

Deux exemples d'utilisation de micro-ordinateurs en classe terminale (nouveaux programmes)

INTRODUCTION.

La rapidité de calcul d'un micro-ordinateur et la possibilité d'obtenir des graphiques (*) sur l'écran (ou l'imprimante) relié à la machine, sont des avantages qui font que le micro-ordinateur peut s'intégrer dans notre enseignement...

... EN CHIMIE.

a) THÈME : Variation du pH lors des réactions acide-base. Approfondissement du sujet après une séance de T.P.

b) LOGICIELS : Il s'agit d'un programme écrit en BASIC par le professeur (voir annexe 1).

c) UTILISATION : Les élèves chargent en mémoire le programme initialement sur disquette. Ils listent ensuite ce programme et ajoutent des lignes de données semblables à la suivante (voir lignes 2000 à 2020 annexe 1) :

2000 DATA «HCl + NaOH» ; 1 ; 1E-14 ; 0.1 ; 0.1 ; 10 (1 E-1 = 10⁻¹).

On y trouve dans l'ordre : les corps réagissant ; Kaa ; Kab ; Ca ; Cb ; Va.

Kaa : constante d'acidité du couple acide-base de l'acide,

Kab : constante d'acidité du couple acide-base de la base.

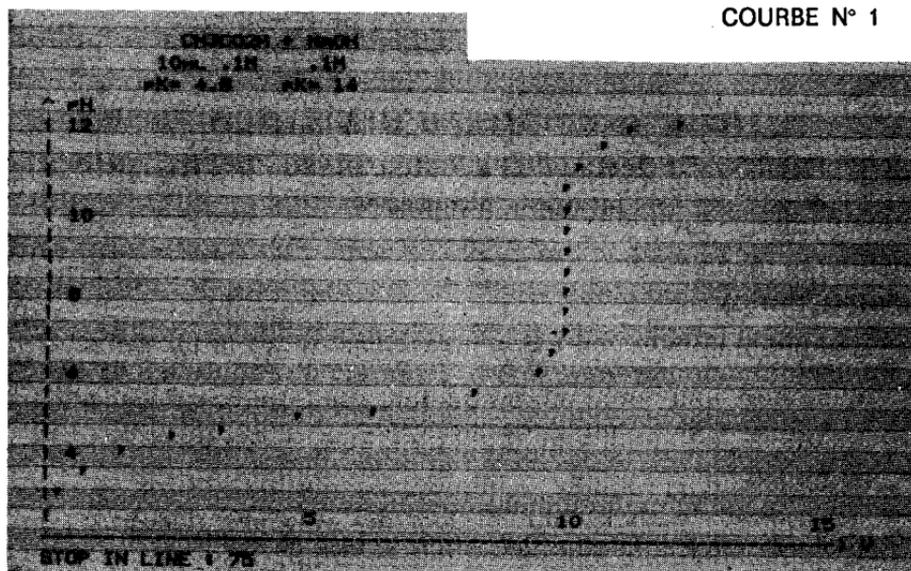
On trouvera ci-après des exemples de courbes obtenues à l'exécution du programme.

d) RÉSULTATS : Les courbes théoriques obtenues par résolution de l'équation $V_b = f(\text{pH})$ (voir ligne 40, annexe 1) sont semblables à celles tracées en T.P. En particulier, on retrouve les paliers des solutions tampons à mi-équivalence.

