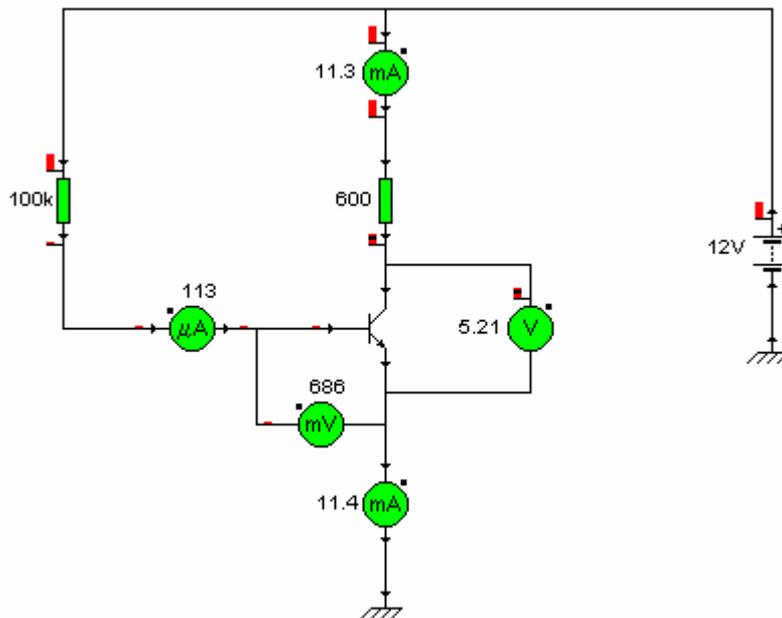


fichier: [crocodile/transistor/npn1](#)

On peut faire effectuer les calculs et les confronter à la "réalité".

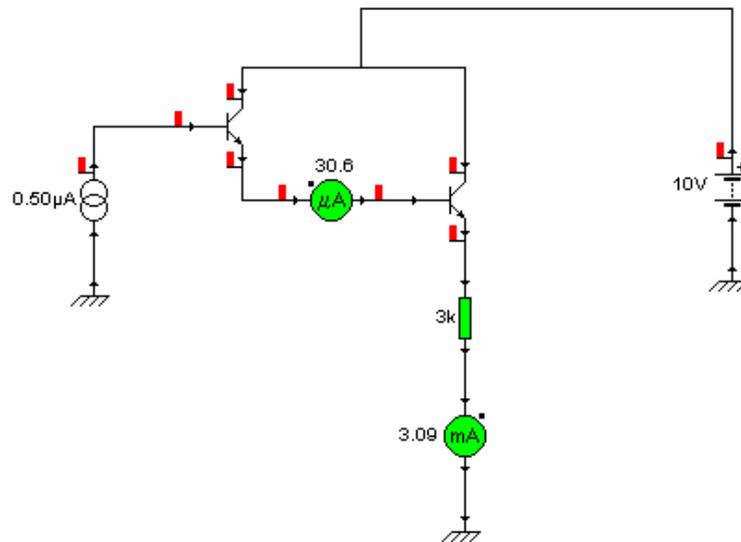
Autre point de polarisation d'un NPN :

fichier: [crocodile/transistor/npn2](#)



Montage Darlington :

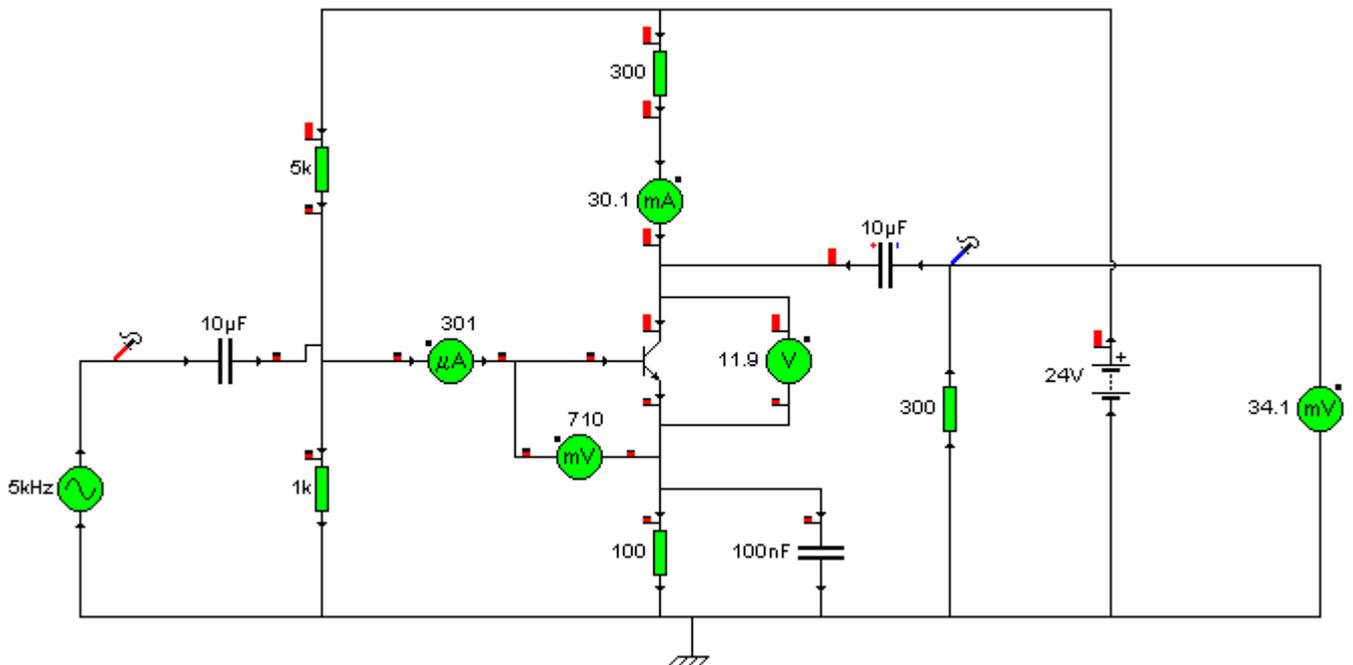
fichier: [crocodile/transistor/darlingt](#)



