EC 2

Etude des circuits R-L-C en régimes variables

<u>Objectifs :</u>

- Connaître les résultats pour les circuits de base en série
- savoir argumenter la continuité des résultats
- Savoir faire un bilan de puissance sur un circuit
- Savoir mesurer sur une courbe les constantes de temps du circuit

L'ensemble du chapitre (plus calculatoire) sera traité en cours.
<u>Vous pouvez toutefois :</u>

- noter les définitions et annoter les schémas
- CHERCHER les RESOLUTIONs DE PB.
- CHERCHER les ERG (à la fin).

Plan

I - Circuits d'ordre 1

1 - Régime libre du circuit RC

2 - Charge d'un condensateur

3 - Régime libre du circuit RL

II - Circuits d'ordre 2

1 - Régime libre du circuit LC

2 - Régime libre du circuit RLC

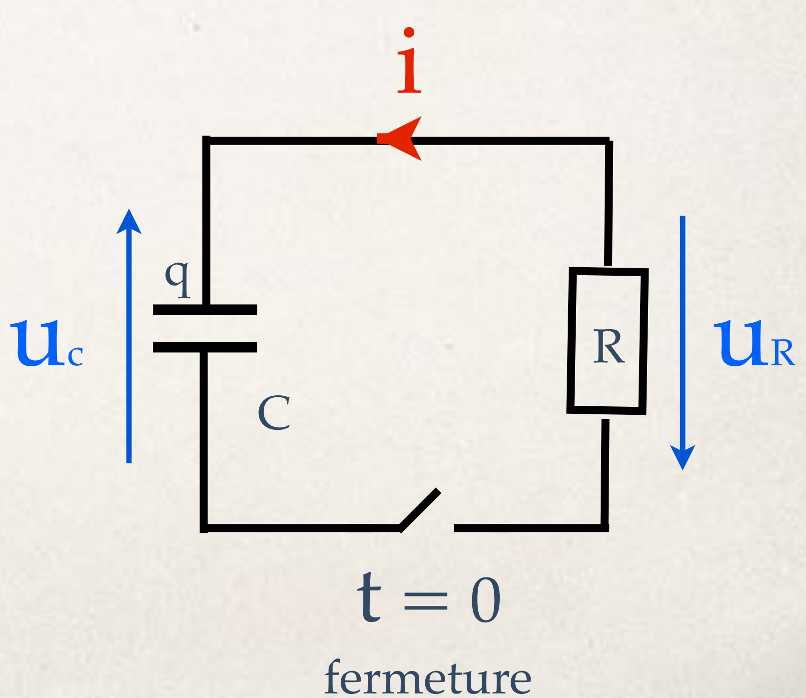
I - Circuits d'ordre 1

Il s'agit des circuits de type RC et RL

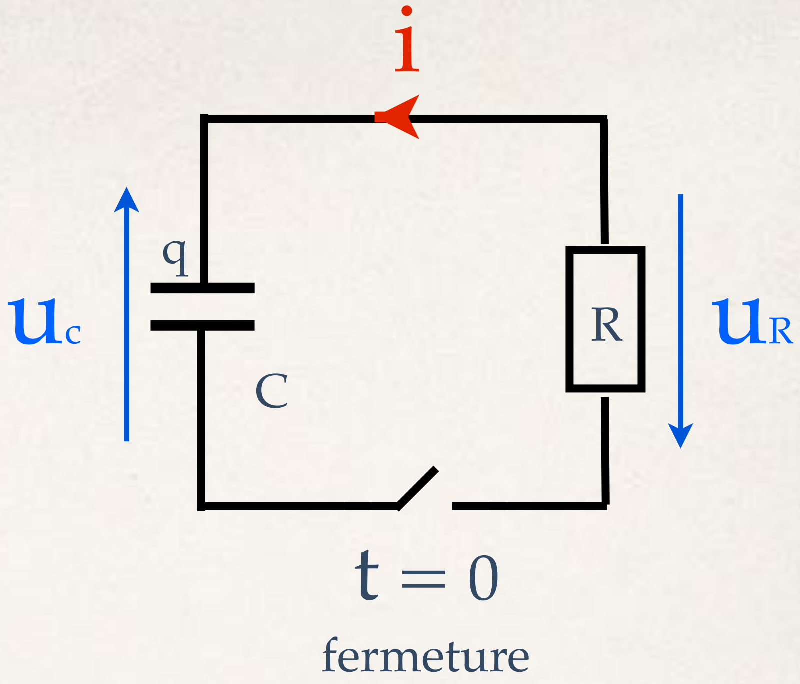
1 - Régime libre du circuit RC

Déf :
On appelle régime libre, le fonctionnement d'un circuit lorsque toutes les sources sont éteintes

α - Schéma du circuit RC



α - Schéma du circuit RC



Cond° ini :

β - Mise en équation

Mise sous forme canonique :

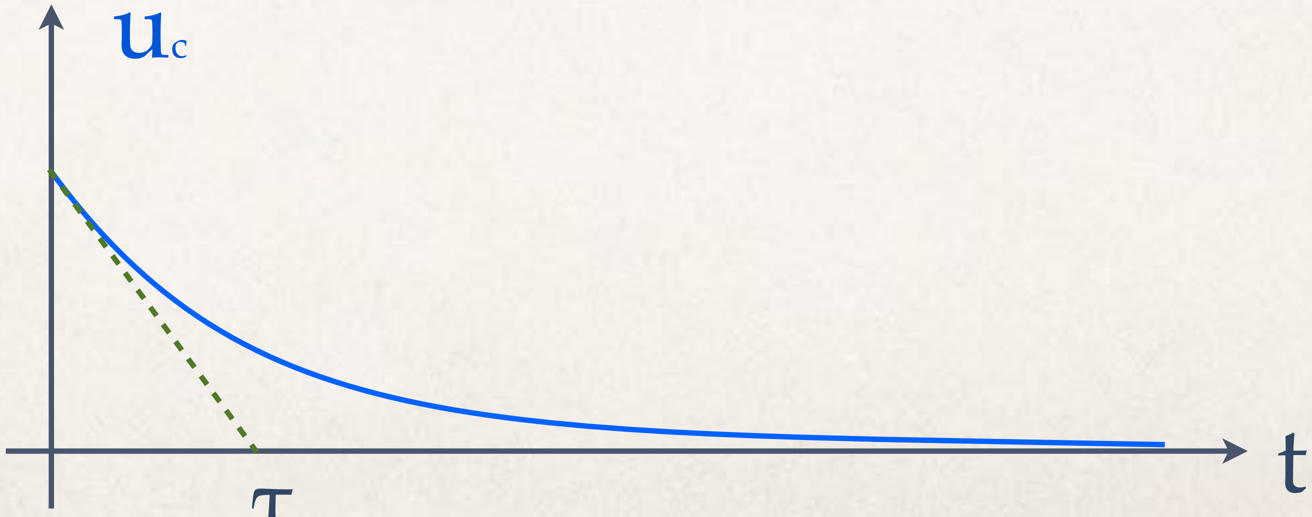
γ - Résolution

eq° diff. lin. homogène

$u_c(t) =$

Application des conditions initiales <u>sur la sol° générale :</u>

$u_c(t) =$

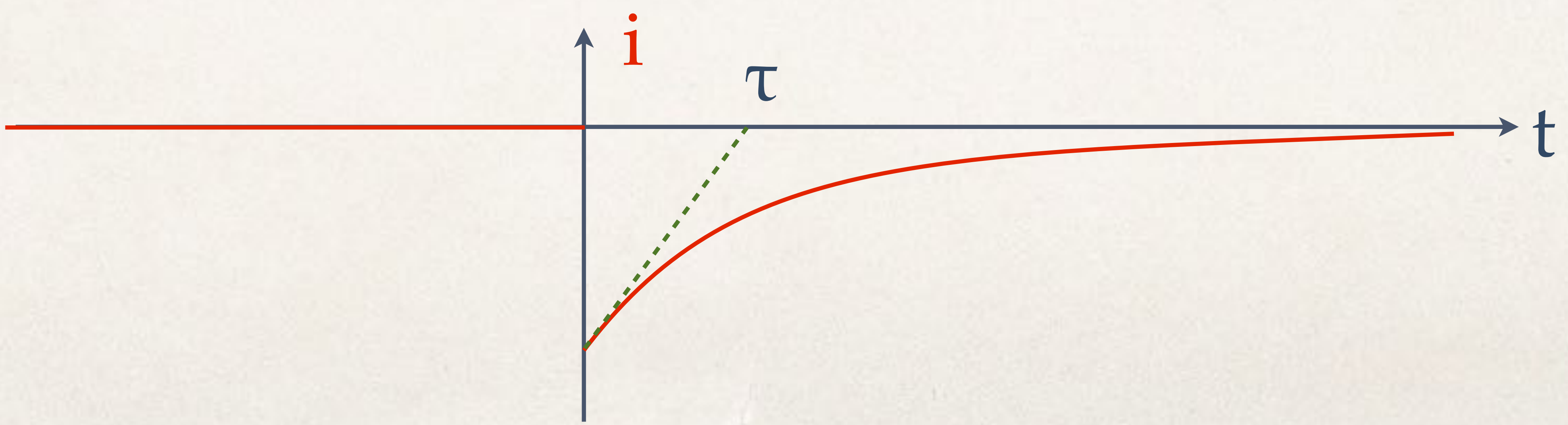


Equation de la tangente pour $t=0+$:

ODG :

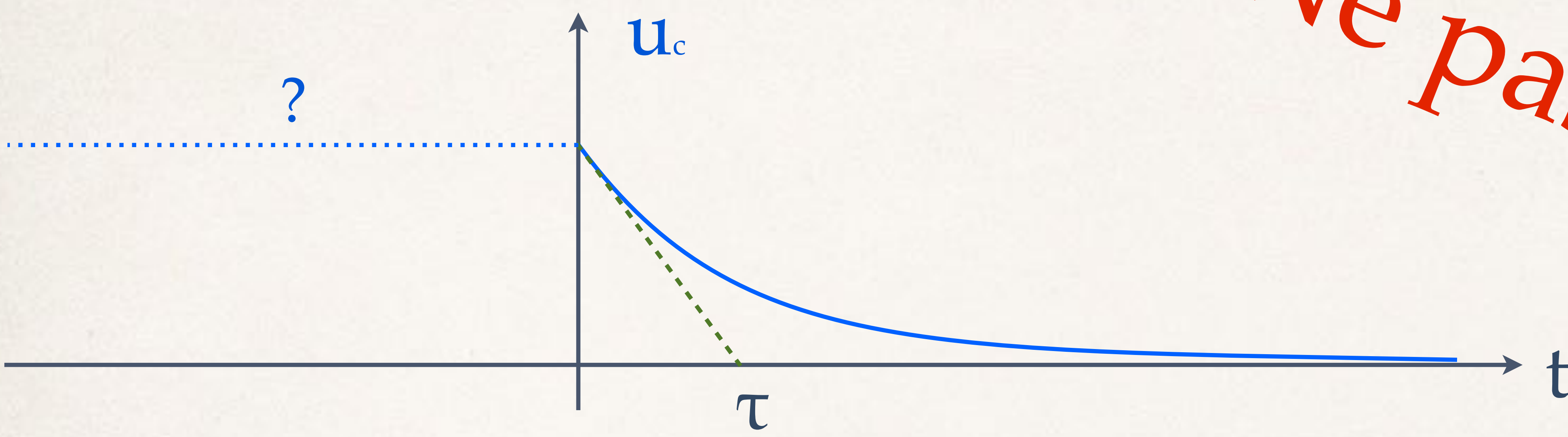
$\tau \gg \tau_{ARQS}$

Calcul du courant : $i(t) =$

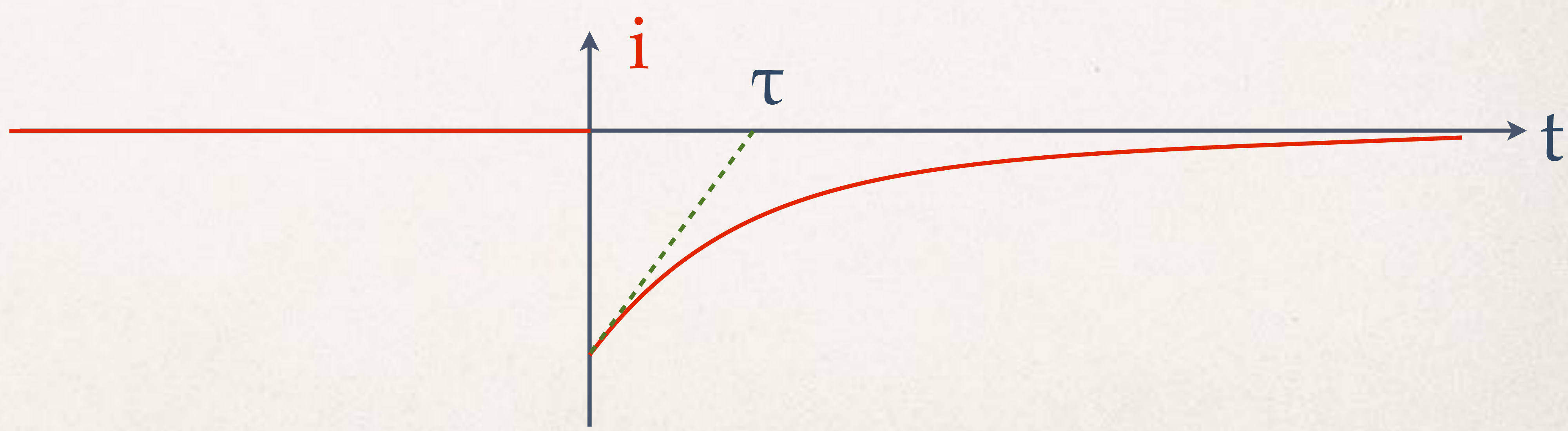


Uc(t) est continue en t = 0...... ?

