

- ❖ **La folliculogenèse** est l'évolution des follicules à partir d'un stade initial (follicule primordial) jusqu'à un follicule mûr ou de Graaf
- ❖ **L'ovulation** est l'éclatement d'un follicule mûr et expulsion du gamète femelle ovocyte II bloqué en M II vers le pavillon
- ❖ **L'origine du corps jaune** : Le corps jaune provient de follicule mûr éclaté : les cellules restantes de la granulosa et de la thèque interne se multiplient. Les cellules de la granulosa se chargent d'un pigment lipidique jaune appelés lutéines

Follicules	Gamète femelle	Zone pellucide	Cellules folliculaires	Cavité folliculaire	Thèque interne	Thèque externe
Follicule primordial	Ovocyte I	-	Quelques cellules folliculaires aplaties	-	-	-
Follicule primaire	Ovocyte I	-	Une seule couche	-	-	-
Follicule secondaire	Ovocyte I	+	Plusieurs couche appelée granulosa	-	Non différencié	Non différencié
Follicule tertiaire ou cavitaire	Ovocyte I	+	Plusieurs couche appelée granulosa	Quelques cavités dans le granulosa	Bien différencié	Bien différencié
Follicule mûr ou de Graaf	Ovocyte I	+	Plusieurs couche appelée granulosa	Une seule cavité très grande appelée antrum	Bien différencié	Bien différencié
Follicule rompu	Ovocyte I ou II	+	Plusieurs couche appelée granulosa	-	Bien différencié	Bien différencié

Une thèque externe est formée de cellules aplaties et de fibres conjonctives (rôle protectrice).
Une thèque interne est formée de cellules glandulaires (rôle sécrétrices hormonales).

❖ **Gamète femelle = ovocyte II bloqué en métaphase II**

The diagram shows a cross-section of an ovocyte II. It is spherical with a yellow cytoplasm. A blue nucleus is visible with spindle fibers. The cell is surrounded by a pink zona pellucida and an outer layer of red cells (corona radiata). Labels 1 through 7 point to various structures: 1. Corona radiata, 2. Zona pellucida, 3. Nucleus, 4. Spindle fibers, 5. Cytoplasm, 6. Granules, 7. Cell membrane.

Le gamète femelle est de forme sphérique, immobile, volumineuse et de structure complexe (constituée de plusieurs types de cellules)

Le cytoplasme de l'ovocyte II est riche en substance nutritive appelée (vitellus).

Le cytoplasme de l'ovocyte II contient des granules corticaux intervenant au moment de la fécondation.

❖ **Comparaison avec gamète mâle**

		Gamète mâle	Gamète femelle
Points communs		Cellule sexuelle haploïde porte chacun la moitié de l'information génétique	
Points différents	Forme	Allongée	Sphérique
	Taille	Petite	Grande
	Réserve	Pauvre	Riche
	Mobilité	Mobile	Immobile
	Survie	3 à 5 jours	2 jours



	Nombre produit	60 10 ⁶ par éjaculat	1 seul par cycle
	Cytoplasme	Pauvre	Riche
	Maturation	Mature	Immature
Particularité chromosomique		Un noyau haploïde à n = 23 chromosomes simples n = 22 + X ou n = 22 + Y	Un noyau haploïde à n = 23 chromosomes dupliqués n = 22 + X

❖ **L'ovogenèse** est la formation des gamètes femelles

L'ovogenèse commence avant la naissance, puis elle poursuit entre la puberté et la ménopause d'une façon cyclique (1 gamète par cycle).