Amplificateur "classe A" :

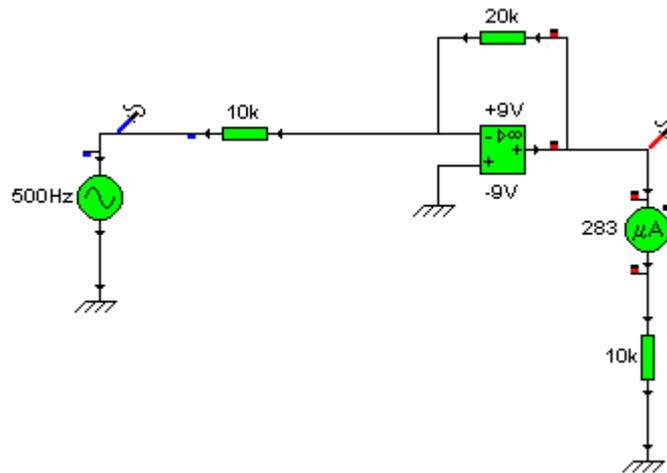
fichier: [crocodile/transistor/classA](#)

Effectuer les différents calculs: point de polarisation, gain en tension, en courant, en puissance. Visualiser les tensions d'entrée, de sortie. Modifier la valeur des composants, le gain du transistor (double cliquer sur le transistor), la capacité des condensateurs (vérification grossière de la règle des 1/10).



Amplificateurs opérationnels :

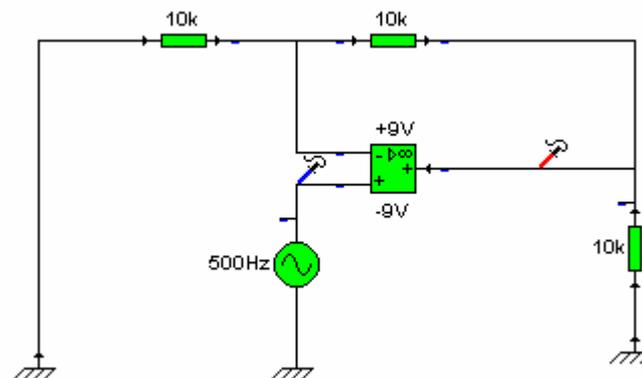
Amplificateur inverseur :



fichier: [crocodile/aop/ampl_inv](#)

Modifier le rapport $R2/R1$ et observer l'effet sur les courbes.

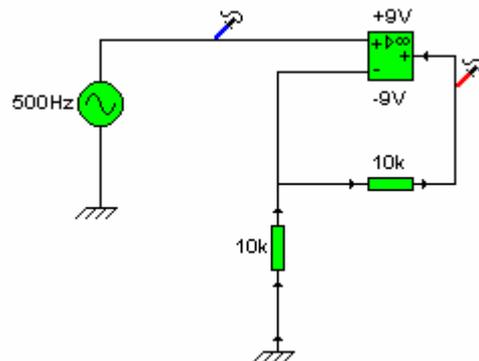
Amplificateur non inverseur :



fichier: [crocodile/aop/a_no_inv](#)

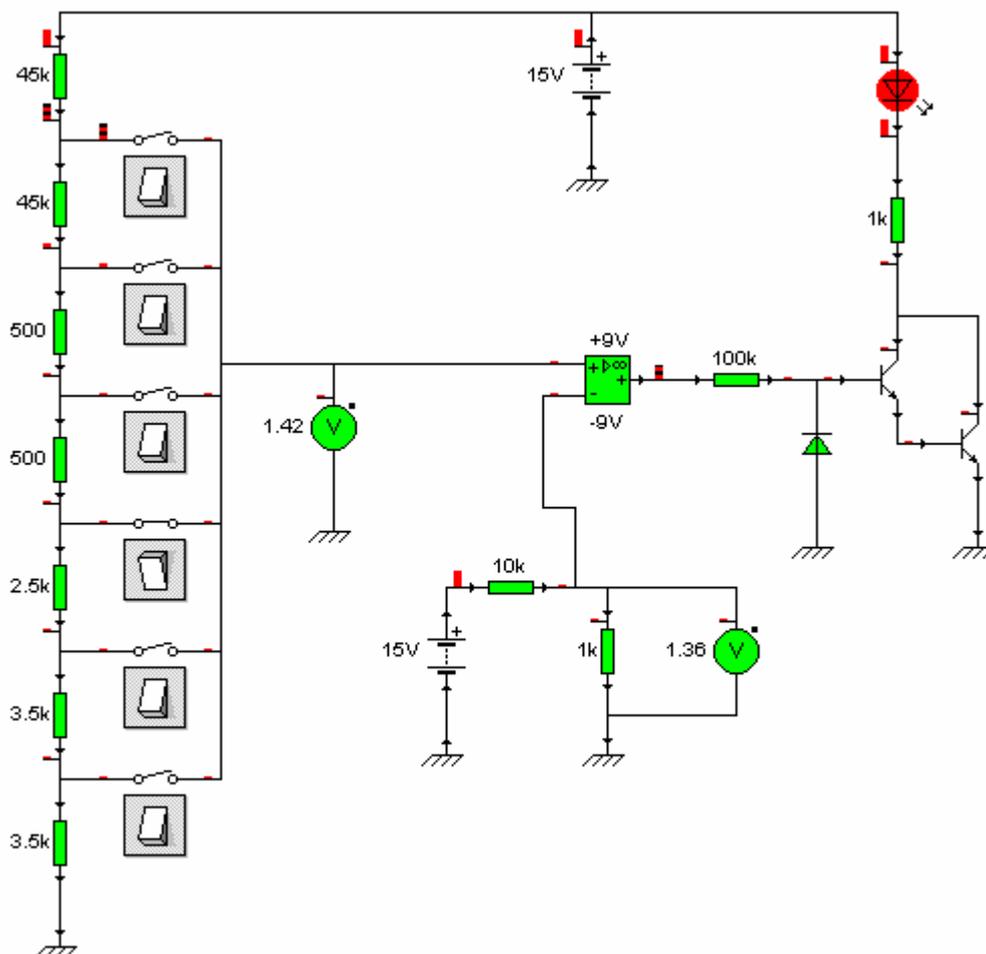
Amplificateur non inverseur 2 :