Ne pas noter



...... pas le courant !



Que se passe-t-il à t = 0 en terme de continuité ?

Puissance reçue par le condensateur :

L'énergie emmagasinée dans le condensateur est une fonction continue

Propriété :

Confirmée par l'expérience

La tension aux bornes d'un condensateur est toujours une fct. continue du temps.

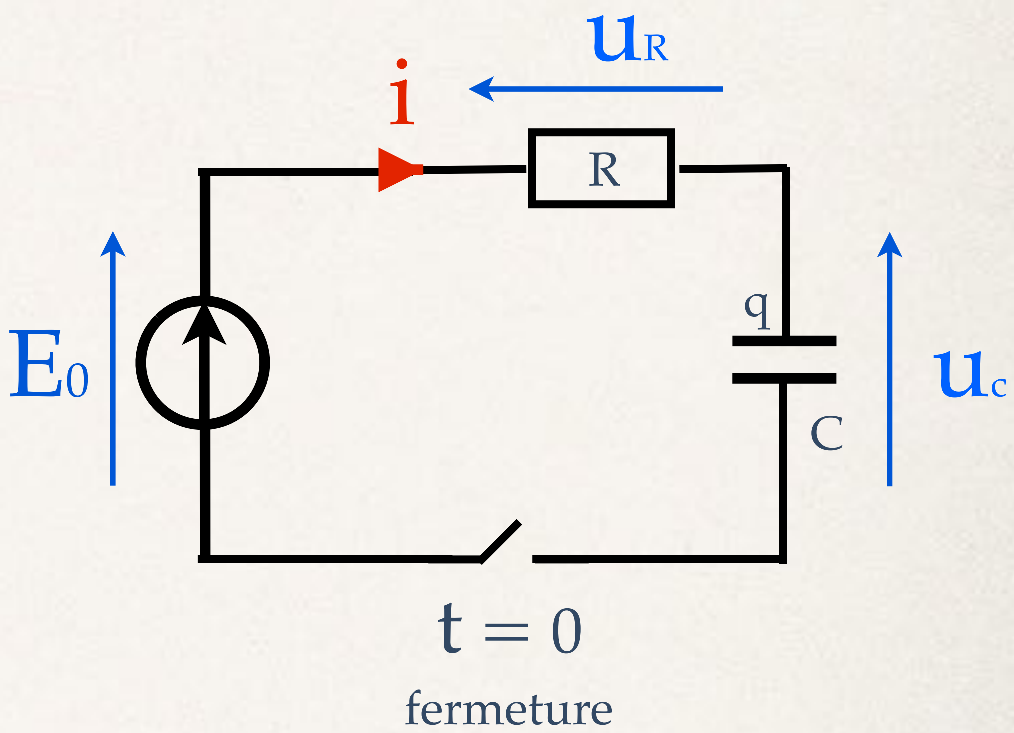
δ - Etude énergétique

Bilan de puissance :

Energie dissipée :

2 - Charge d'un condensateur

α - Orientation du circuit RC



Cond° ini :

β - Mise en équation

Mise sous forme canonique :

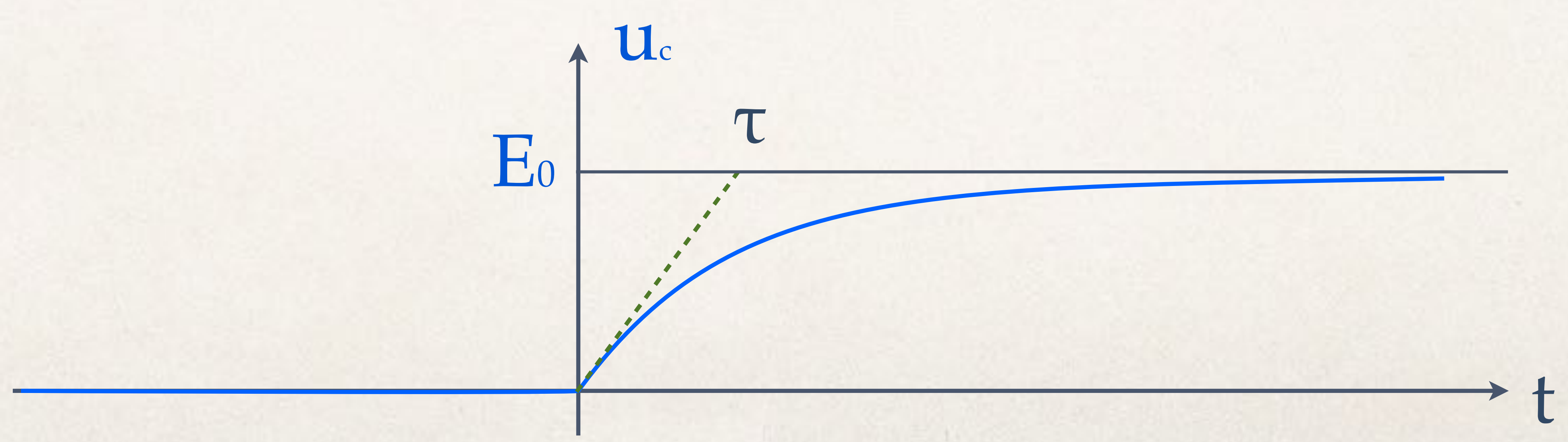
γ - Résolution

SH :

SP :

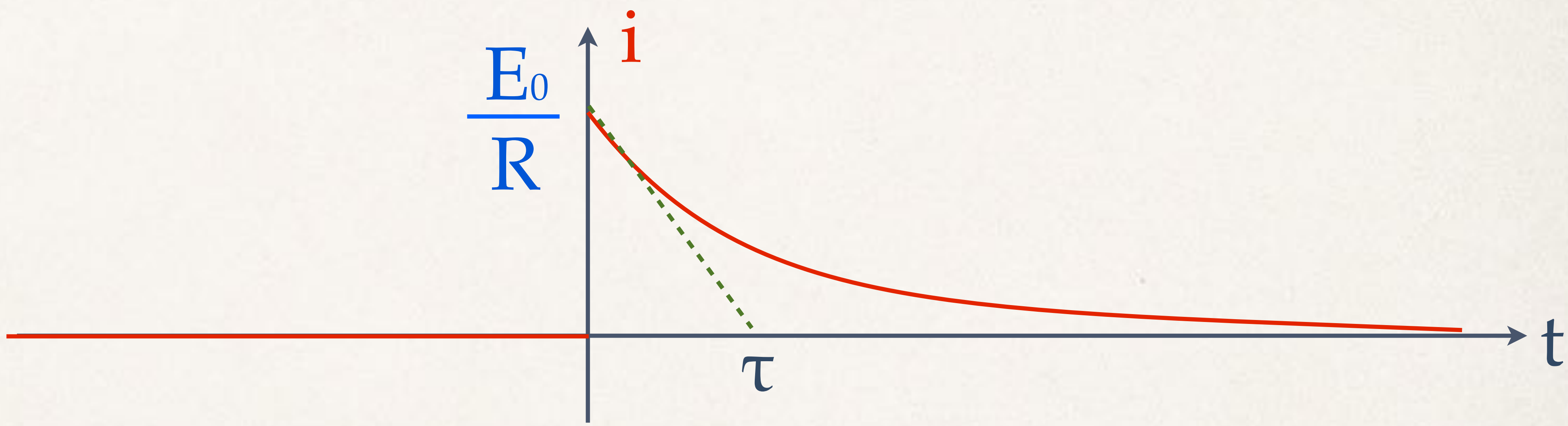
SG : $u_c(t) =$

Application des conditions initiales <u>sur la sol° générale :</u>



Calcul du courant :

$i(t) =$



A nouveau, seule la tension aux bornes du condensateur est une fonction continue du temps

δ - Etude énergétique

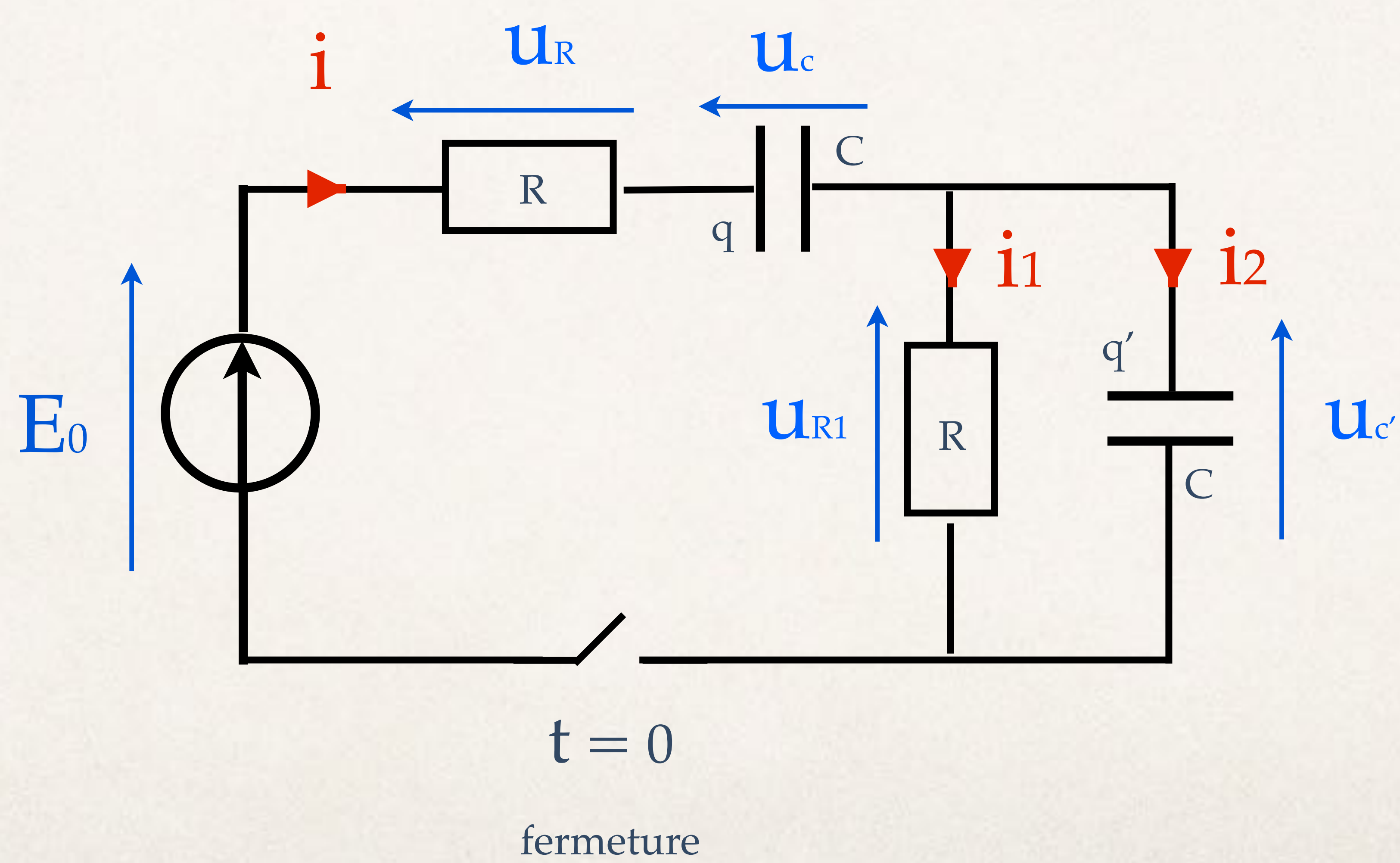
Bilan de puissance :

Energie donnée au circuit.