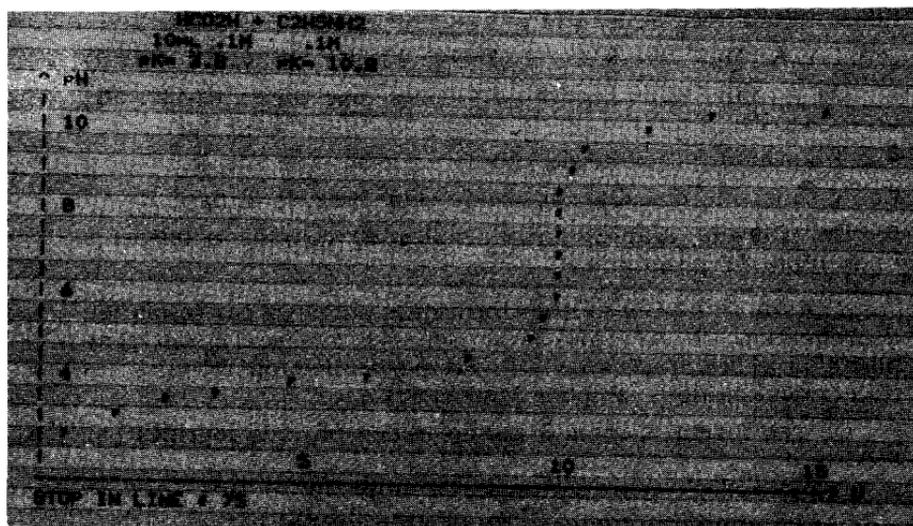
On retrouvera ci-après 3 exemples des courbes fournies par l'ordinateur.

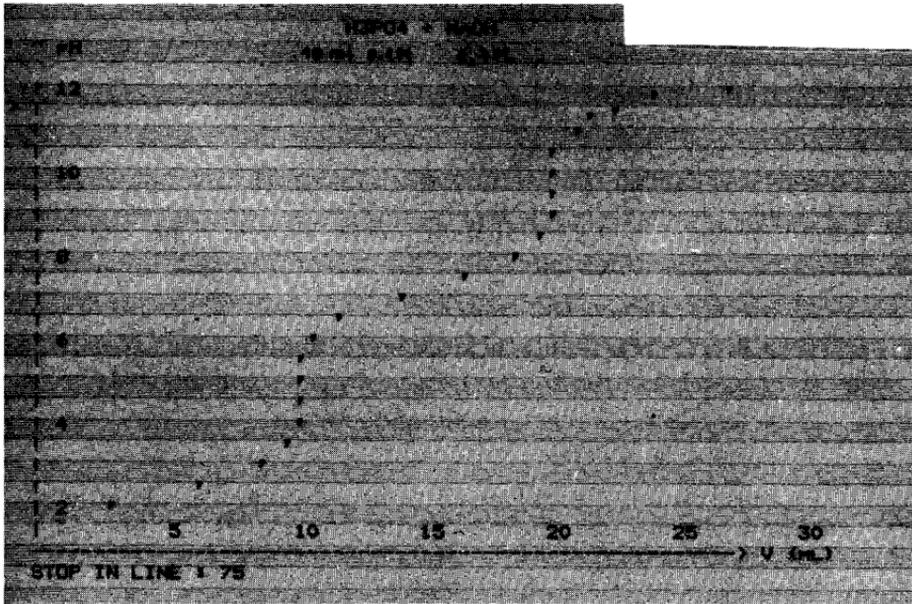
(*) Les terminaux graphiques dont on peut espérer disposer à l'avenir dans les établissements permettent le tracé « en continu » et non plus « point par point ». Les représentations graphiques en seront nettement améliorées.

COURBE N° 1



COURBE N° 2





En faisant varier C_a et V_a , on peut étudier l'influence de ces paramètres sur le pH du point d'équivalence, sur celui de la solution-tampon...

Ces courbes théoriques peuvent également servir au professeur ; par exemple, pour faire une solution-tampon de pH voisin de 7 : sur la courbe n° 3, on voit qu'une telle solution est obtenue en mélangeant : (15 ml de soude 0.1 M et 10 d'acide phosphorique 0.1 M). Ces produits étant d'usage courant dans les laboratoires, la solution est donc bon marché et facile à préparer.

En observant quelques courbes, on peut constituer une série de solutions-tampons dont les pH varient régulièrement : application à l'étude des zones de virage des indicateurs colorés par exemple.