fichier: [crocodile/aop/non_inv](#)



Montage comparateur :

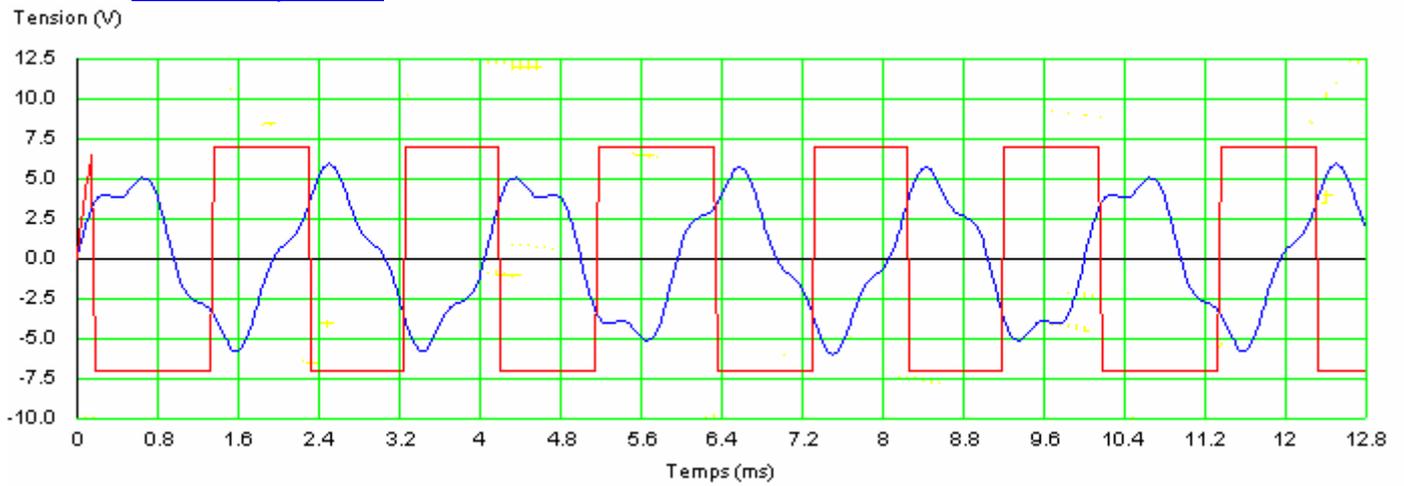
fichier: [crocodile/aop/compara](#)



Calcul des seuils, comparaison avec le montage. Utilité de la diode, du darlington ?

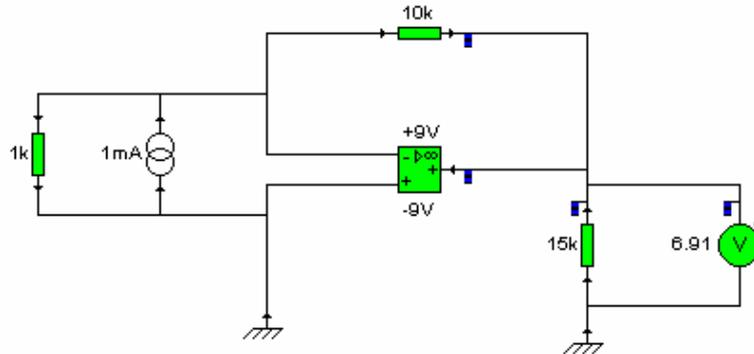
Bascule de Schmitt :

fichier: [crocodile/aop/schmitt](#)



Les deux sources de tension en série permettent d'obtenir une tension moins conventionnelle que la simple tension sinusoïdale avec laquelle on peut tout de même commencer l'étude du trigger.