Résolution de problème :

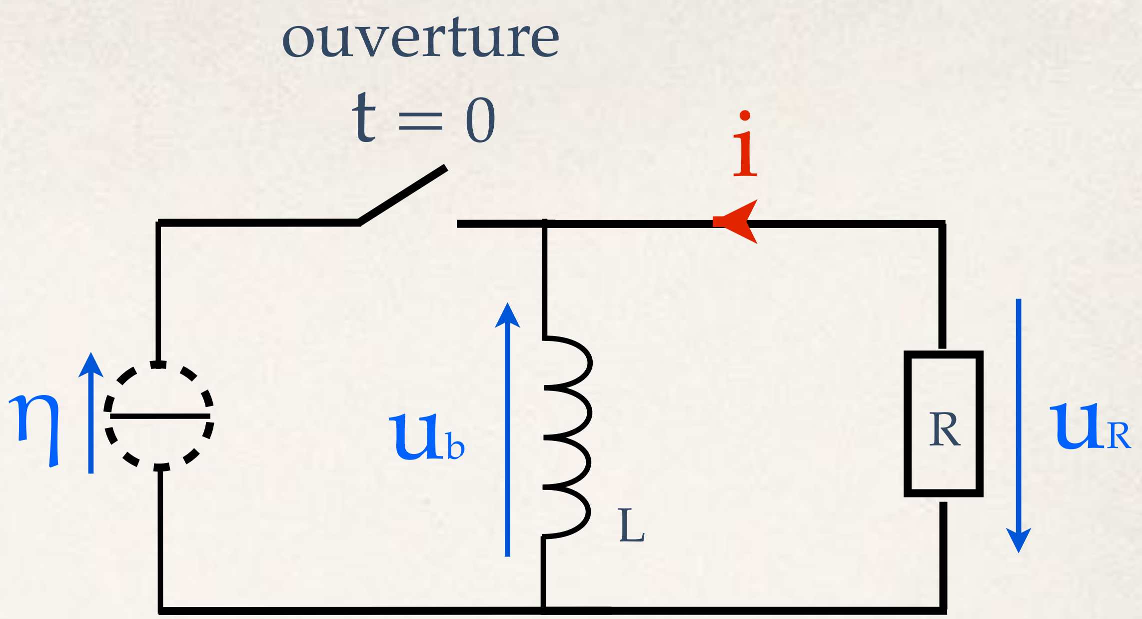
- Trouver les courants et tensions lorsque $t=0+$
- Trouver les courants et tensions lorsque $t \rightarrow \infty$

RQ : $q(0) = 0$



3 - Régime libre du circuit RL

α - Orientation du circuit RL



Cond° ini : $i(0+) = i_0$

$i_b(t<0) = \eta$

β - Mise en équation

Mise sous forme canonique :

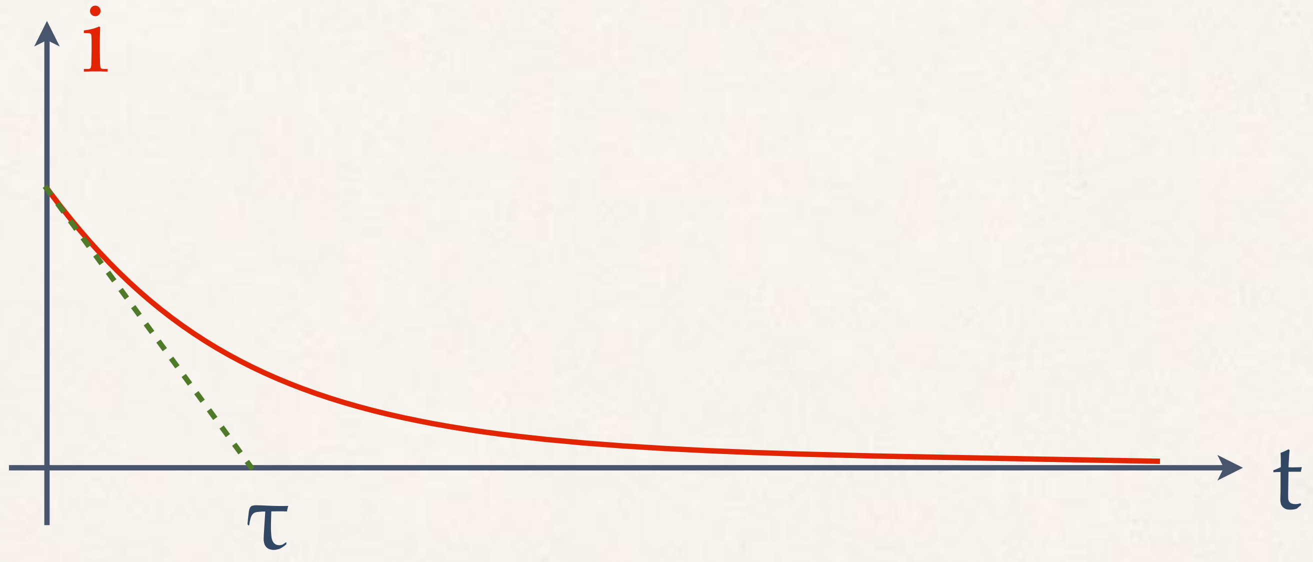
γ - Résolution

eq° diff. homogène

$i(t) =$

Application des conditions initiales <u>sur la sol° générale :</u>

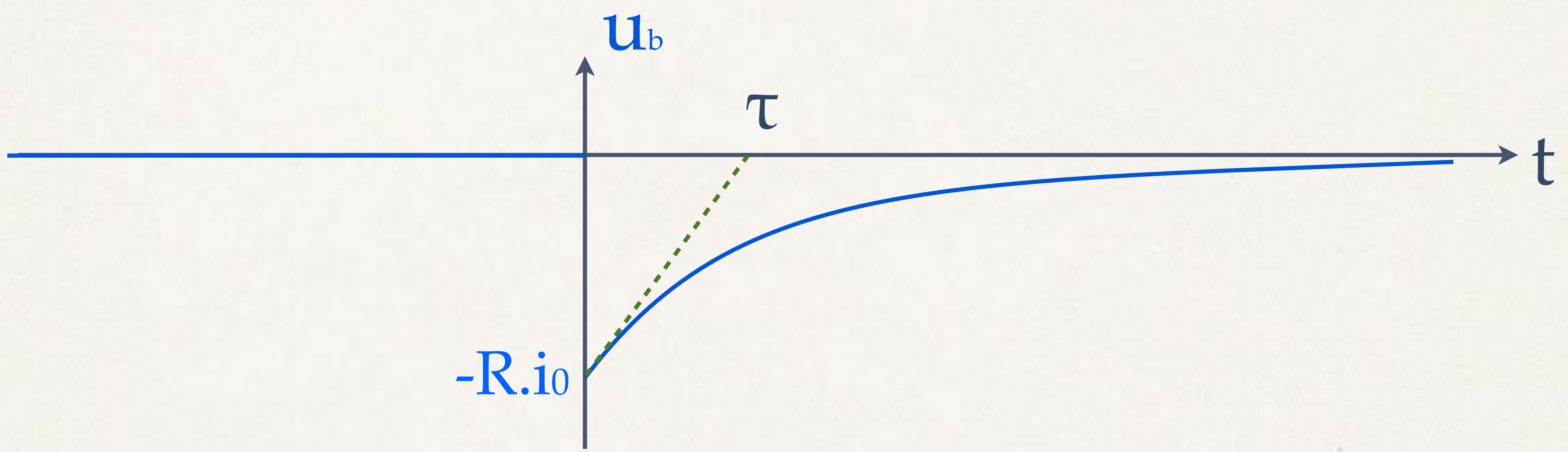
$i(t) =$



ODG :

Calcul de la tension :

$u_b(t) =$



La tension n'est pas continue cette fois !

Que se passe-t-il à $t = 0$ en terme de continuité ?

Puissance reçue par la bobine :

L'énergie emmagasinée dans la bobine est une fonction continue

$i_0 = \eta$

Propriété :

Confirmée par l'expérience

Le courant à travers une inductance est toujours une fct. continue du temps.

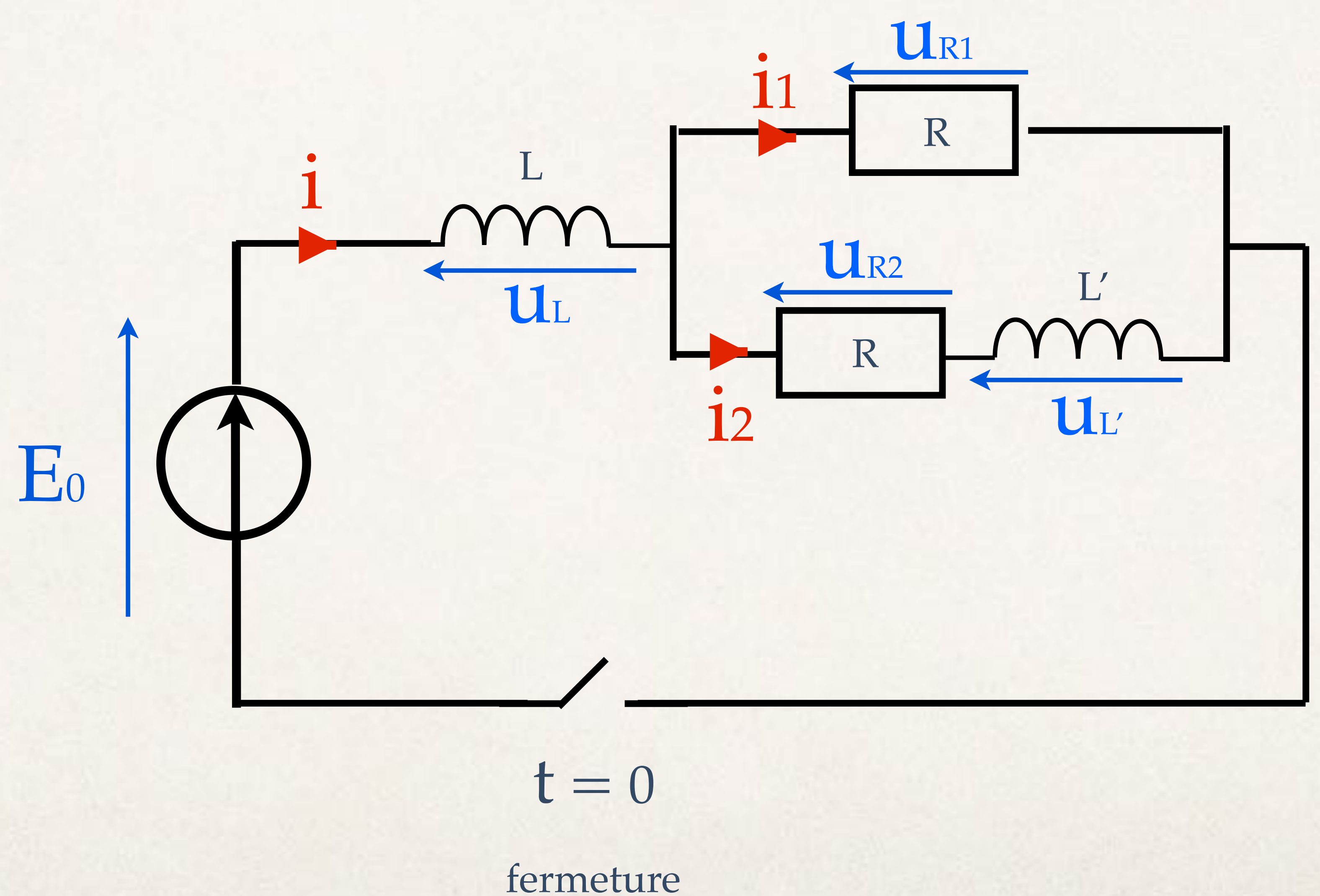
δ - Etude énergétique

Bilan de puissance :

Energie dissipée :

Résolution de problème :

- Trouver les courants et tensions lorsque t=0+
- Trouver les courants et tensions lorsque t -> ∞

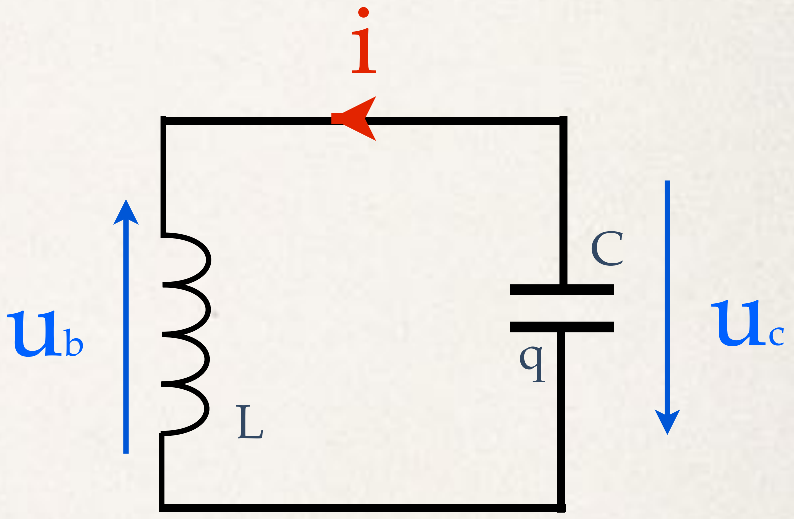


II - Circuits d'ordre 2

1 - Régime libre du circuit LC

A - Orientation du circuit LC

Cond° ini :