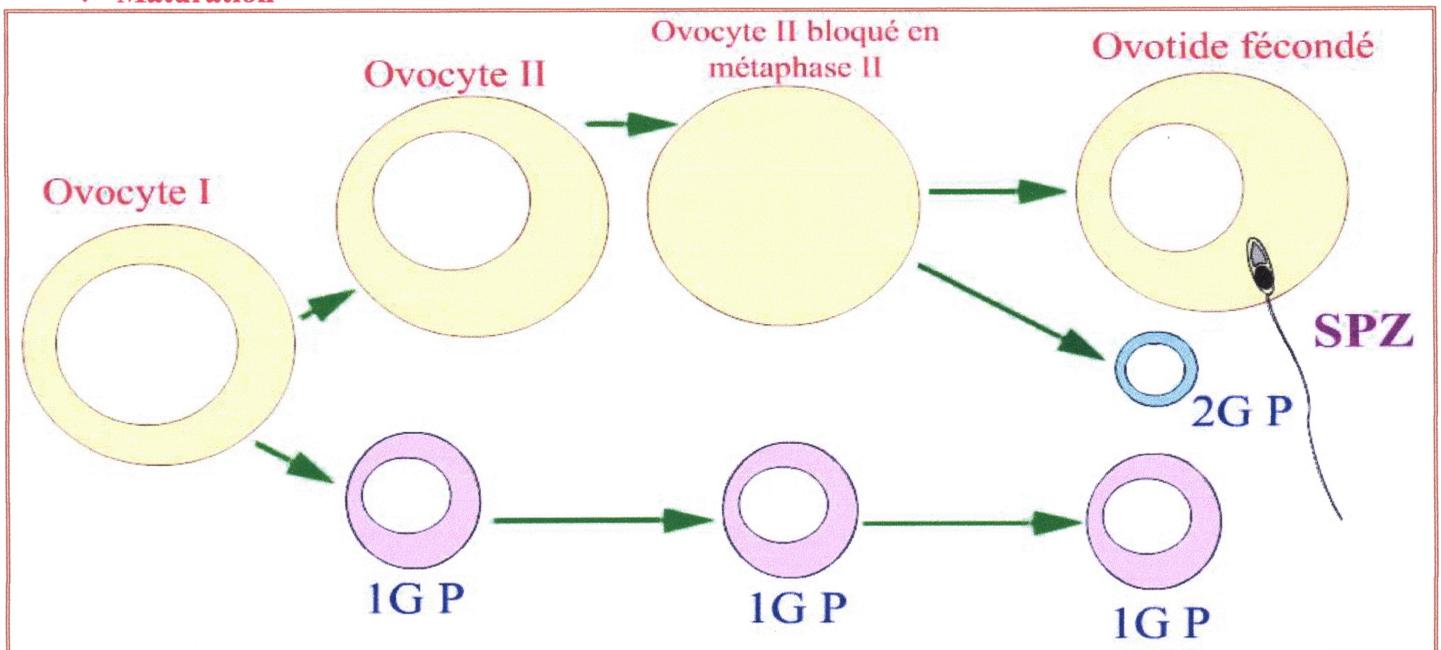
❖ **Comparaison avec la spermatogenèse**

	Ovogenèse	Spermatogenèse
Temps	<ul style="list-style-type: none"> • Avant la naissance • De la puberté à la ménopause • Après fécondation ⇒ phénomène discontinu	<ul style="list-style-type: none"> • De la puberté à la mort ⇒ phénomène continu
Lieu	Ovaire foetal, ovaire adulte, trompe	Tube séminifère
Multiplication	Définitivement terminée avant la naissance	Très active à partir de la puberté
Accroissement	Accroissement très marqué (important)	Accroissement peu marqué (faible)
Maturation	Méiose discontinu avec blocage 1 ^{er} blocage en prophase I 2 ^{ème} blocage en métaphase II La méiose ne donne qu'une cellule fonctionnelle (ovotide)	Méiose continue sans blocage La méiose donne 4 cellules fonctionnelles (spermatides)
Différenciation	Pas de différenciation	Différenciation

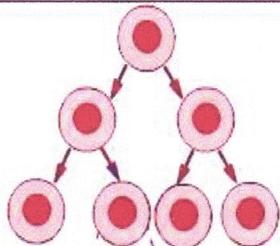
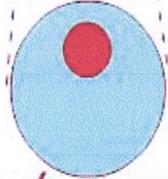
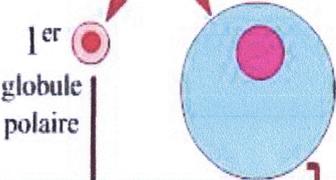
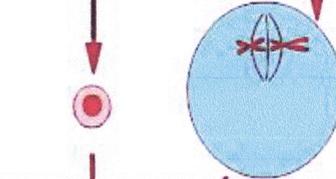
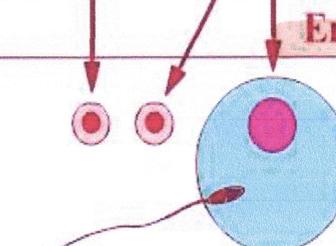
❖ **Relation entre structures et fonctions (rôles physiologiques)**