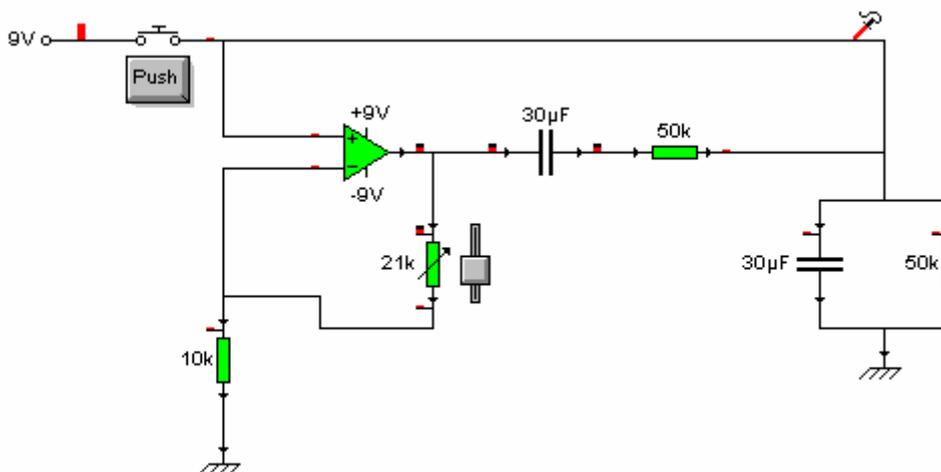
Convertisseur courant tension :



fichier: [crocodile/aop/ItoV](#)

Oscillateur sinusoïdal :

fichier: [crocodile/aop/osc_sin](#)

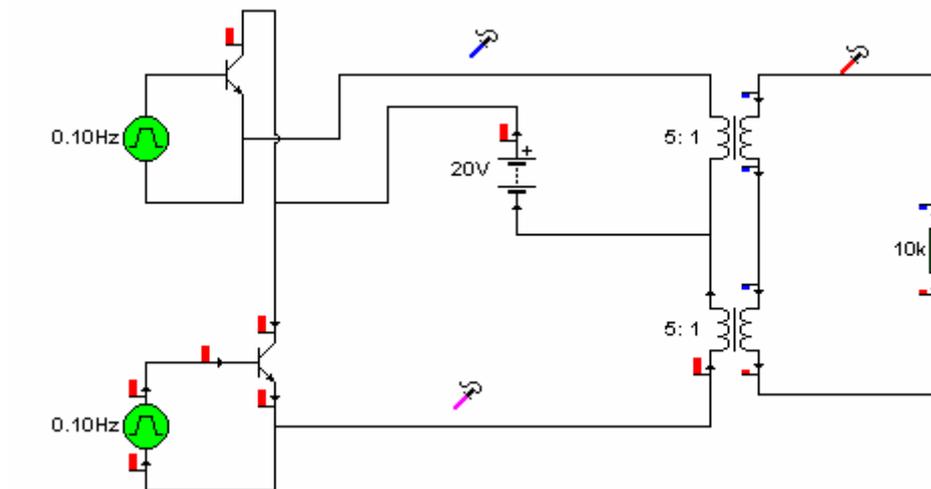


21 kΩ est la valeur qui convient. Si la valeur est moindre, l'oscillation s'amortit, si elle est plus élevée, la saturation déforme l'onde. Ce circuit permet d'appréhender la difficulté à trouver le bon gain, celui qui correspond juste à l'oscillation sinusoïdale non amortie. Cela illustre la difficulté de la détermination du gain critique de Ziegler Nichols en automatique.

Lorsque je faisais étudier ce montage avant d'utiliser Crocodile Clips, j'avais pour habitude d'amener en cours le montage réalisé sur une platine comportant une alimentation +15 V -15V ainsi qu'un oscilloscope. Généralement, le transport faisait bouger les fils, il fallait tout d'abord rechercher les contacts qui ne se faisaient plus, c'était nettement moins pratique, évidemment plus réel mais beaucoup moins simple d'utilisation !

Electronique de puissance :

Onduleur monophasé :



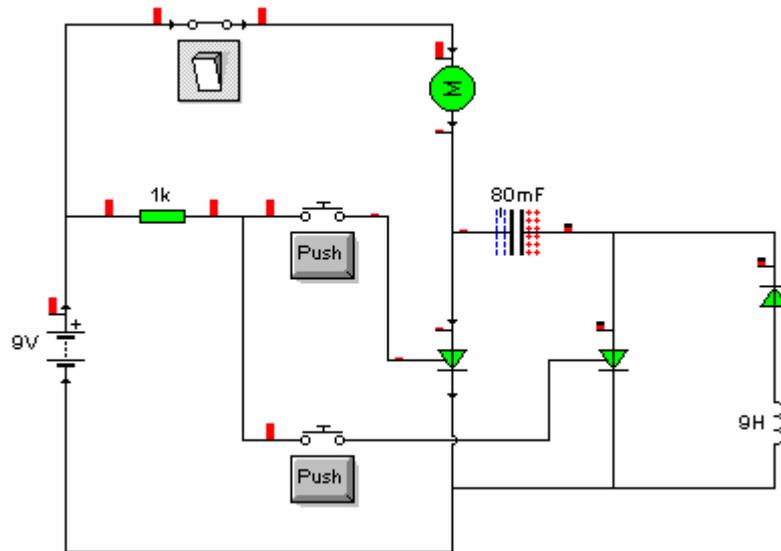
fichier: [crocodile/ondul1](#)

La fréquence des générateurs de commande (déphasés de 180°) a été abaissée à 0,1 Hz afin que les élèves suivent le fonctionnement, le recours à la touche pause est conseillé. En TP, ce montage donne pleinement satisfaction et permet, en alimentant un petit ventilateur de PC, d'étudier la variation de vitesse en faisant varier la fréquence de la commande. Il apparaît évident que l'on doit également augmenter la tension produite concomitamment à f , sinon la vitesse du ventilateur n'augmente guère. Inversement, du côté des faibles vitesses, si on ne diminue pas la tension, le ventilateur absorbe des intensités qui font disjoncter l'alimentation (elle se met en sécurité).