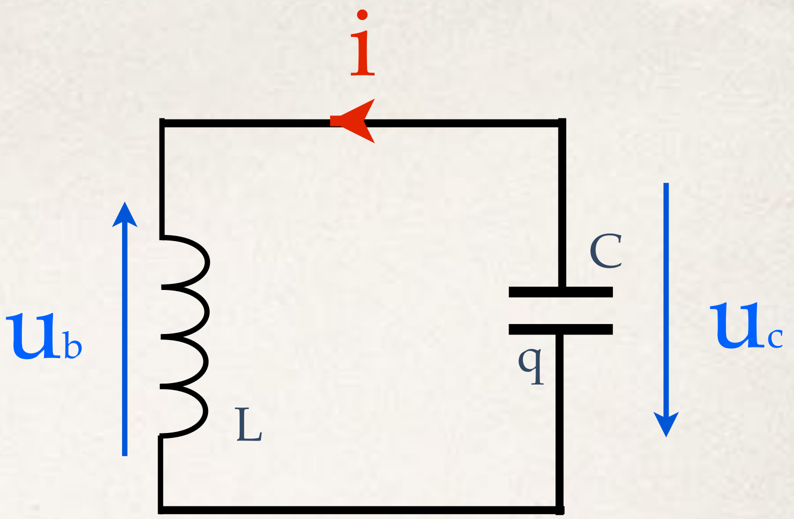


$t = 0$

$i = 0$

$q = q_0$

β - Mise en équation



$t = 0$
$i = 0$
$q = q_0$

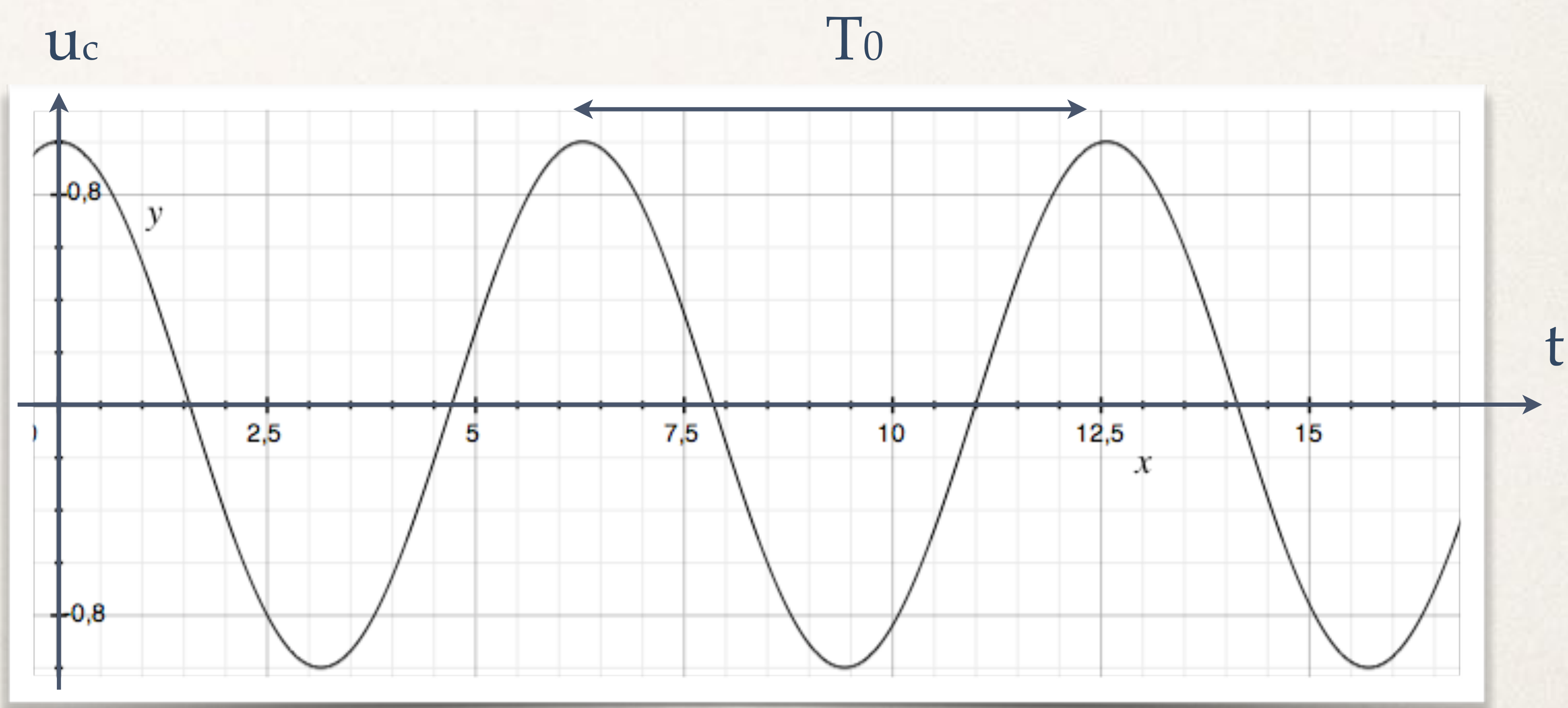
Mise sous forme canonique :

γ - Résolution

eq° diff. lin. homogène

$u_c(t) =$

Application des conditions initiales <u>sur la sol° générale :</u>



Soit $i(t) =$

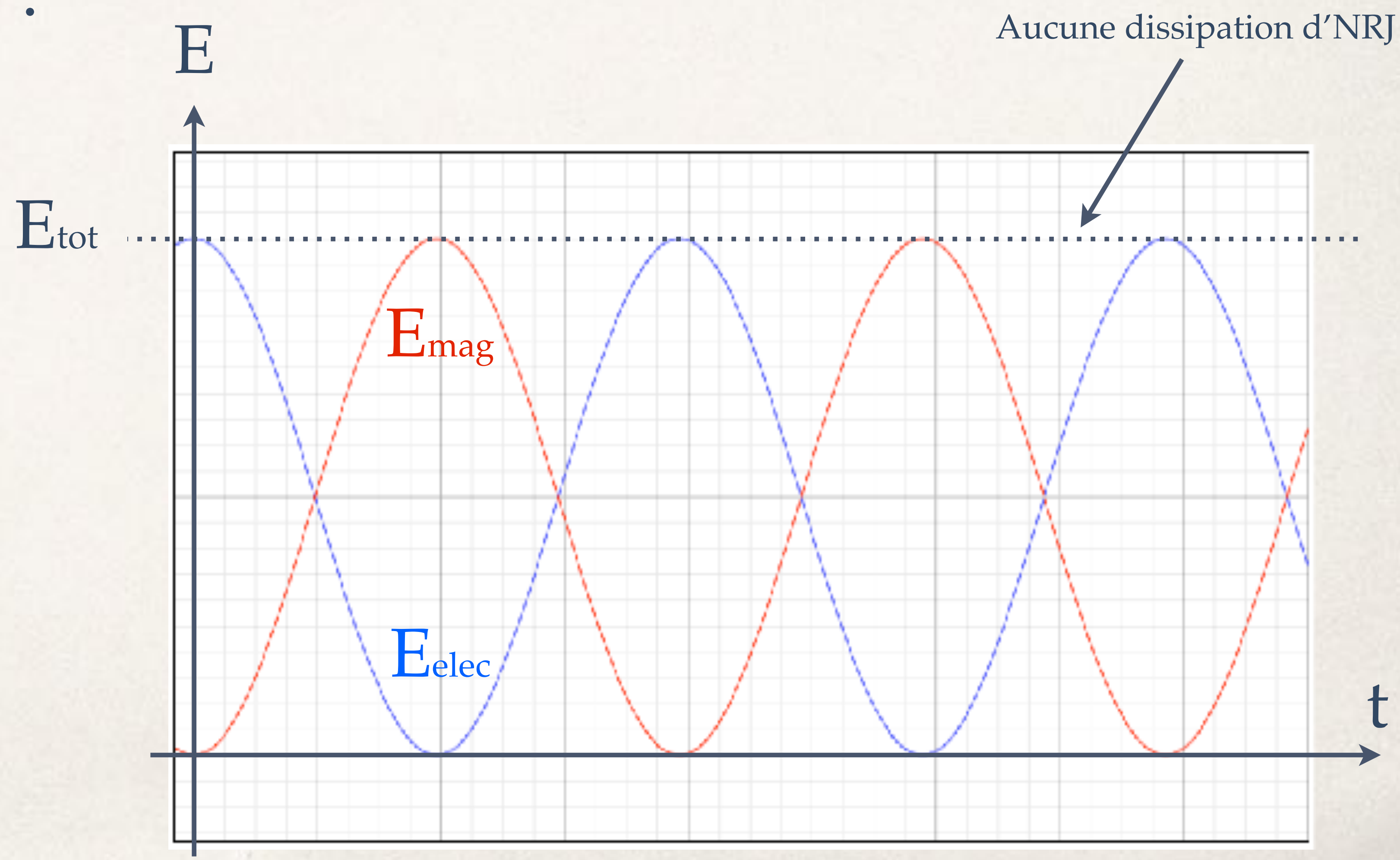
$T_0 =$

$i(t)$ est en quadrature avance sur $u_c(t)$

δ - Etude énergétique du LC libre

Bilan de puissance :

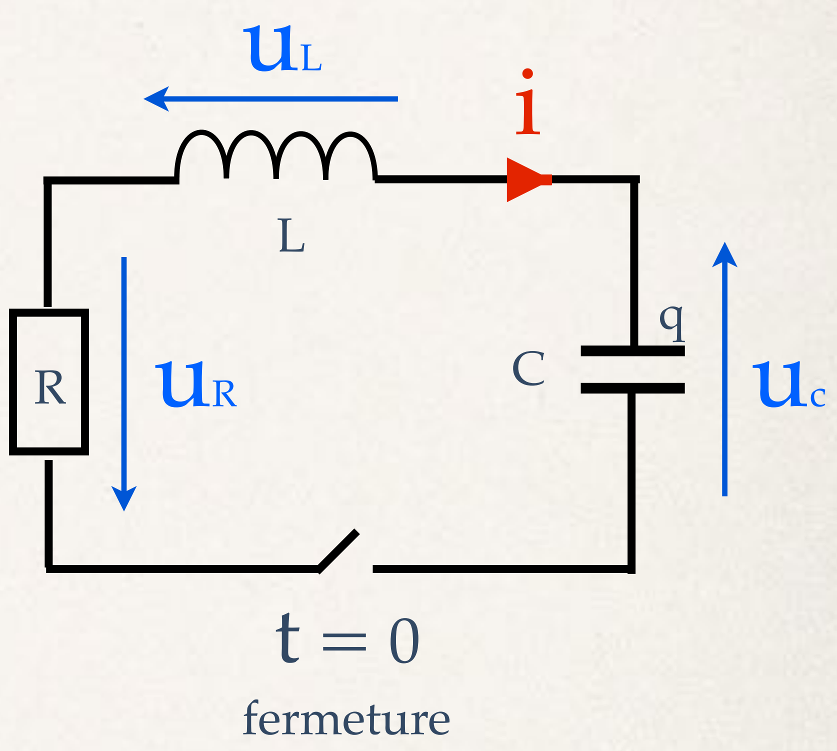
Comportement d’oscillateur :



2 - Régime libre du circuit RLC

α - Orientation du circuit RLC

Cond° ini :



β - Mise en équation

Mise sous forme canonique :