Structures	Fonctions
Cytoplasme abondant	Abondance substances de réserve (vitellus)
Vitellus abondant	Nutrition de l'embryon
Un noyau haploïde	Transfère la moitié de l'information génétique à l'origine de l'œuf
Granules corticaux	Assure la pénétration d'un seul spermatozoïde : monospermie (blocage de polyspermie)

❖ **Maturation**

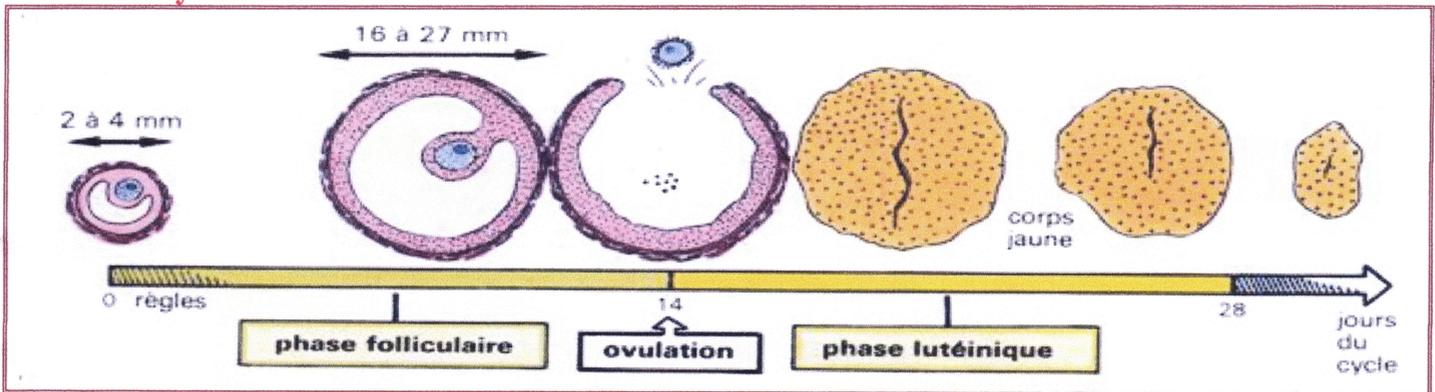


❖ Déroulement de l'ovogenèse

Vie foetale				
Etapes	Schémas	Cellules	Moment	Lieu
Multiplication		Ovogenie	Entre la 9 ^{ème} et la 21 ^{ème} semaine de grossesse	Ovaire foetal
Début d'accroissement et maturation		Ovocyte I bloqué en PI	Entre la 21 ^{ème} semaine et la naissance	
Repos: entre la naissance et la puberté				
Vie adulte: entre puberté et ménopause de façon cyclique				
Reprise d'accroissement		Ovocyte I	3 à 4 mois avant chaque cycle	Ovaire adulte
Maturation (Reprise de la méiose)	DR 	Ovocyte II	24 heures avant l'ovulation	
	DE 	Ovocyte II bloqué en MII	6 heures avant l'ovulation	
	DE 	Ovotide ou ovule fécondé	24 heures après l'ovulation	
En cas de fécondation				



1. Le cycle ovarien



Phase folliculaire ou phase pré ovulation

Une dizaine de jeunes follicules tertiaires, ayant commencé leur évolution, 3 à 4 mois avant le cycle, poursuivent leur croissance mais un seul devient un follicule mûr à la fin de cette phase. Les autres se dégèrent : **c'est l'atrésie folliculaire**

Phase ovulatoire

Le follicule mûr éclate et expulse l'ovocyte II bloqué en métaphase II dans le pavillon.

Phase lutéale ou lutéinique ou post ovulatoire

Un corps jaune se forme à partir du follicule rompu, atteint le maximum de développement au milieu de cette phase (j₂₁).