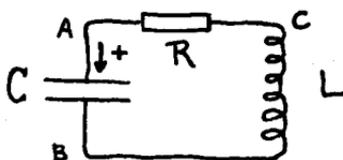
... EN PHYSIQUE.

a) THÈME : Circuit oscillant dont le condensateur est initialement chargé : q désignant la charge de l'armature A à l'instant t et i l'intensité du courant dans le circuit, on obtient :

$$u_{AB} + u_{BC} + u_{CA} = 0$$

d'où :

$$(1) \quad q/C + L di/dt + Ri = 0 \quad \text{avec} \quad i = dq/dt.$$



Cette équation différentielle du second ordre est résolue physiquement lorsqu'on obtient la courbe $i = f(t)$ à l'oscilloscope. Il est intéressant de montrer que l'ordinateur peut donner, par résolution numérique de l'équation précédente, une confirmation des courbes expérimentales.

b) RAPPELS THÉORIQUES :

$R = 0$ est le cas limite bien connu à solution sinusoïdale,

$R < R_c$: la courbe $i = f(t)$ est une « sinusoïde amortie »,

$R \geq R_c$: le régime est « apériodique »,

R_c désigne la résistance critique $R_c = 2 \sqrt{L/C}$.

c) PROGRAMME : Le principe de la méthode de résolution consiste à prendre une durée Δt petite par rapport à la pseudo-période $T \approx 2\pi\sqrt{LC}$ en régime oscillant ou par rapport à une constante de temps τ en régime apériodique.

Ici, $\Delta t = T/200$ (ou $\tau/200$) donne des résultats satisfaisants.

Initialement, on connaît : Q_0 et $I_0 = 0$.

D'après (1) :

$$\Delta I/\Delta t + RI + Q/C = 0 \quad \text{d'où} \quad \Delta I_1 = -\Delta t(Q_0 + RC I_0)/LC$$

puis :

$$I_1 = I_0 = \Delta I_1 \quad \text{et} \quad Q_1 = Q_0 + Im.t \quad \text{avec} \quad Im = (I_0 + I_1)/2$$

puis :

$$\Delta I_2 = -\Delta t(Q_1 + RC I_1)/LC$$

et ainsi de suite...

Dans l'exemple précédent (annexe 1'), l'ordinateur affiche un point tous les dix intervalles de temps soit 20 points par période.

On pourra reconnaître de la ligne 45 à 49 de l'annexe 1', une version améliorée du calcul évoqué plus haut.

d) UTILISATION DU PROGRAMME : C'est à la suite des questions posées sur l'écran que les élèves, entre les données : R, L, C, Q :