Extinction de thyristor :

fichier: [crocodile/ext_scr](#)

Ce montage illustre la technique employée pour éteindre un thyristor ordinaire alimenté en courant continu. Ce montage est employé dans les hacheurs à partir d'une certaine puissance (au-dessus de 5kW, Tramways nantais par exemple).



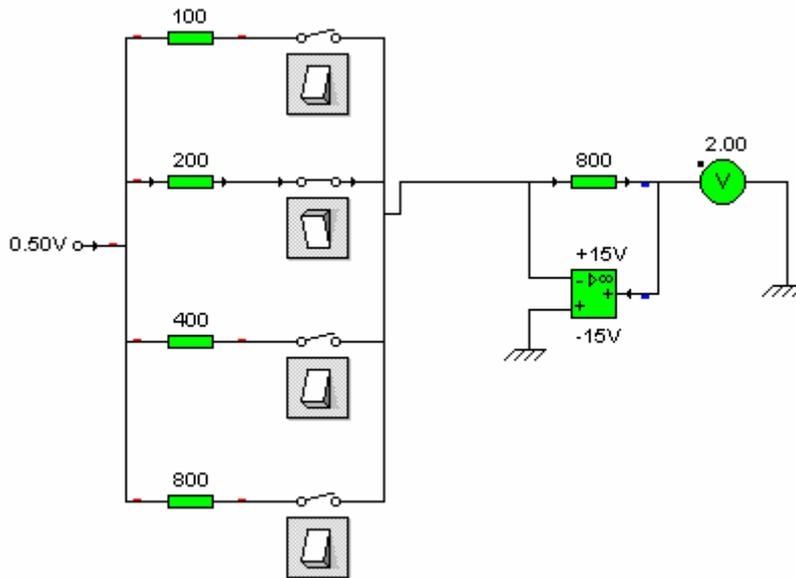
Il est assez délicat d'expliquer ce montage à l'aide du tableau et de la craie seulement. Des transparents peuvent aider le professeur, mais rien ne remplace le fonctionnement "réel" possible avec Crocodile Clips. Les bargraphes de tension permettent de visualiser instantanément le potentiel des différents points du montage. La nature des charges sur chaque armature du condensateur d'extinction permet également de suivre facilement les oscillations dans la maille inductance-diode-condensateur. Un montage réel ne permettrait pas une telle clarté.

J'ai trouvé les valeurs du condensateur et de la self par tâtonnement, aucun des cours d'électronique de puissance que j'ai consultés (Seguier, Bühlher, techniques de l'ingénieur, ...) ne donne de valeur pour les composants. Ces ouvrages se contentent de donner les schémas de principes, de les expliquer en long, en large, d'établir les équations différentielles, de les résoudre, etc, mais ne fournissent jamais la moindre valeur de composant, il en est de même pour les livres de problèmes et d'exercices. Ces omissions sont-elles fortuites ou voulues afin de protéger les informations des constructeurs ?

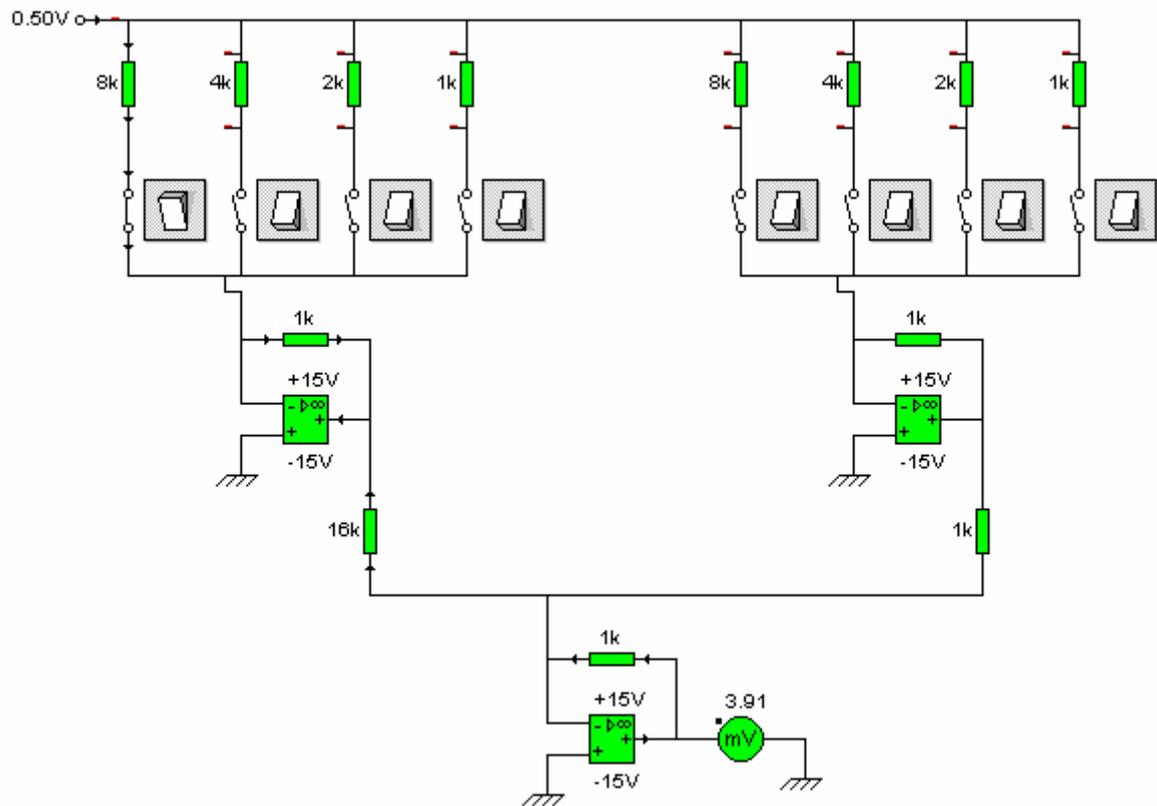
Un des avantages de l'emploi des logiciels de simulation par les profs est justement la prise de conscience de l'importance de la valeur des composants du modèle afin d'obtenir des fonctionnements proches de la réalité. L'explication théorique du fonctionnement d'un montage est intéressante, mais si en plus le professeur est capable de préciser la valeur de telle inductance, résistance ou capacité du modèle, il maîtrise totalement la matière qu'il enseigne.