Facteur de qualité : Q =

γ - Résolution

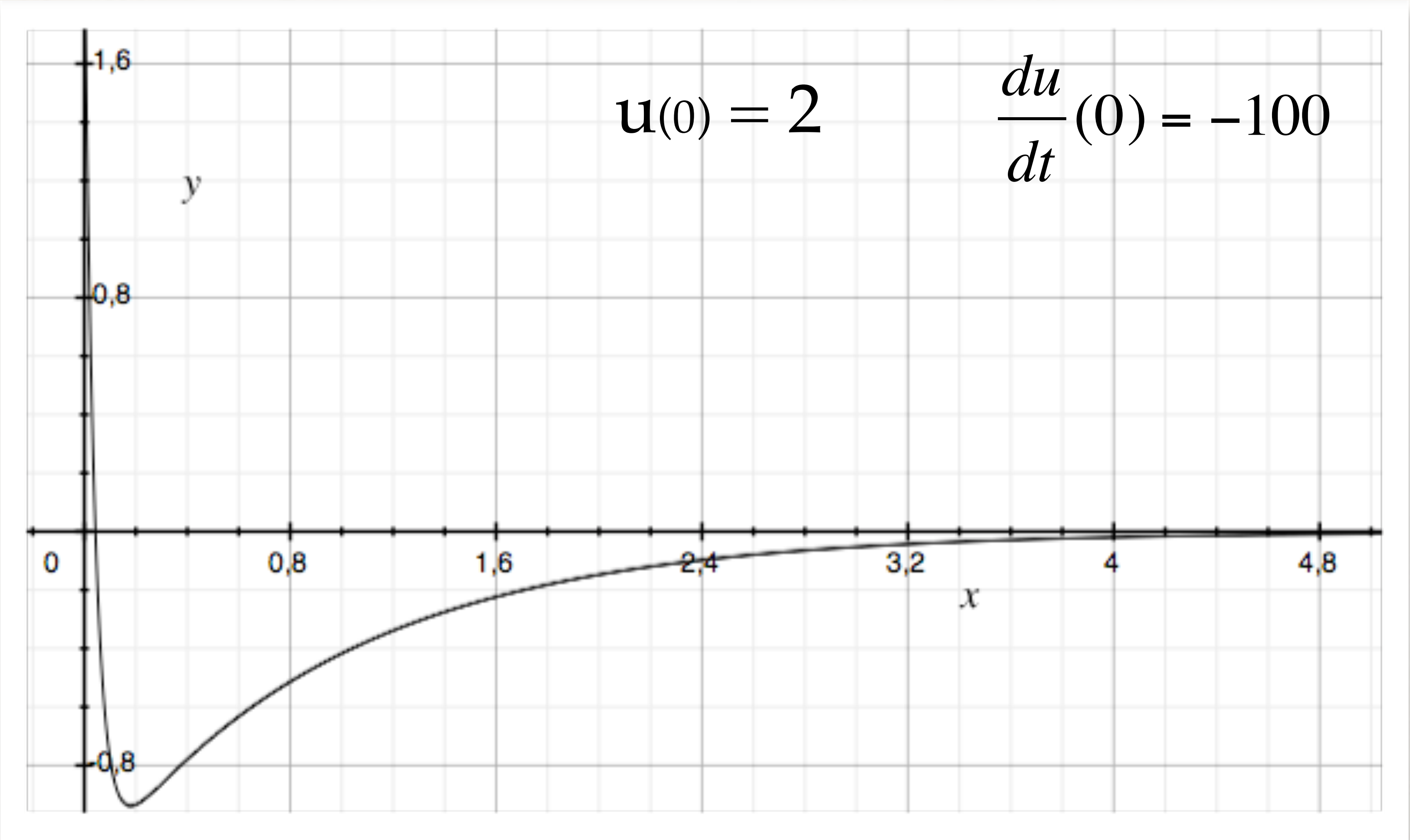
eq° diff. lin. homogène

On distinguera trois cas d'étude :

- régime d'amortissement fort
- régime critique
- régime pseudo-périodique

✳ régime d'amortissement fort ou régime apériodique

u_C



$u(0) = 2$ $\qquad \dfrac{du}{dt}(0) = -100$ $\qquad$ (SI)

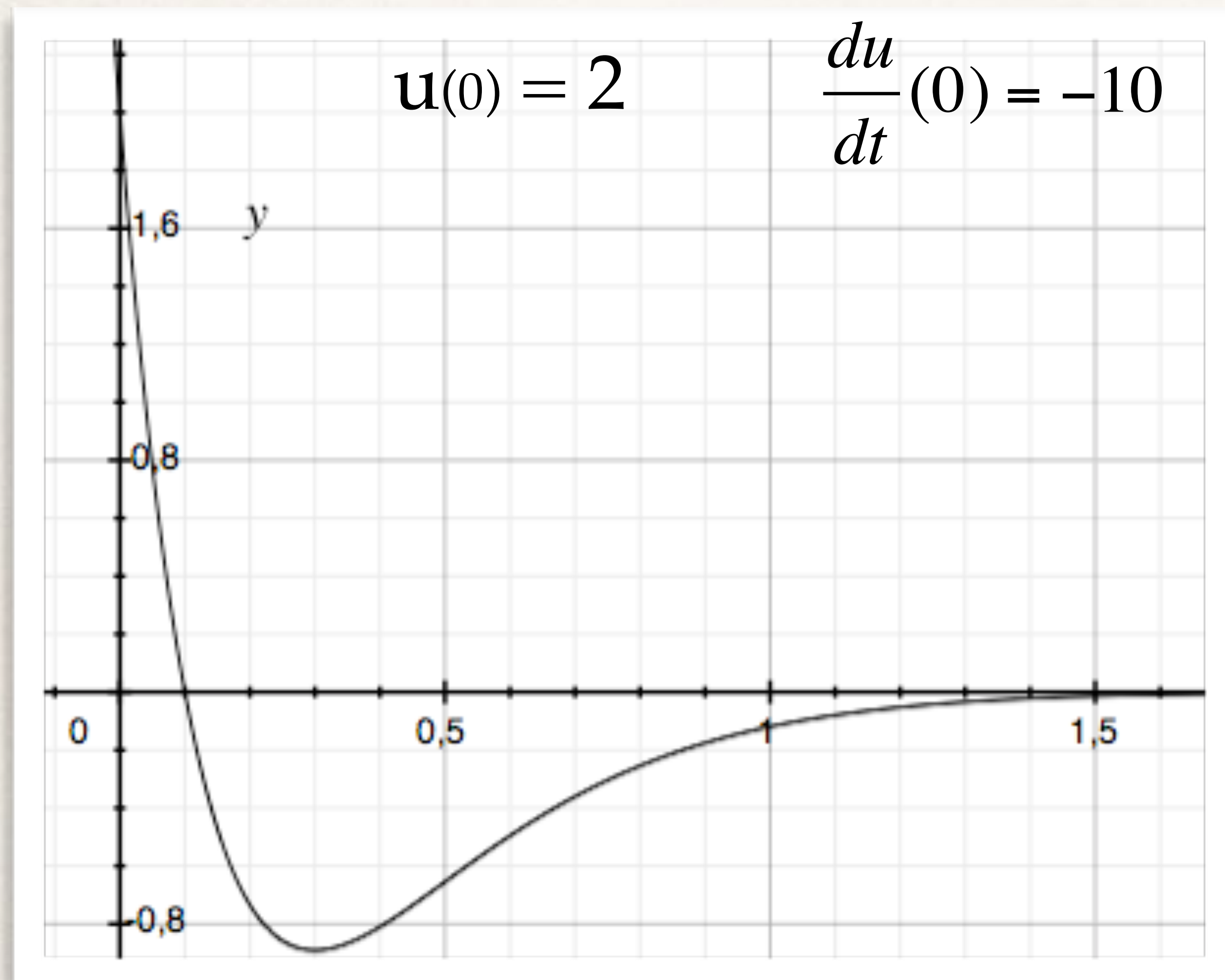
t

$\boxed{Q = 1/5}$

$\omega_0 = 5$

✳ régime critique :

u_C



$u(0) = 2$ $\qquad \dfrac{du}{dt}(0) = -10$ $\qquad$ (SI)

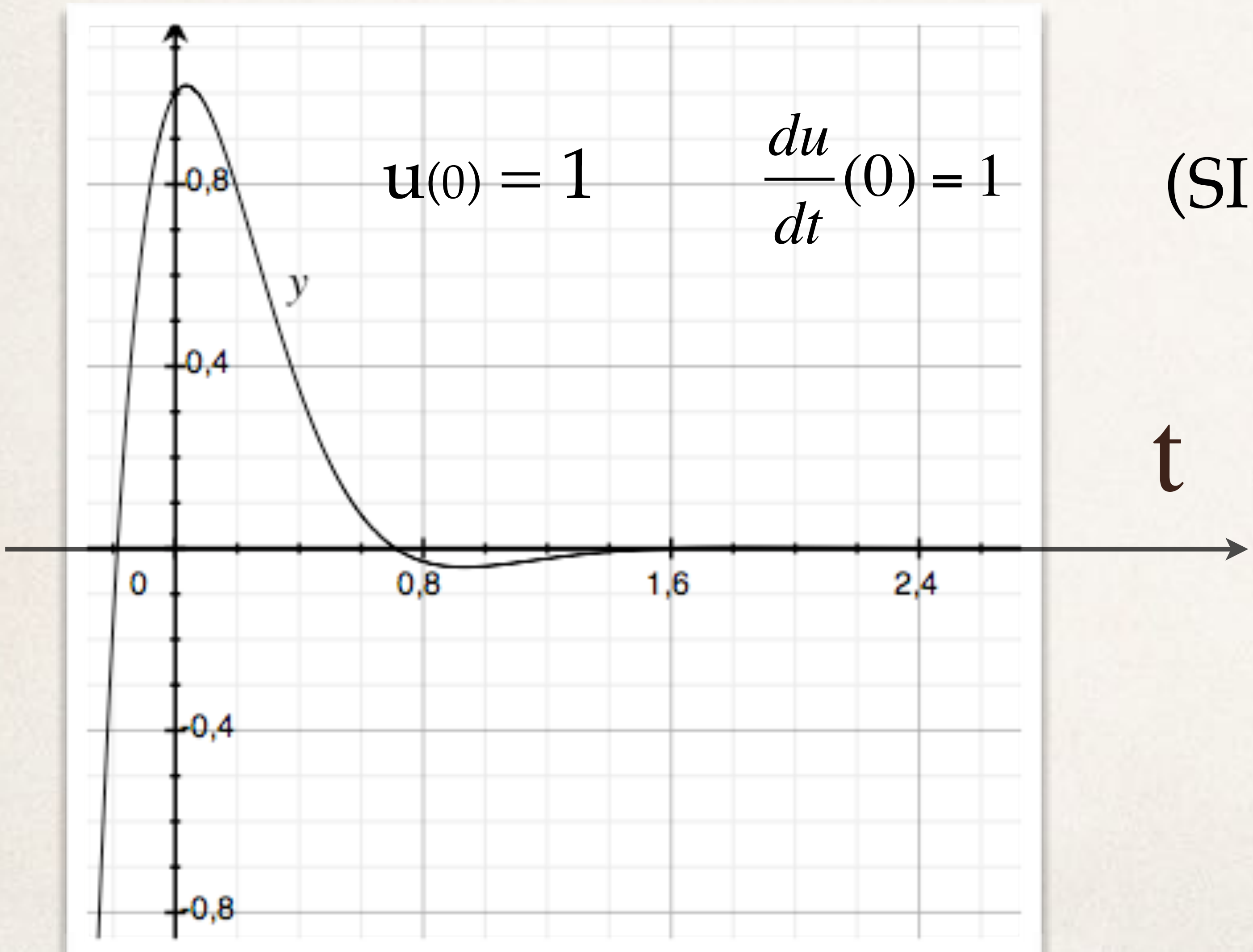
t

$$\boxed{Q = 1/2}$$

$\omega_0 = 5$

✳ régime pseudo-périodique :