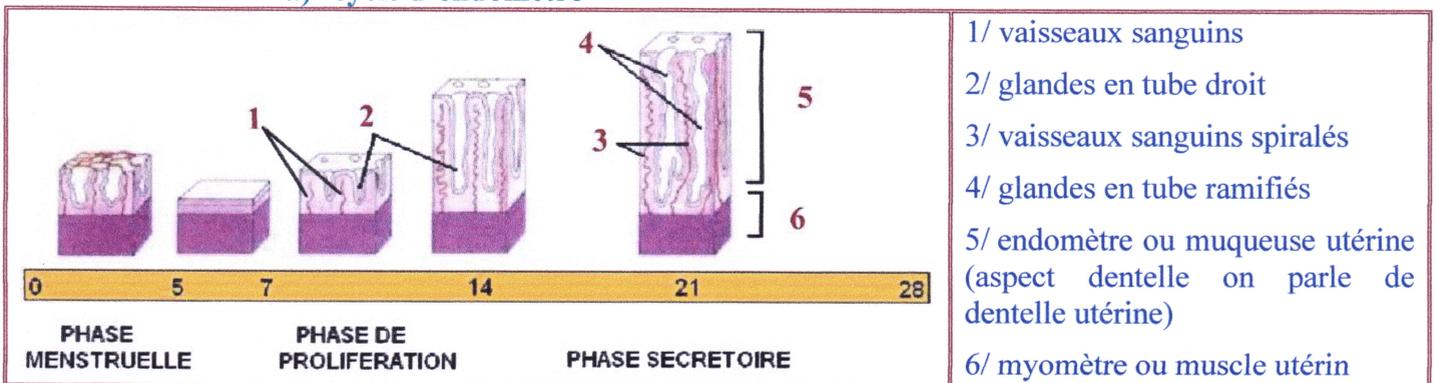
Si il n'y a pas fécondation le corps jaune régresse à la fin du cycle ; **c'est un corps jaune cyclique**

Si il y a fécondation le corps jaune persiste et se développe davantage pendant les 1^{er} mois de la grossesse ; **c'est un corps jaune gestatif**

Remarque : la phase lutéale est toujours constante est égale 14 jours

2. Le cycle utérin

a) cycle d'endomètre



➤ Phase menstruelle [j1 → j5]

Elle correspond à la **destruction partielle** de la partie supérieure de l'endomètre (⁴/₅) et se manifeste par un écoulement sanguin.

➤ La phase post menstruelle ou phase de prolifération] j5 → j14]

Elle est caractérisée par

- Accroissement de l'endomètre.
- Prolifération des vaisseaux sanguins
- Développement des glandes en tubes.

➤ Phase pré menstruelle ou phase sécrétoire] j14 → j28 [

Elle est caractérisé par :

- Accroissement maximum de l'endomètre (de 3 à 7mm).
- Spiralisation des vaisseaux sanguins
- Ramification des glandes en tubes qui deviennent plus sinueuses et secrétant de mucus riche en glycogène



S V T ----- 4^{ème} année de l'enseignement secondaire ----- Section Sciences Expérimentales

Au 21^{ème} jour du cycle, la muqueuse prend un aspect favorable à la nidation : c'est la dentelle utérine.

A partir 21^{ème} jour du cycle, (en absence de fécondation) la muqueuse subit un tassement progressif à cause d'un ralentissement de son irrigation.

	Cycle non fécondant (pas de nidation)	Cycle fécondant (il y a nidation)
Evolution du corps jaune à la fin du cycle	Régression du corps jaune	Persistance du corps jaune
Evolution de l'endomètre à la fin du cycle	Régression de l'endomètre	Persistance de l'endomètre
Conséquence sur le cycle utérin	Nouveau cycle déclenché par la présence de la menstruation	Blocage du cycle remarqué par l'absence de la menstruation

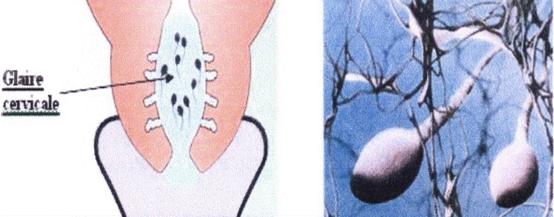
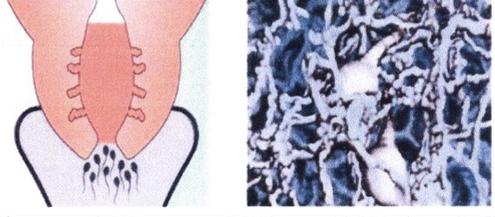
b) Cycle de myomètre

Le myomètre ne subit pas de modification structurale.