Convertisseurs numérique analogique :

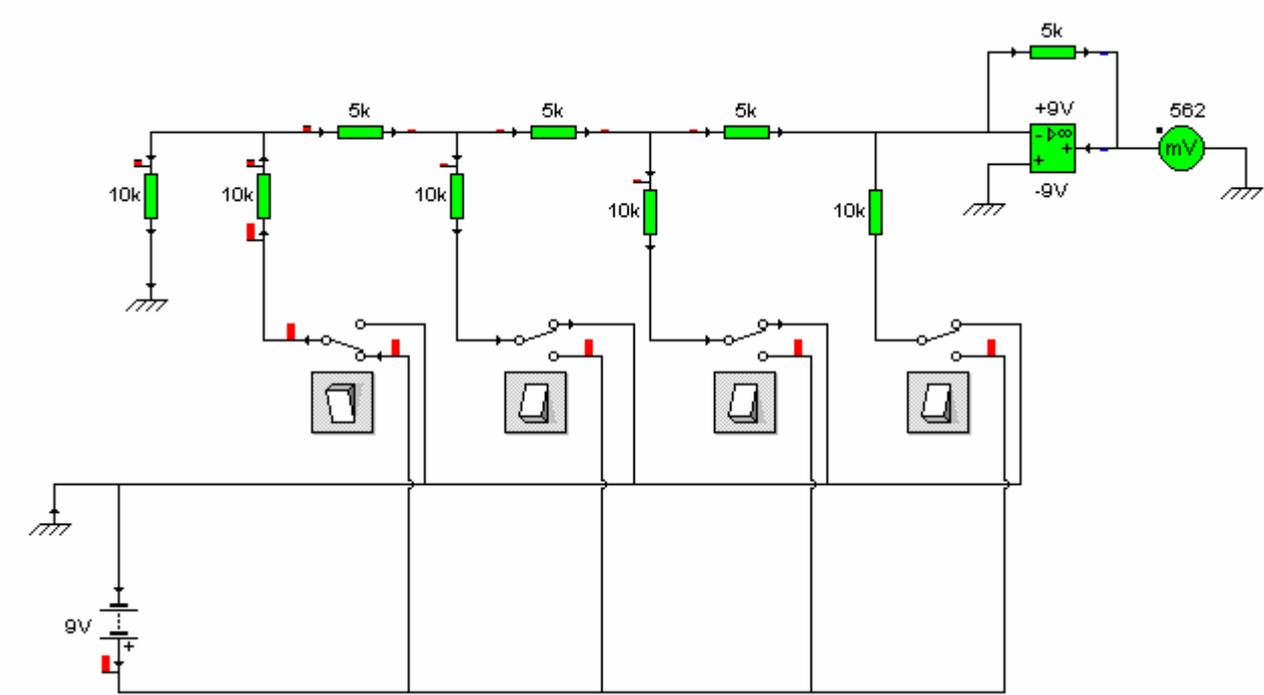
fichier: [crocodile/cna2](#)



fichier: [crocodile/cna4](#)