u_c



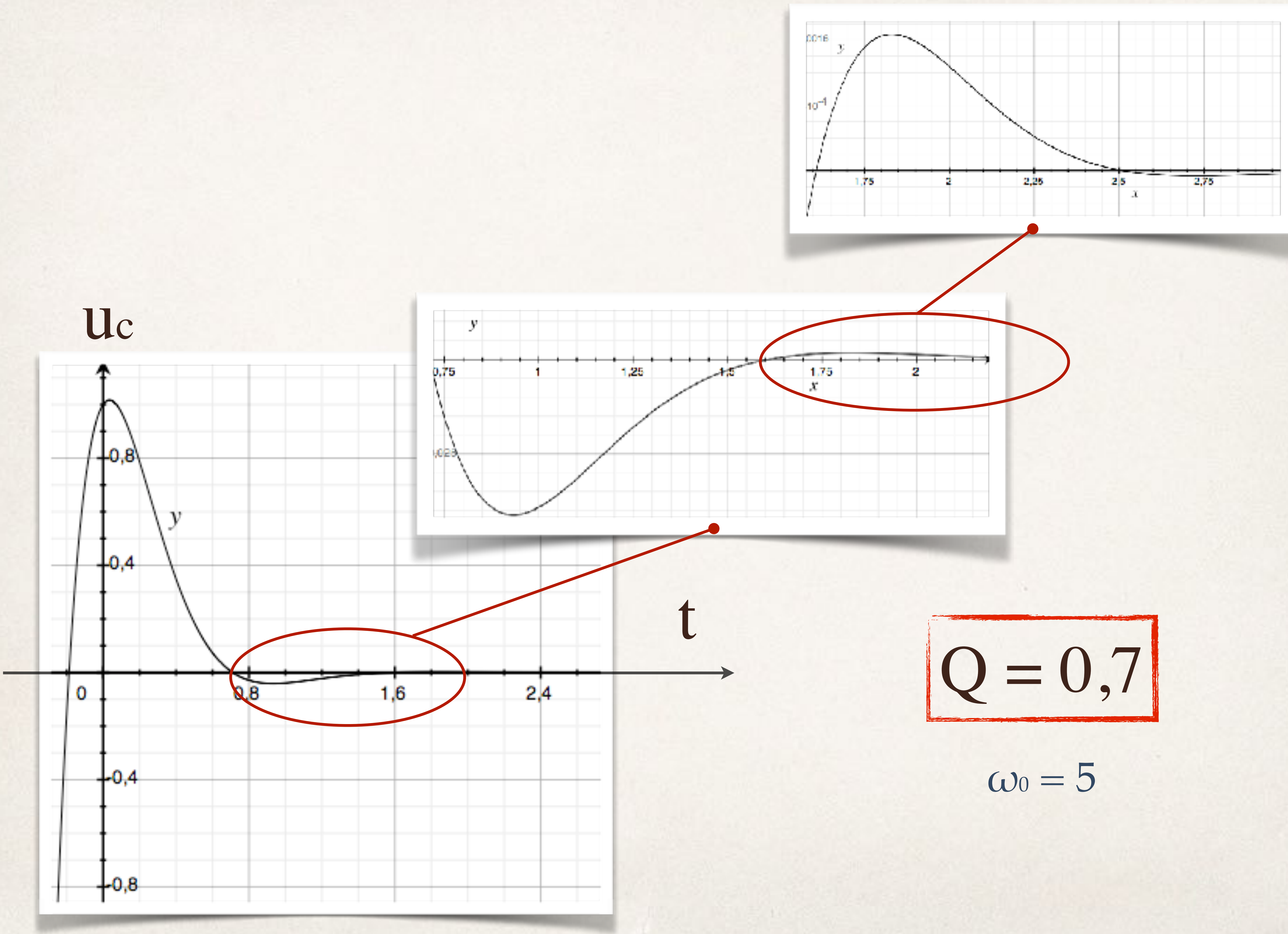
t

$u(0) = 1$ $\quad \dfrac{du}{dt}(0) = 1$ (SI)

$$\boxed{Q = 0{,}7}$$

$\omega_0 = 5$

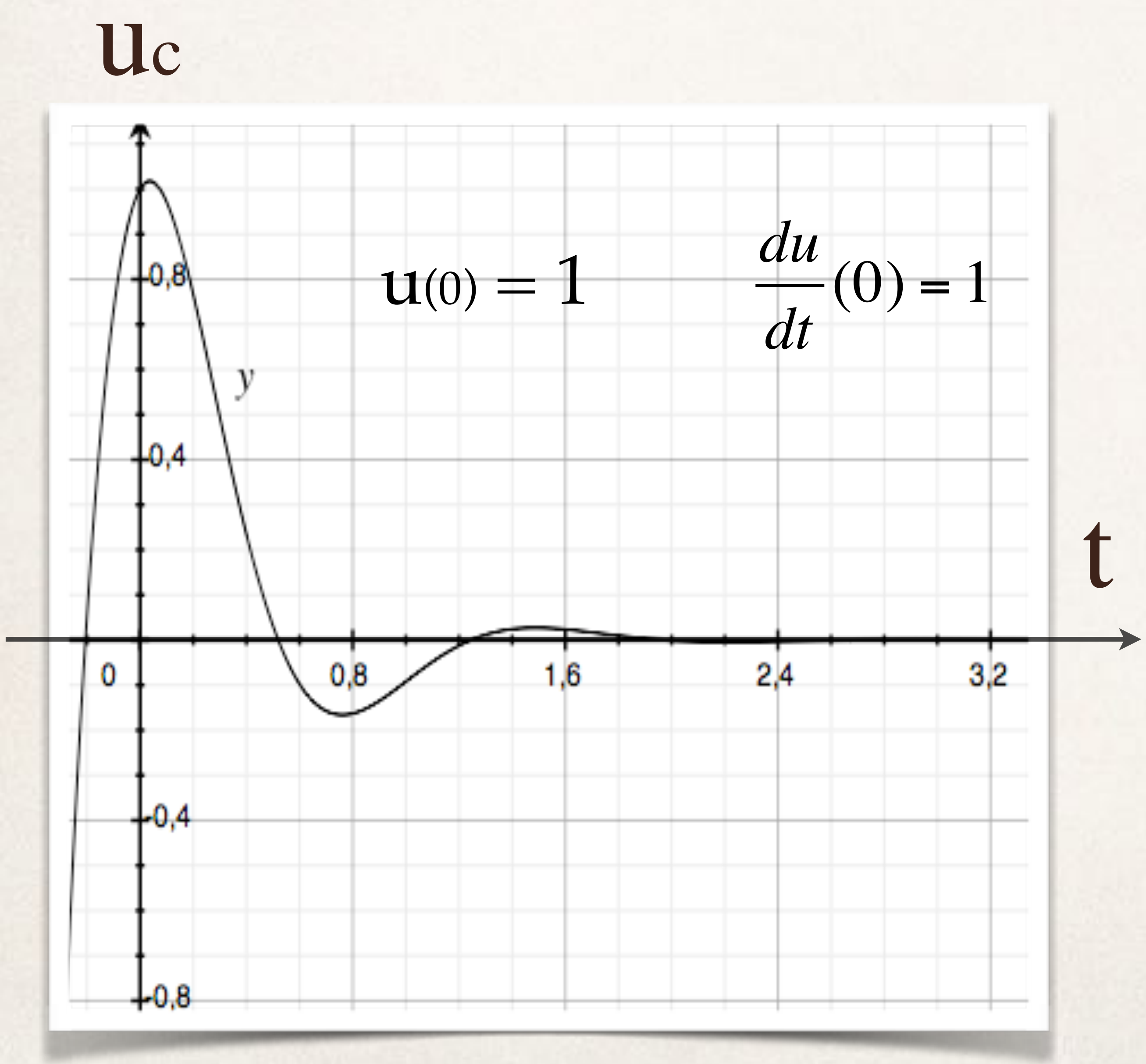
régime pseudo-périodique :



$$\boxed{Q = 0{,}7}$$

$\omega_0 = 5$

✳ régime pseudo-périodique :



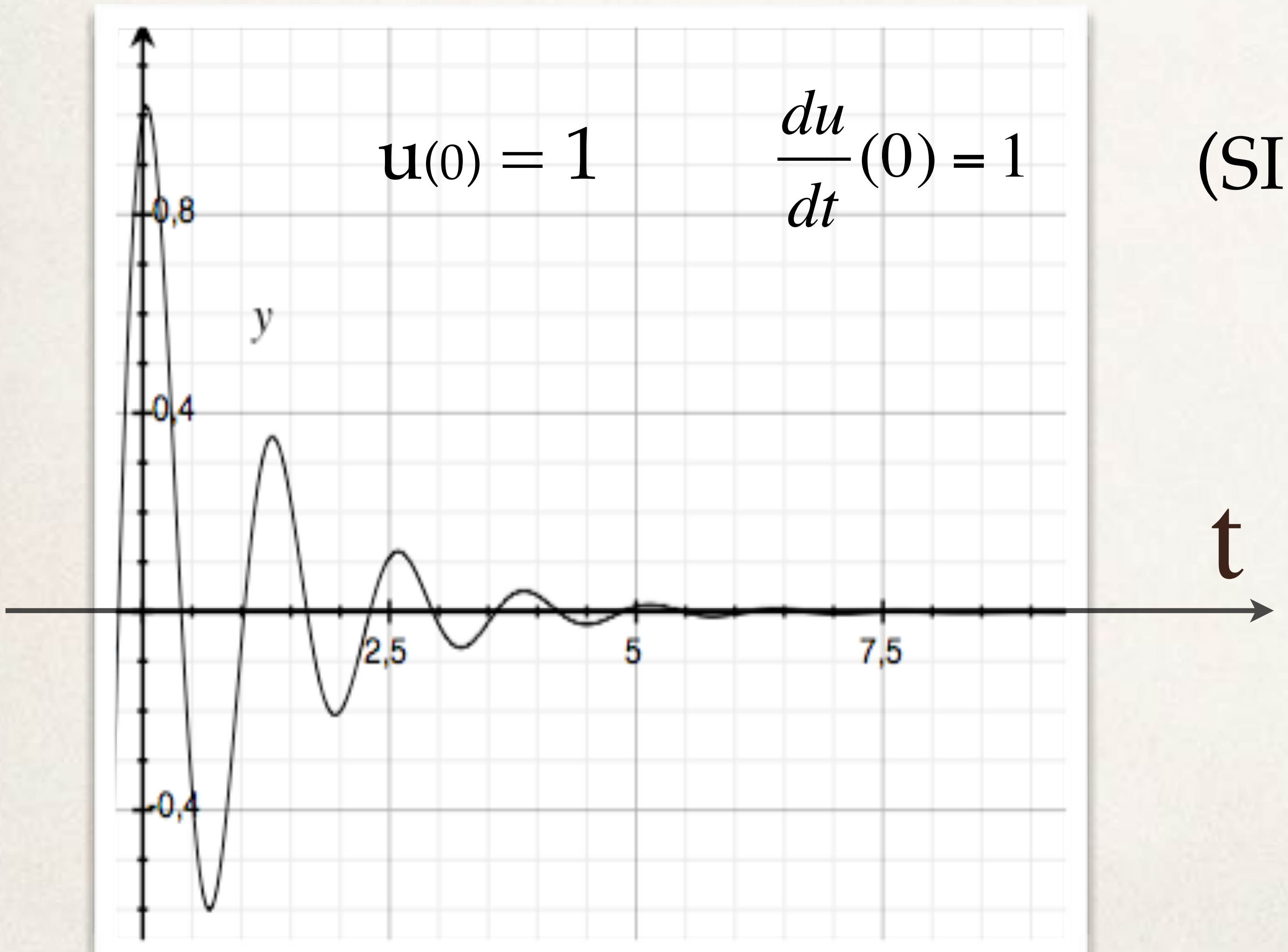
$u(0) = 1 \qquad \frac{du}{dt}(0) = 1 \qquad \text{(SI)}$

$\boxed{Q = 1}$

$\omega_0 = 5$

✳ régime pseudo-périodique :

u_c



$u(0) = 1 \qquad \frac{du}{dt}(0) = 1 \qquad \text{(SI)}$

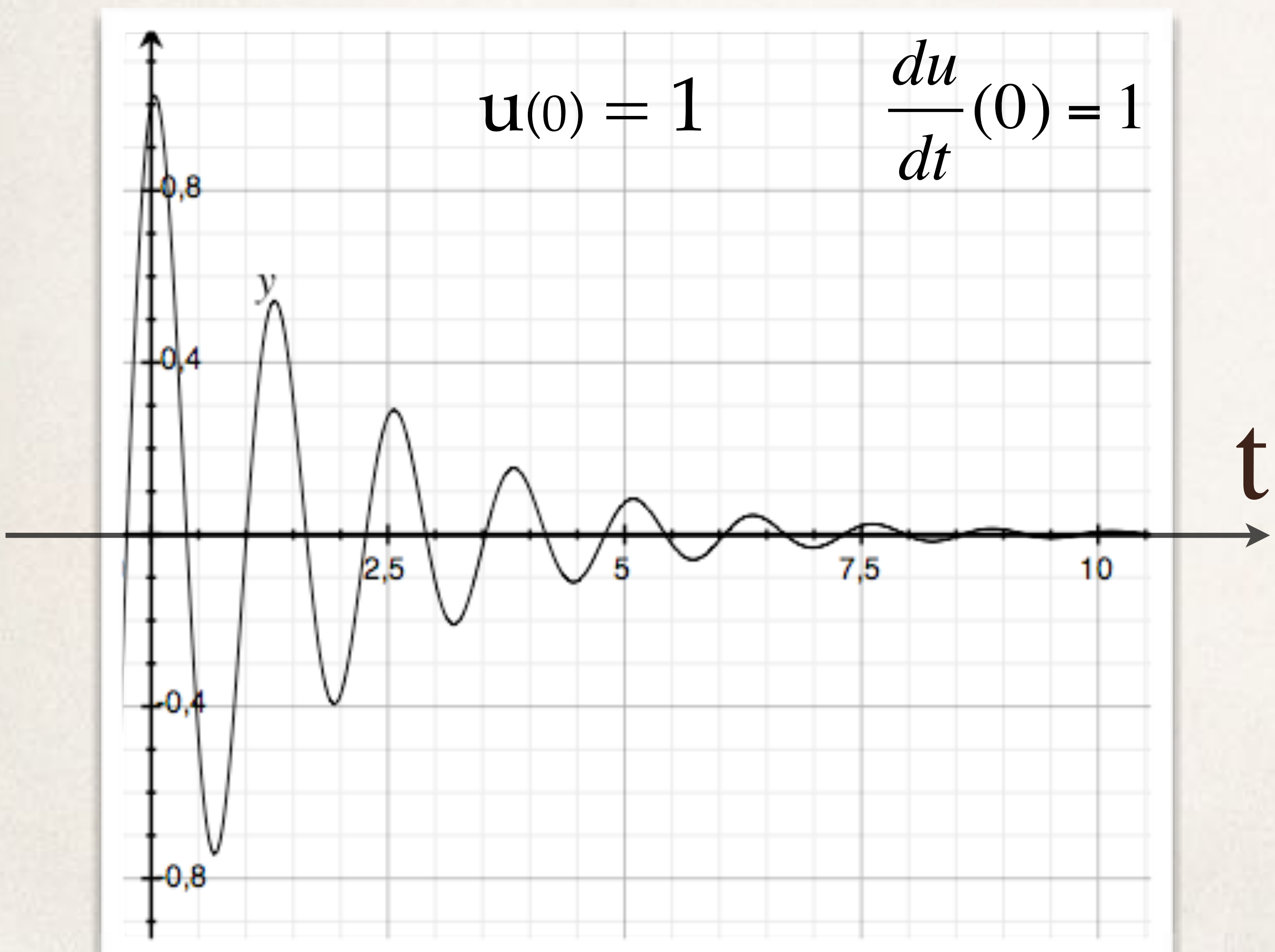
t

$$\boxed{Q = 3}$$

$\omega_0 = 5$

✳ régime pseudo-périodique :