CIRCUIT OSCILLANT R,L,C

QUEL EST LE PARAMETRE VARIABLE R, L OU C ? R

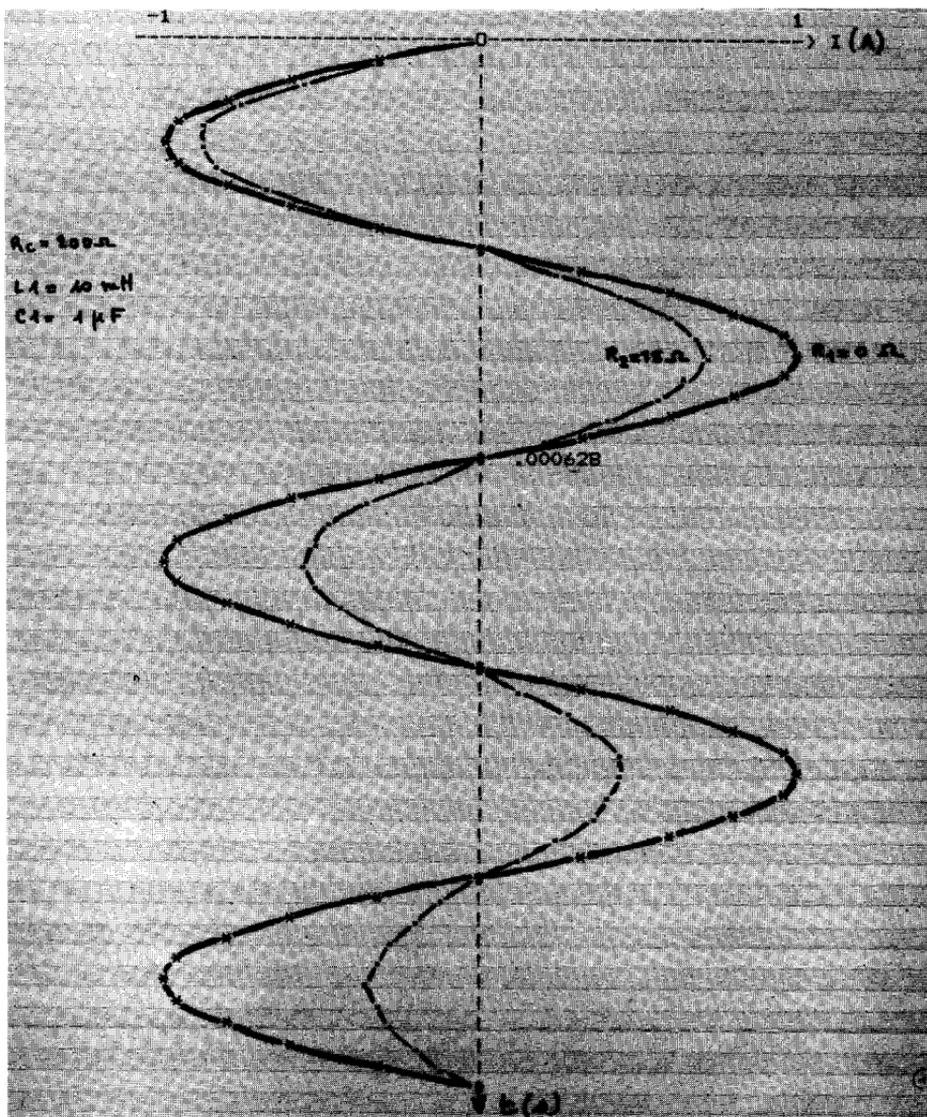
RESISTANCE (OHM) R1= 0 R2= 15

INDUCTANCE (HENRY) L1= 0.1

CAPACITE (FARAD) C1= 0.0001

CHARGE INITIALE DU CONDENSATEUR (COULOMB) Q= 0.001

COURBE N° 4



Le calcul et l'affichage, point par point du graphe $I = f(t)$ commencent alors pour une durée totale de 2.5 périodes (voir courbes ci-après).

e) RÉSULTATS : Il est aisé de conduire une expérimentation simulée du circuit oscillant.