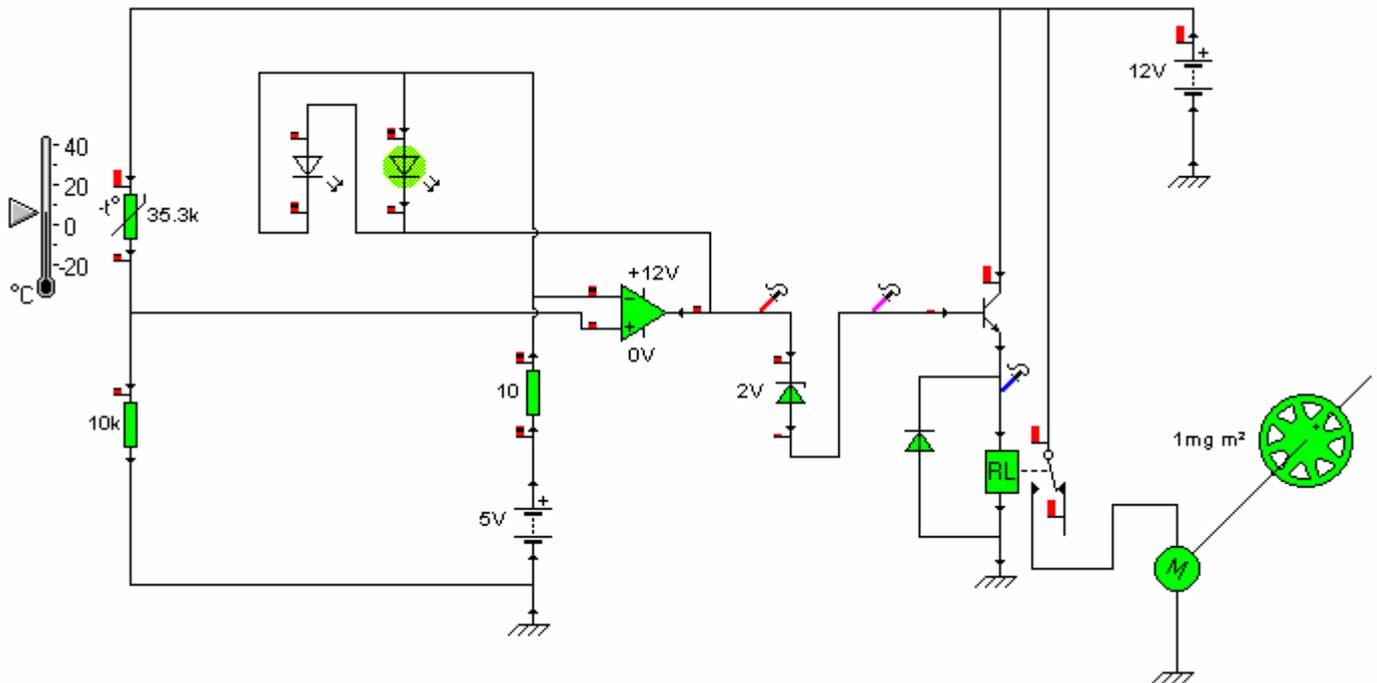
Convertisseur numérique analogique à échelle R-2R :



fichier: [crocodile/cnaR2R](#)

Déclenchement de ventilation sur seuil de température :

fichier: [crocodile/ventil1](#)



Comme le montage précédent, ce circuit, qui commence à présenter une certaine complexité, pourra être scindé en sous-parties plus simples.

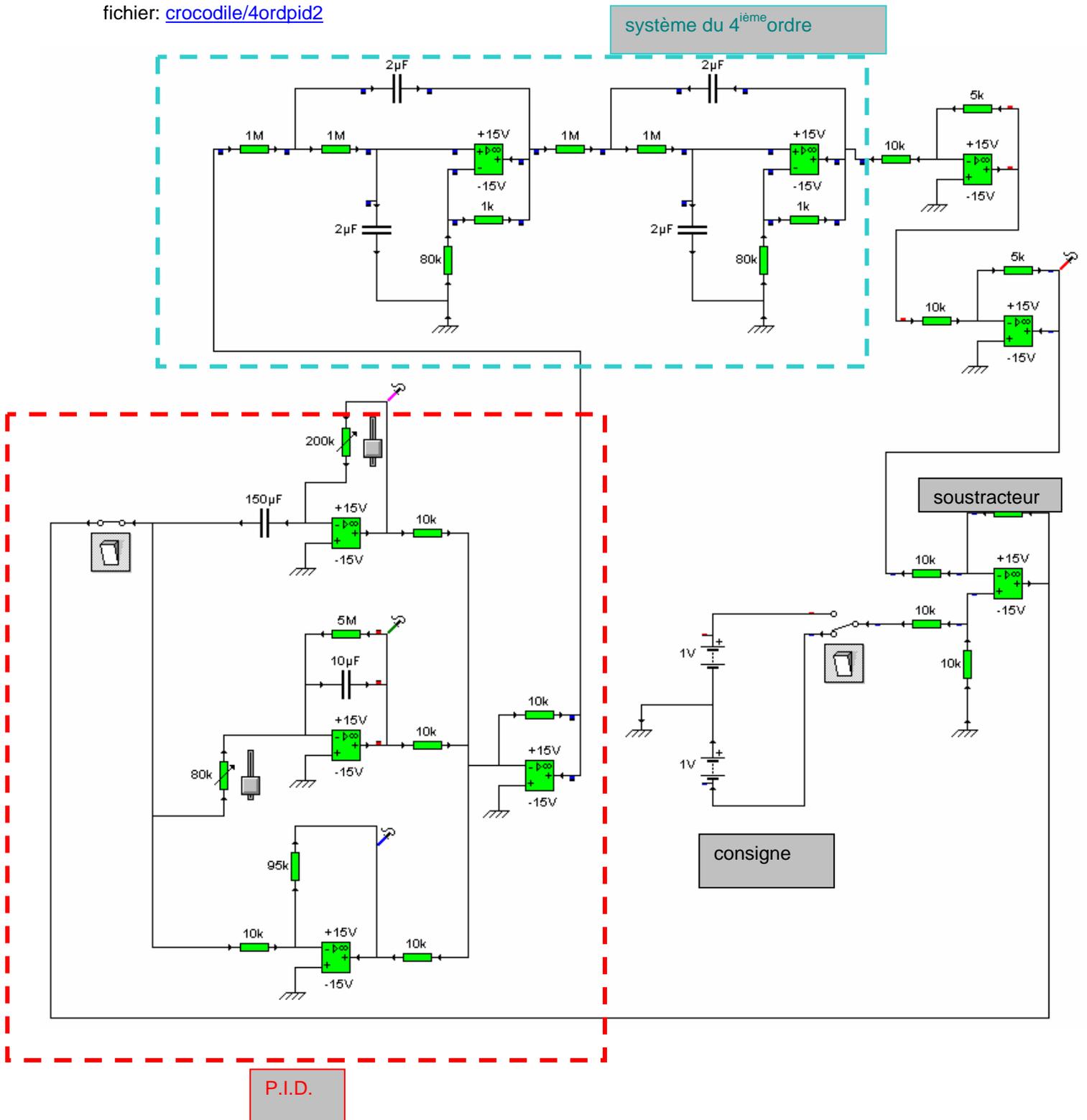
Si la température augmente au-delà d'un certain seuil à l'intérieur d'un coffret, un ventilateur se met en route afin de chasser les calories excédentaires. Une fois la température redescendue à une valeur acceptable, le ventilateur s'arrête.