u_c



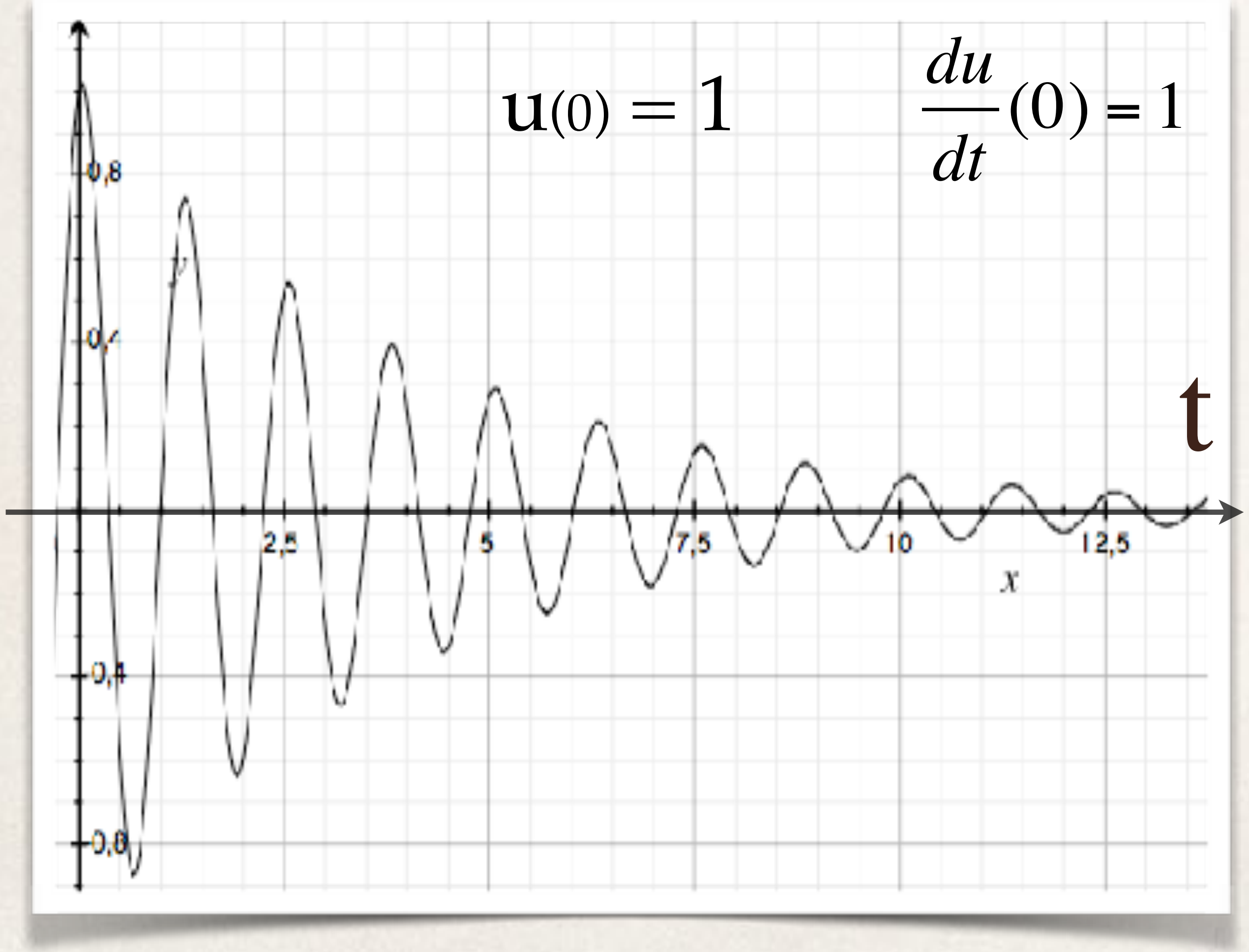
$u(0) = 1$ $\quad \dfrac{du}{dt}(0) = 1$ $\quad$ (SI)

$$\boxed{Q = 5}$$

$\omega_0 = 5$

✳ régime pseudo-périodique :

u_c



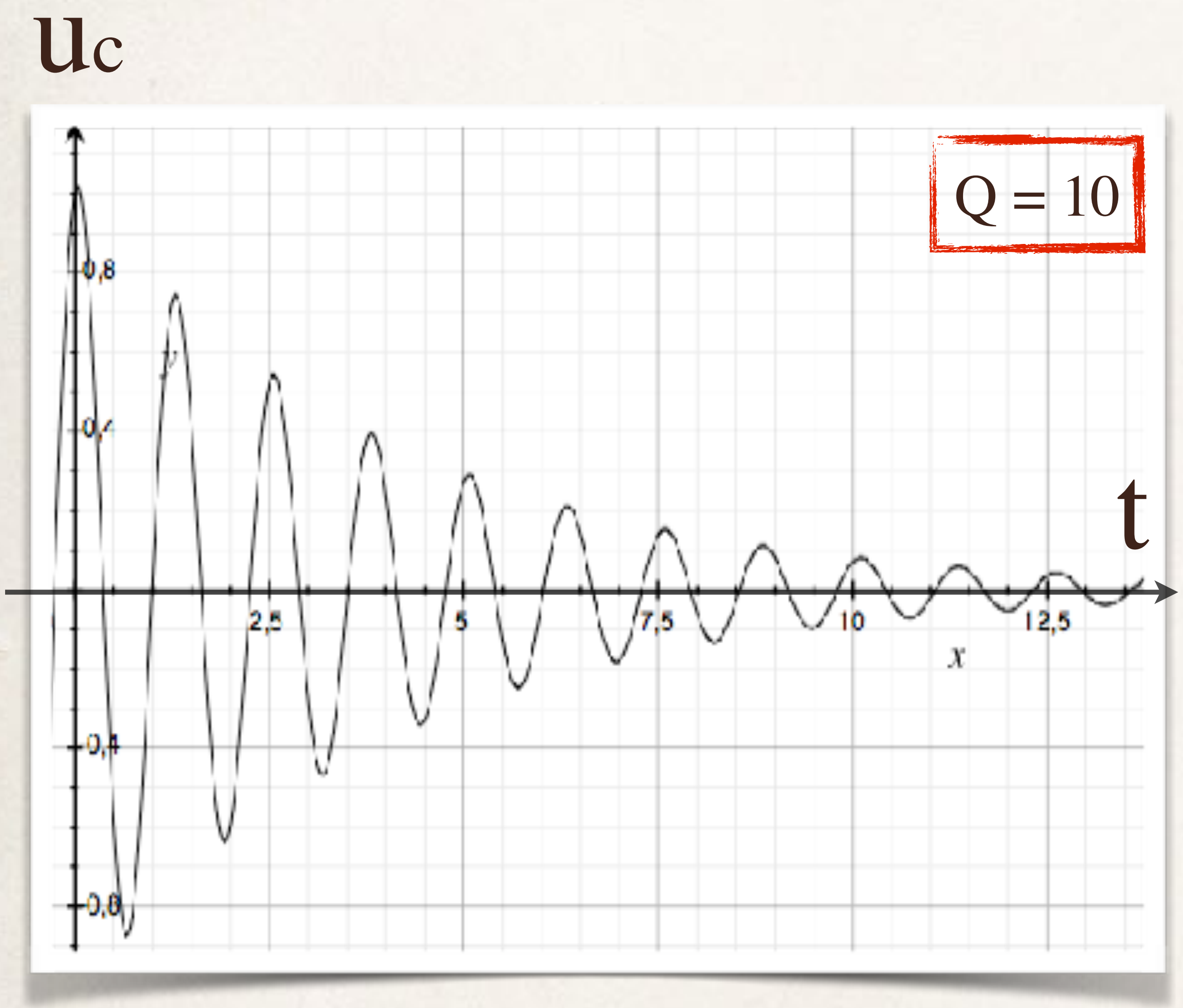
$u(0) = 1 \qquad \frac{du}{dt}(0) = 1 \qquad$ (SI)

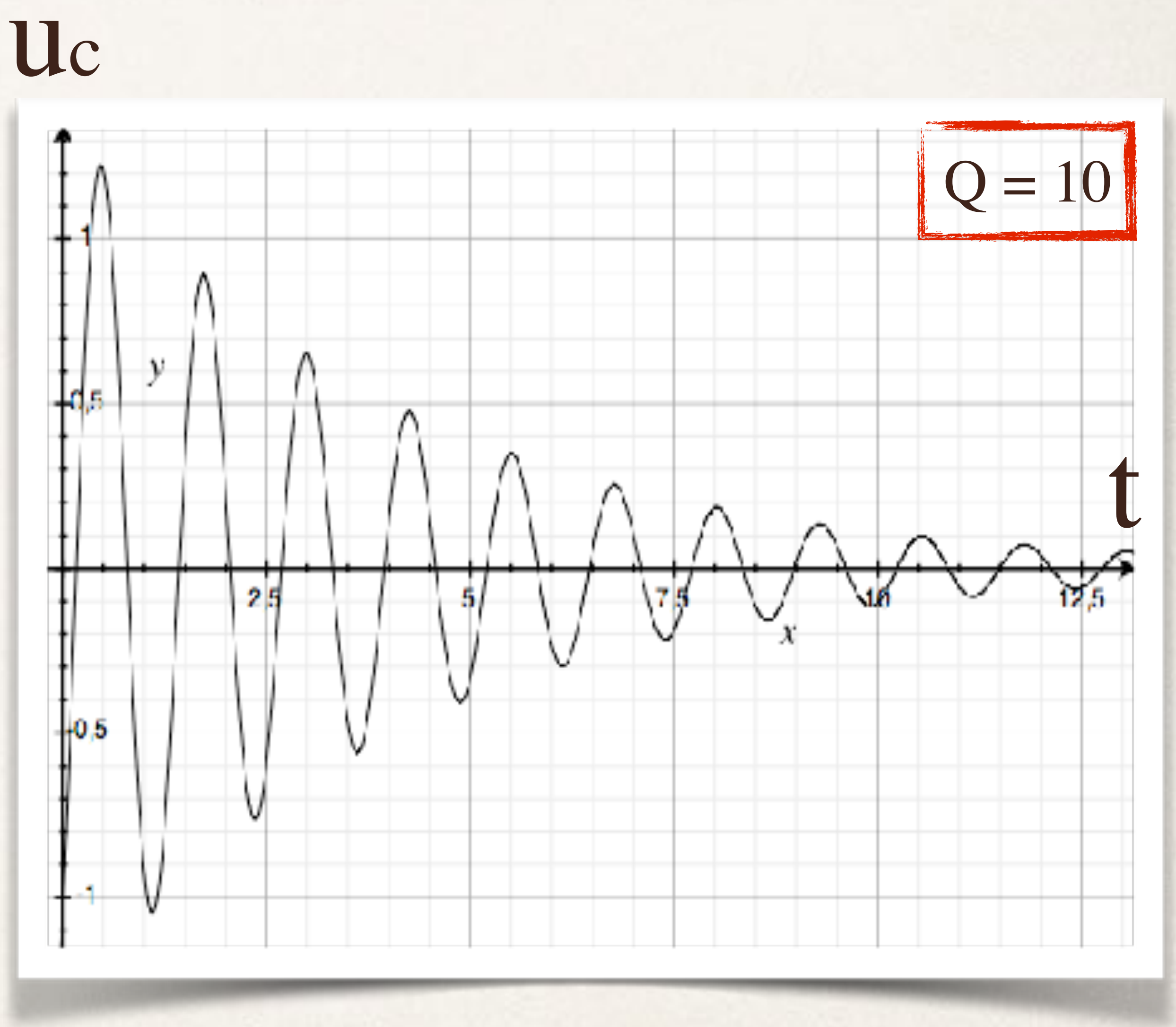
t

$$\boxed{Q = 10}$$

$\omega_0 = 5$

Le démarrage des oscillations dépend des conditions initiales :