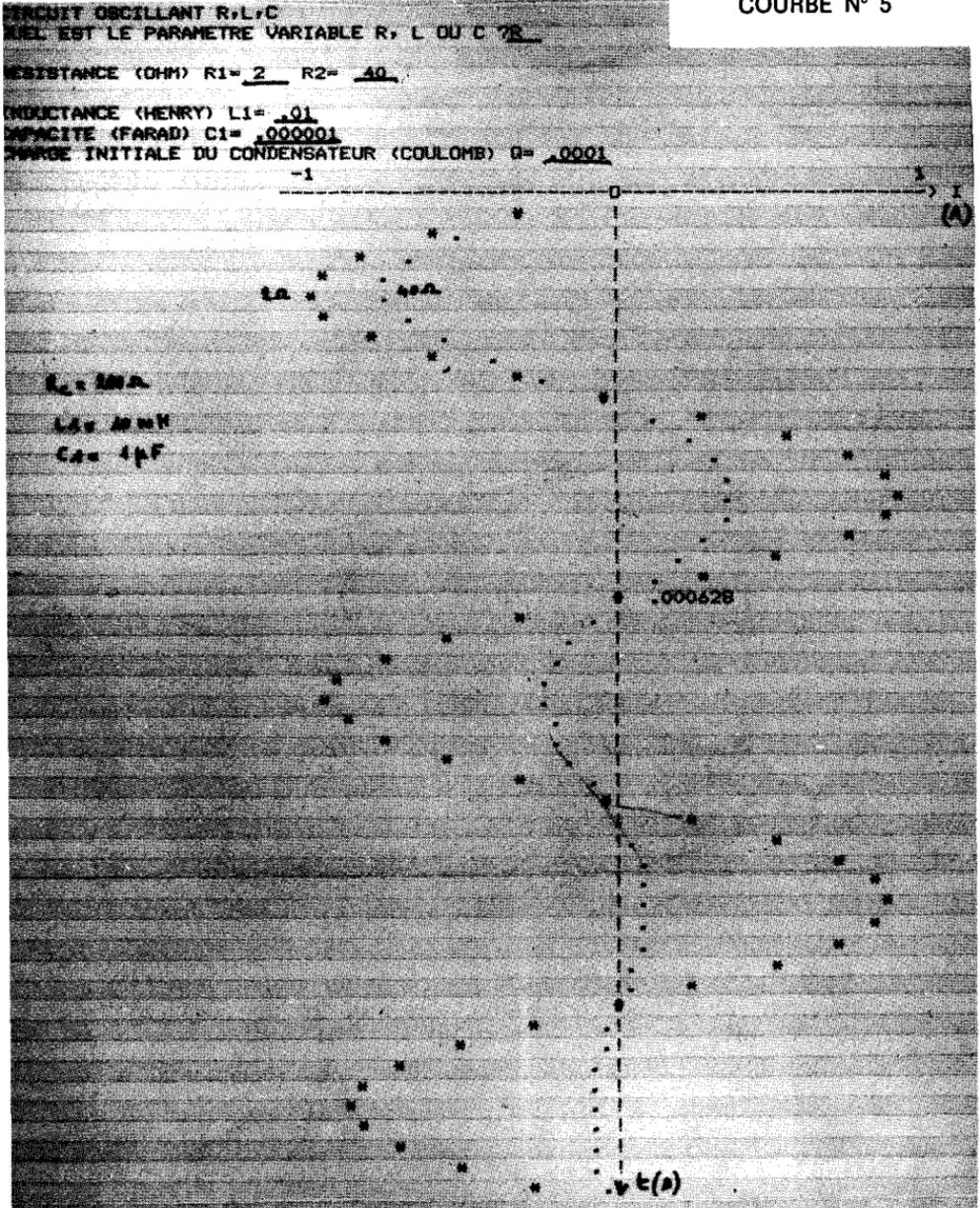
1. Influence de R : O, L, C étant constantes, on donne à R 2 valeurs distinctes R1 et R2.

* En régime oscillant :

L'amortissement augmente avec la valeur de la résistance.

La pseudo-période varie peu tant que $R \ll 2\sqrt{L/C}$.

COURBE N° 5



* En régime apériodique :

L'intensité maximale diminue lorsque R augmente. Remarquer que les courbes se coupent ; l'aire sous les deux courbes est la même (la charge initiale du condensateur étant un paramètre constant).