Là encore, le montage fonctionne, on peut constater de visu l'effet de la suppression de la zener en sortie de l'amplificateur opérationnel (le moteur ne s'arrête plus car la tension de sortie de l'ampli-op ne descend pas à 0, le modèle de l'ampli-op est proche de la réalité), on peut modifier les valeurs des résistances fixant les seuils, supprimer la diode de roue libre aux bornes du relais (option composant indestructible non cochée !), etc.

Automatique :

Régulateur P.I.D. commandant un 4^{ième} ordre

fichier: [crocodile/4ordpid2](#)

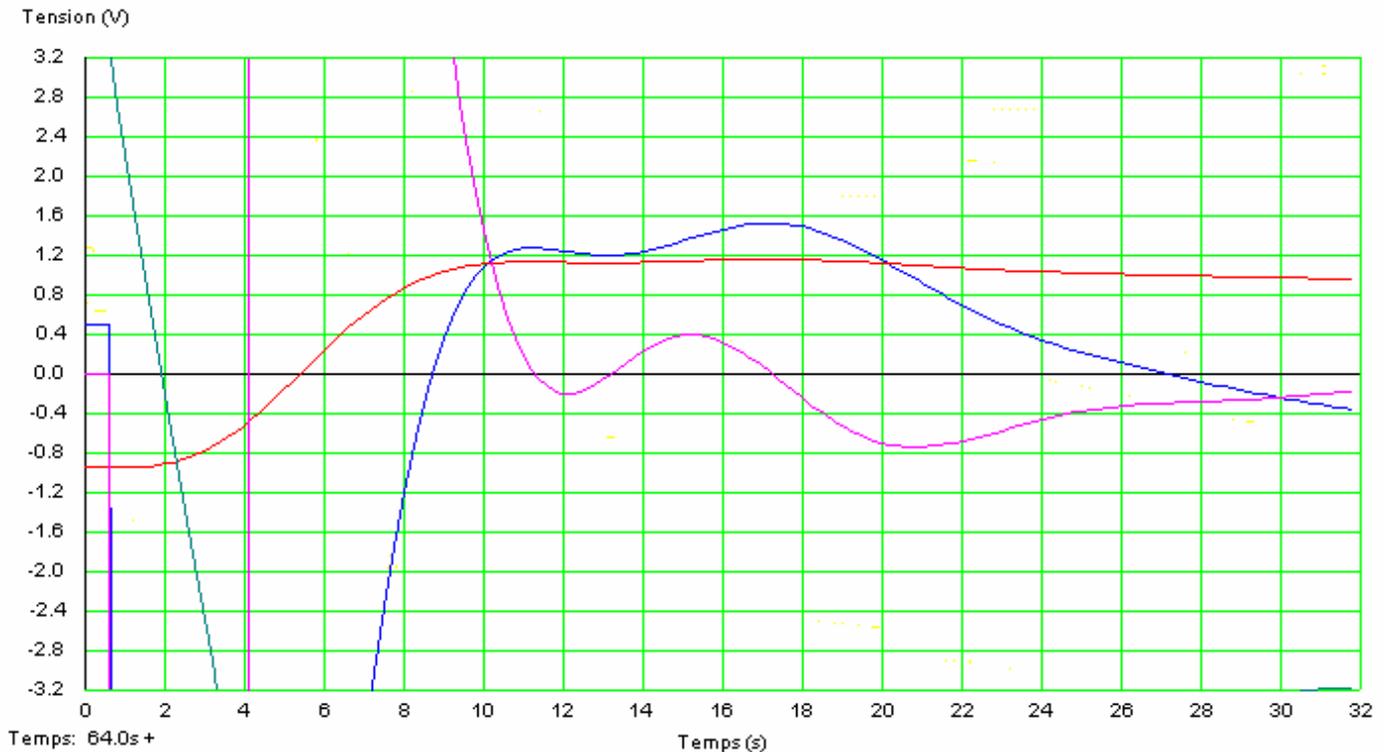


Un tel montage permet de jeter un pont entre l'automatique et l'électronique.

En effet, le régulateur P.I.D. est réalisé à l'aide d'amplificateurs opérationnels (comme c'est pratiquement toujours le cas), il est fait appel à des montages simples : soustracteurs, filtres du 2^{ème} ordre en série et formant un 4^{ème} ordre, intégrateur, dérivateur, ampli de gain variable liés par un additionneur et formant le P.I.D.

Il est possible de faire pomper le montage, de régler le P.I.D. par Ziegler Nichols.

Voici la réponse (courbe en rouge) à un passage de la consigne de -1 à $+1$, le P.I.D. étant correctement réglé :



En rouge figure la réponse du processus (le 4^{ème} ordre), en bleu la commande "proportionnelle" du P.I.D., en vert la partie "intégrale" du P.I.D. et en rose la partie "dérivée".

Les composants du processus du 4^{ème} ordre (un filtre de structure Sallen Key) ont été choisis de manière à ce que la constante de temps soit importante et que l'on puisse visualiser commodément l'évolution de la sortie du processus soumis à un échelon.