$u(0) = 1$ $\quad \dfrac{du}{dt}(0) = 1$ (SI)

$u(0) = -1$ $\quad \dfrac{du}{dt}(0) = 5$ (SI)

Résolution dans le régime pseudo-périodique avec nos Cond. ini. :

δ Caractérisation du signal pseudo-périodique

La pseudo-période : T =

(Pseudo-pulsation : Ω)

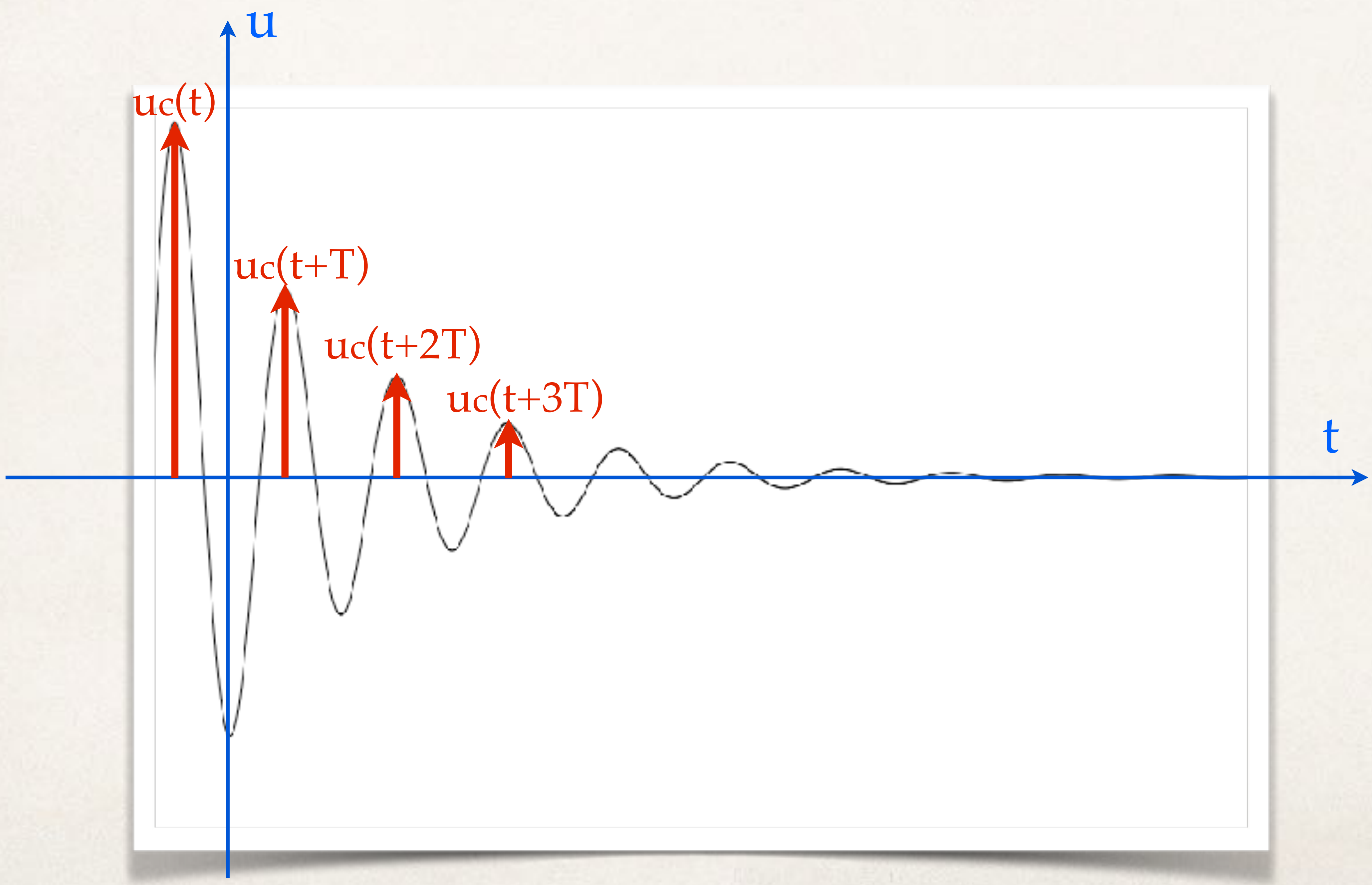
Le facteur de qualité :

On peut calculer simplement un ordre de grandeur du nombre d'oscillations avant amortissement (Q >> 1) :

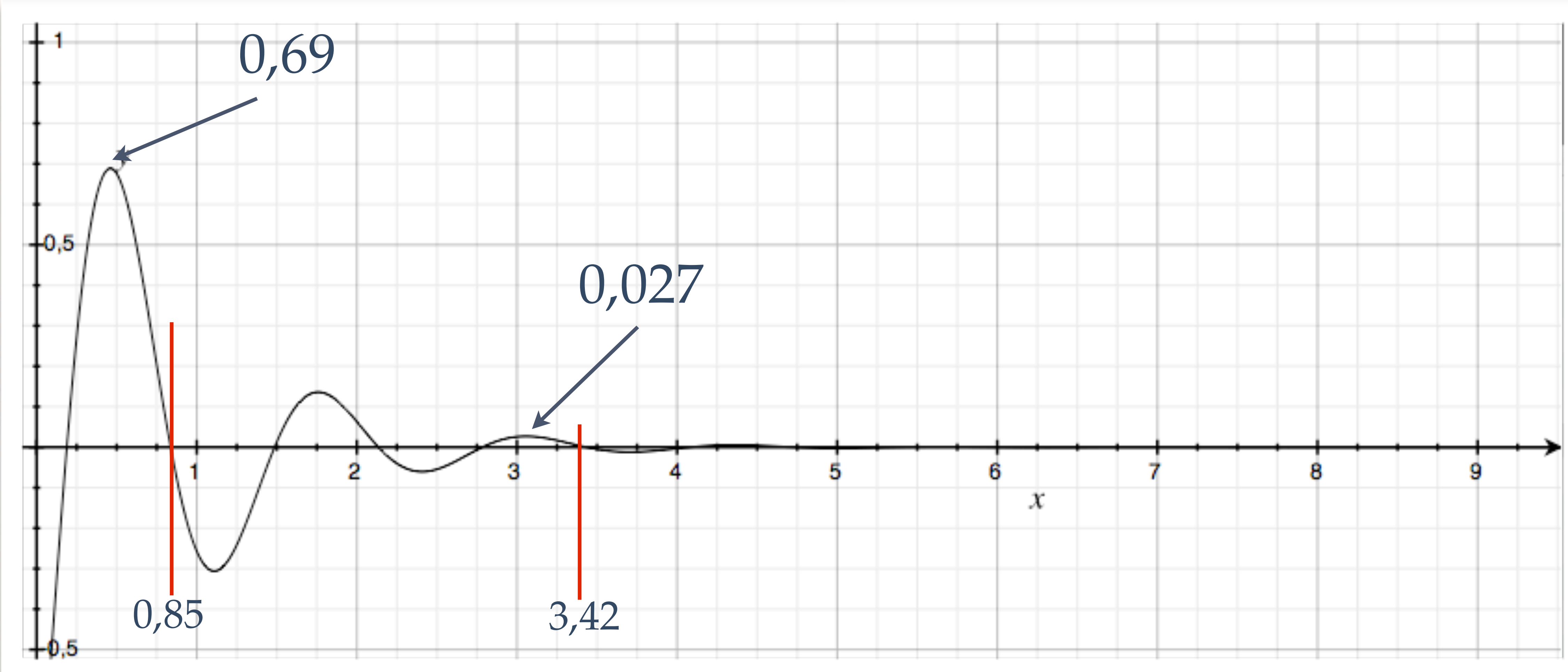
Q donne un ordre de grandeur (ODG) du nombre d'oscillations

Le décrément logarithmique :

$$\boxed{\delta \equiv \frac{1}{n}\ln\left[\frac{u_c(t)}{u_c(t+nT)}\right]}$$



Résolution de PB : Mesurer τ et δ à partir de l'oscillogramme



$\delta =$

$T =$

$\Omega =$

$Q =$

$\lambda =$

$\omega_0 =$

$T_0 =$

ε - Etude énergétique du RLC libre

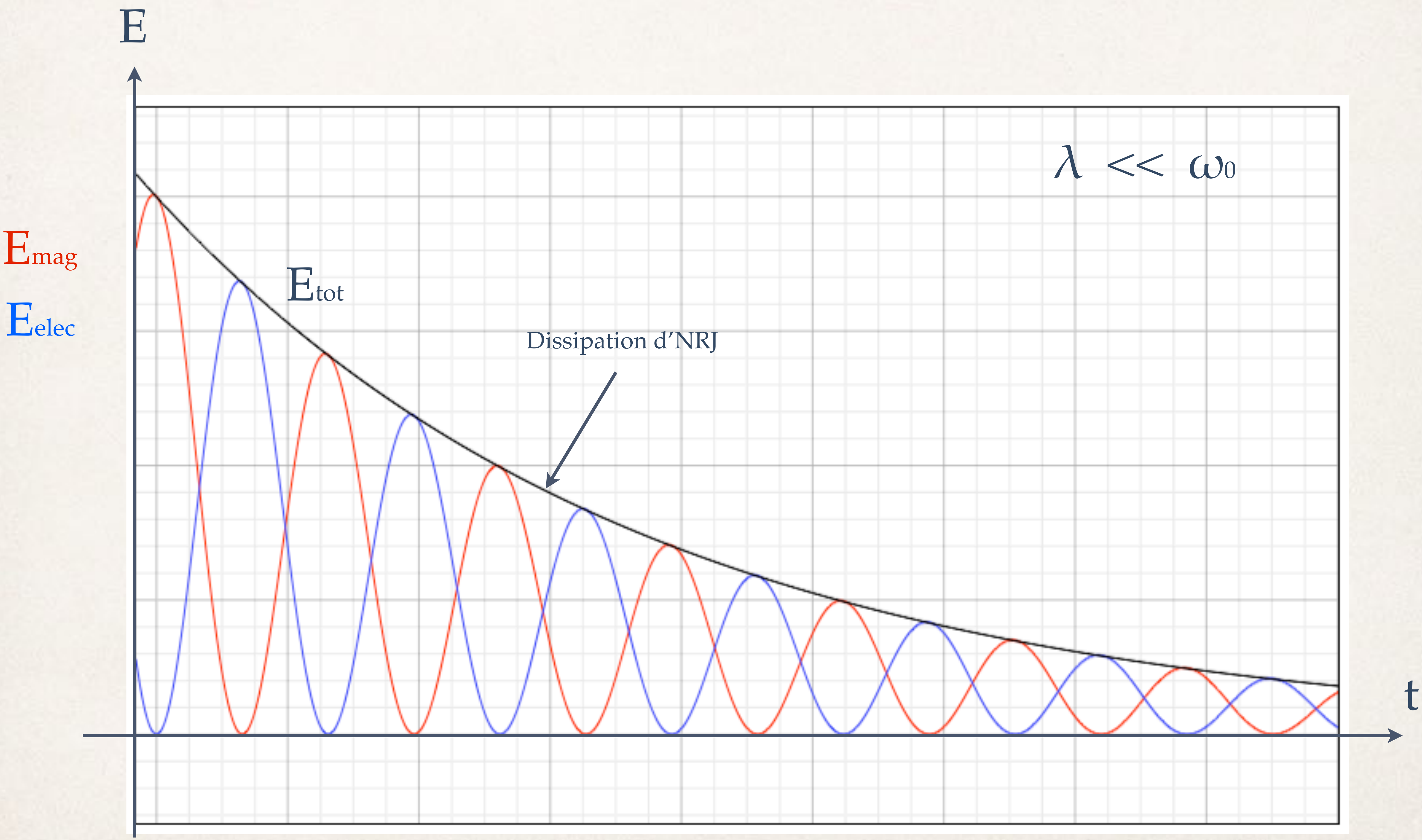
Bilan de puissance :

Cas du régime pseudo-périodique <u>faiblement</u> amorti : $\lambda << \omega_0$

soit Q ? et Ω ?

$u_c(t) =$

$i(t) =$


E
$\lambda << \omega_0$
E_{mag}
E_{elec}
E_{tot}
Dissipation d'NRJ
t

Evolution de l’énergie sur une période :