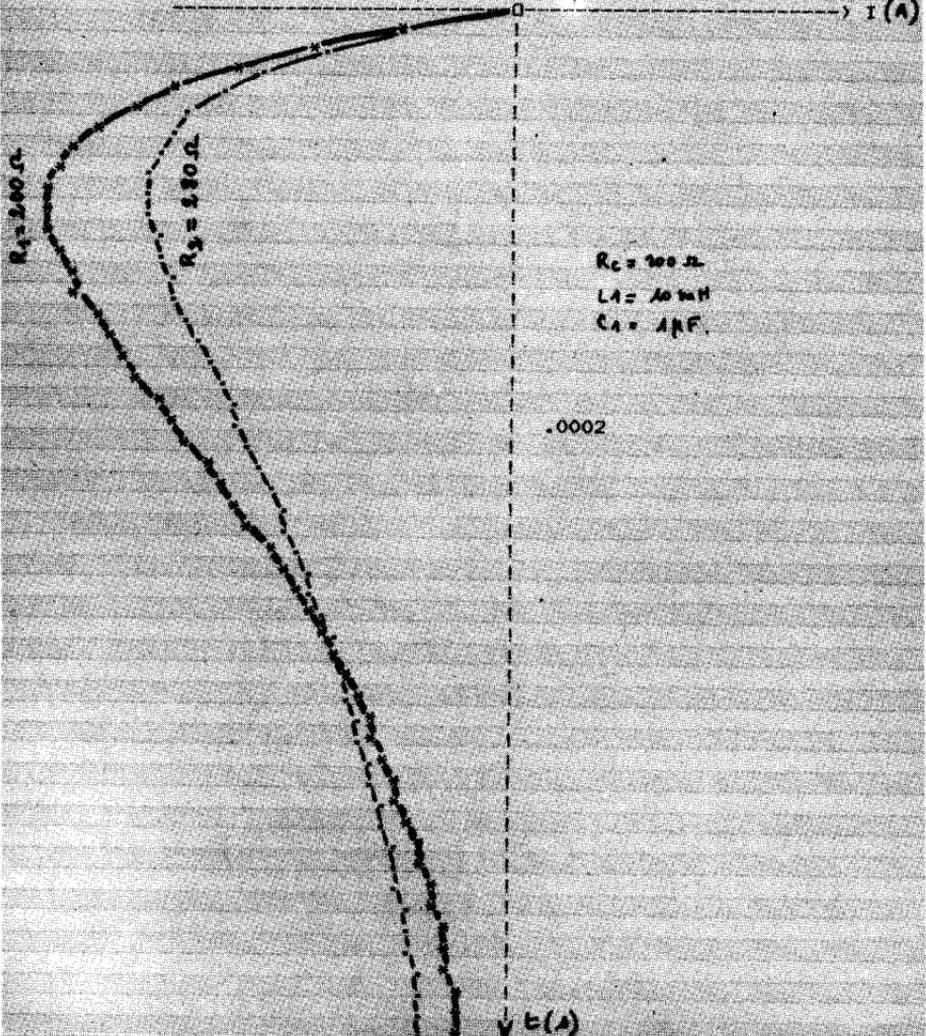
COURBE N° 6

CIRCUIT OSCILLANT R, L, C

QUEL EST LE PARAMETRE VARIABLE R, L OU C ? R

RESISTANCE (OHM) $R_1 = 200$ $R_2 = 280$ INDUCTANCE (HENRY) $L_1 = .01$ CAPACITE (FARAD) $C_1 = .000001$ CHARGE INITIALE DU CONDENSATEUR (COULOMB) $Q = .0001$

-.25



2. Influence de L ou C : On peut, de la même façon, étudier l'influence de L ou C en fixant les valeurs des autres paramètres. On obtient des séries de courbes de même allure, qui mettent de plus en évidence la variation de la pseudo-période.

Exemple : courbe n° 7, variation en fonction de l'inductance L.

COURBE N° 7

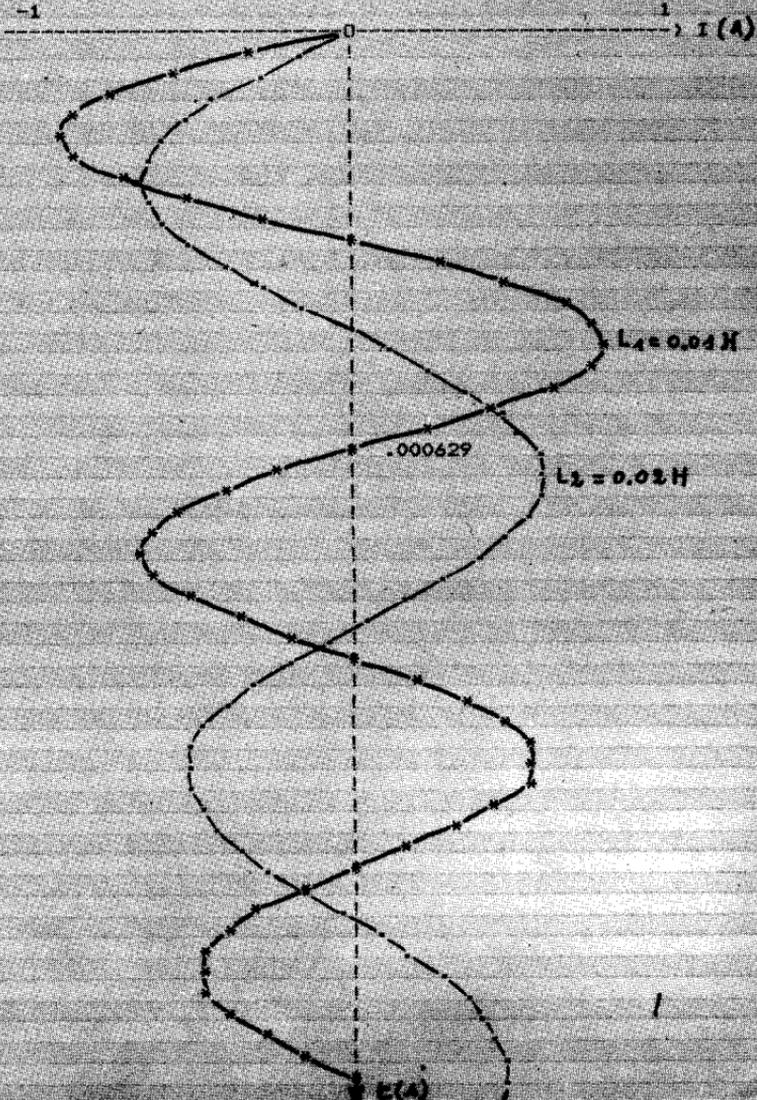
QUEL EST LE PARAMETRE VARIABLE R, L OU C ? L

RESISTANCE (OHM) $R_1 = 10$

INDUCTANCE (HENRY) $L_1 = .01$ $L_2 = .02$

CAPACITE (FARAD) $C_1 = .000001$

CHARGE INITIALE DU CONDENSATEUR (COULOMB) $Q = .0001$



ANNEXE 1 (programme pH)

```

5 DIM C*(20)
10 READ C#;K1;K2;M1;M;V1
11 P1=INT((-1/2.3)*LOG(K)*10+0.5)/10;P2=INT((-1/2.3)*LOG(K2)*10+0.5)/10
12 UO=M1*V1/M
14 PRQ1;CHR$(10)+CHR$(13)
16 PRQ1;"          "C#
17 PRQ1;"          "V1;"ML";M1;"M          "M;"M"
18 PRQ1;TAB(8);"PK=";P1;"          "PK=";P2
19 PRQ1;"^ PH"
20 FOR I=26 TO 2 STEP-1
25 J3=1
30 H=10^(-I/2)\I1=26-I\C#=";"\GOTO35
32 IF J3>2 THEN 60;V=H*10^(+I/4)\C#=";"
35 J3=J3+1
40 V=V1*(M1/(1+(H/K))+1E-14/(H-H)/(M/(1+K2/H))+H-1E-14/H)
45 IF V<0 OR V>2*V0 THEN 60
50 GOSUB 100
56 IF V<0.2*V0 AND V<0.8*V0 OR V>1.2*V0 THEN 32
60 NEXT
65 GOSUB 300
70 STOP
75 GOTO 10
100 REM SP : MISE EN PLACE DU POINT DE LA COURBE
110 J1=INT(40*V/V0+1.5)
114 IF 4*INT(I/4)=I AND J3=2 THEN C1#="I"+STR$(I/2)
115 IF J3=3 THEN 119
116 IF 4*INT(I/4)≠I AND J3=2 THEN C1#="I"
117 IF J3=2 THEN PRQ1;CHR$(10)+CHR$(13);
118 GOTO 120
119 PRQ1;CHR$(13);TAB(J1);C#;\RETURN
120 PRQ1;C1#;TAB(J1);C#;
130 RETURN
300 PRQ1;CHR$(10)+CHR$(13);
301 PRQ1;"I";TAB(20);V0/2;TAB(40);V0;TAB(60);3*V0/2
302 PRQ1;"-----> V"
305 RETURN
2000 DATA "HCL + NaOH";1.6E-14;0.1;0.1;10
2002 DATA "CH3CO2H + NaOH";1.6E-5;1E-14;0.01;0.05;20
2005 DATA "CH3CO2H + NaOH";1.6E-5;1E-14;0.1;0.1;10
2010 DATA "HCL + NH4OH";1.6E-3E-10;0.1;0.1;10
2015 DATA "CH3CO2H + NH4OH";1.6E-5;6.3E-10;0.1;0.1;10
2020 DATA "HCO2H + C2H5NH2";1.6E-4;1.6E-11;0.1;0.1;10

```

ANNEXE 1' (programme RLC)

```

1 REM CIRCUIT OSCILLANT RLC1 VERSION IMPRIMANTE RIOU 81
5 PRG1:CHR*(10)+CHR*(13):"CIRCUIT OSCILLANT R,L,C "
7 PRG1:"QUEL EST LE PARAMETRE VARIABLE R, L OU C ?":\INPTC C:\PRG1:C#
10 PRG1:CHR*(10)+CHR*(13):"RESISTANCE (OHM) R1=":\INPTC R1\PRG1:R1#
11 IF ASC(C#)<>82 THEN 14
13 PRG1:" R2=":\INPTC R2\PRG1:R2\GOTO 15
14 R2=R1
15 PRG1:CHR*(10)+CHR*(13):"INDUCTANCE (HENRY) L1=":\INPTC L1\PRG1:L1#
16 IF ASC(C#)<>76 THEN 19
18 PRG1:" L2=":\INPTC L2\PRG1:L2\GOTO 20
19 L2=L1
20 PRG1:CHR*(10)+CHR*(13):"CAPACITE (FARAD) C1=":\INPTC C1\PRG1:C1#
21 IF ASC(C#)<>67 THEN 24
23 PRG1:" C2=":\INPTC C2\PRG1:C2\GOTO 25
24 C2=C1
25 PRG1:CHR*(10)+CHR*(13):
26 PRG1:"CHARGE INITIALE DU CONDENSATEUR (COULOMB) Q=":\INPTC Q\PRG1:Q#
27 R=UFM(R1/R2)\L=UFM(L2/L1)\C=UFM(C1/C2)
30 IF R^2=4*L/C THEN 32:T=6.283185*SGR(L*C/(1-R^2*C/(4*L)))\GOTO 33
32 T=6*L/R
33 D=T/200
35 I=0:I1=0:Q1=Q
37 IF R^2=4*L/C THEN I0=R*Q/(6*L) ELSE I0=Q/SGR(L*C)
38 PRG1:TAB(23):INT(1000*I0)/1000:CHR*(13):TAB(74):INT(1000*I0)/1000
39 PRG1:TAB(23):"-----0-----> I"
40 FOR J1=1 TO 600
45 D1=-D*(Q+R1*C1*I)/(L1*C1)\I5=I+D1/2:Q5=Q+I5*D/2
47 D2=-D*(Q5+R1*C1*I5)/(L1*C1)\Q=Q+D*(I+D2/2)\I=I+D2
48 D1=-D*(Q1+R2*C2*I1)/(L2*C2)\I5=I1+D1/2:Q5=Q1+I5*D/2
49 D2=-D*(Q5+R2*C2*I5)/(L2*C2)\Q1=Q1+D*(I1+D2/2)\I1=I1+D2
60 IF J1=10*INT(J1/10) THEN 65 ELSE 90
65 I2=INT(25*I/I0+0.5)\I3=INT(25*I1/I0+0.5)
70 PRG1:CHR*(10)+CHR*(13):TAB(50):" I":CHR*(13):TAB(50+I2):" "
75 PRG1:CHR*(13):TAB(50+I3):" ."
80 IF J1=200 THEN PRG1:CHR*(13):TAB(52):INT(T*1E6)/(1E6)
90 NEXT J1
100 PRG1:CHR*(10)+CHR*(13):TAB(50):"V T"
110 PRG1:"T=":IT
120 PRG1:"I0=":I0
130 END
400 DEFUM(X:Y)
410 IF X<Y THEN RETURN X ELSE RETURN Y
420 UFEND

```

RIOU (Saint-Brieuc).