- Pendant [j1 → j14] Le myomètre se contracte d'une façon rythmique
- Pendant [j14 → j28] Le myomètre ne se contracte plus : on parle de silence utérin

c) Cycle de la glaire cervicale

La glaire cervicale est un mucus sécrété par l'épithélium du col de l'utérus elle est formée de filaments disposés en réseau. Son abondance et ses propriétés sont variables suivant le moment du cycle sexuel

	
<p>Pendant la phase ovulatoire La glaire cervicale est claire, filante, de maillage lâche et de PH alcalin ; elle est perméable aux SPZ</p>	<p>Pendant la phase folliculaire et lutéale La glaire cervicale est dense, épais, de maillage serré et de PH neutre ou acide faible ; elle est impermeable aux SPZ</p>

3. Cycle thermique

Durant **la phase folliculaire** la température corporelle est inférieure à 37°C (entre 36.5 et 37)

Durant **la phase lutéinique** la température est supérieure à 37°C (entre 37 et 37.5)

- Le jour de l'évolution correspond à une **augmentation de la température** en passant de 36,5 à 37,5.

4. Déterminisme hormonal de la menstruation ou le rôle des hormones ovariennes dans la menstruation

À la fin du cycle, et en absence de fécondation, la régression du corps jaune entraîne la chute des taux des hormones ovariennes, ce qui déclenche la menstruation.

5. Déterminisme hormonal de l'ovulation ou le mécanisme de l'ovulation

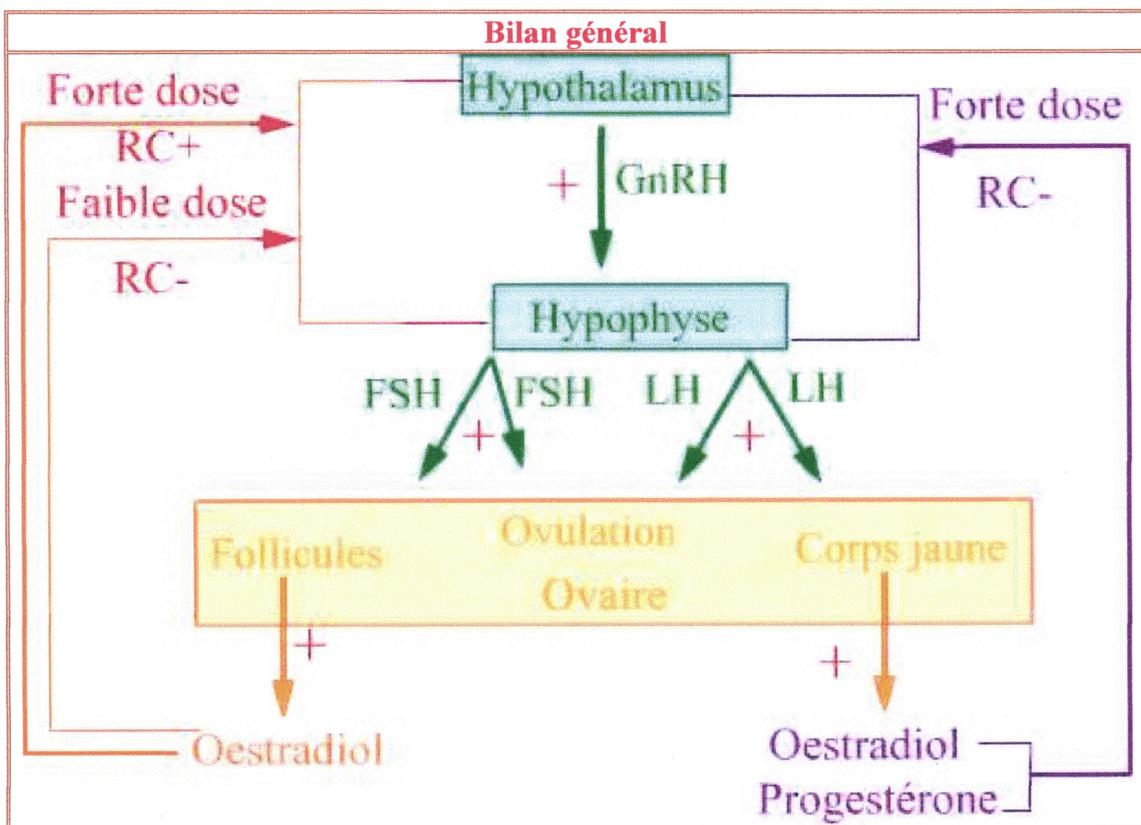
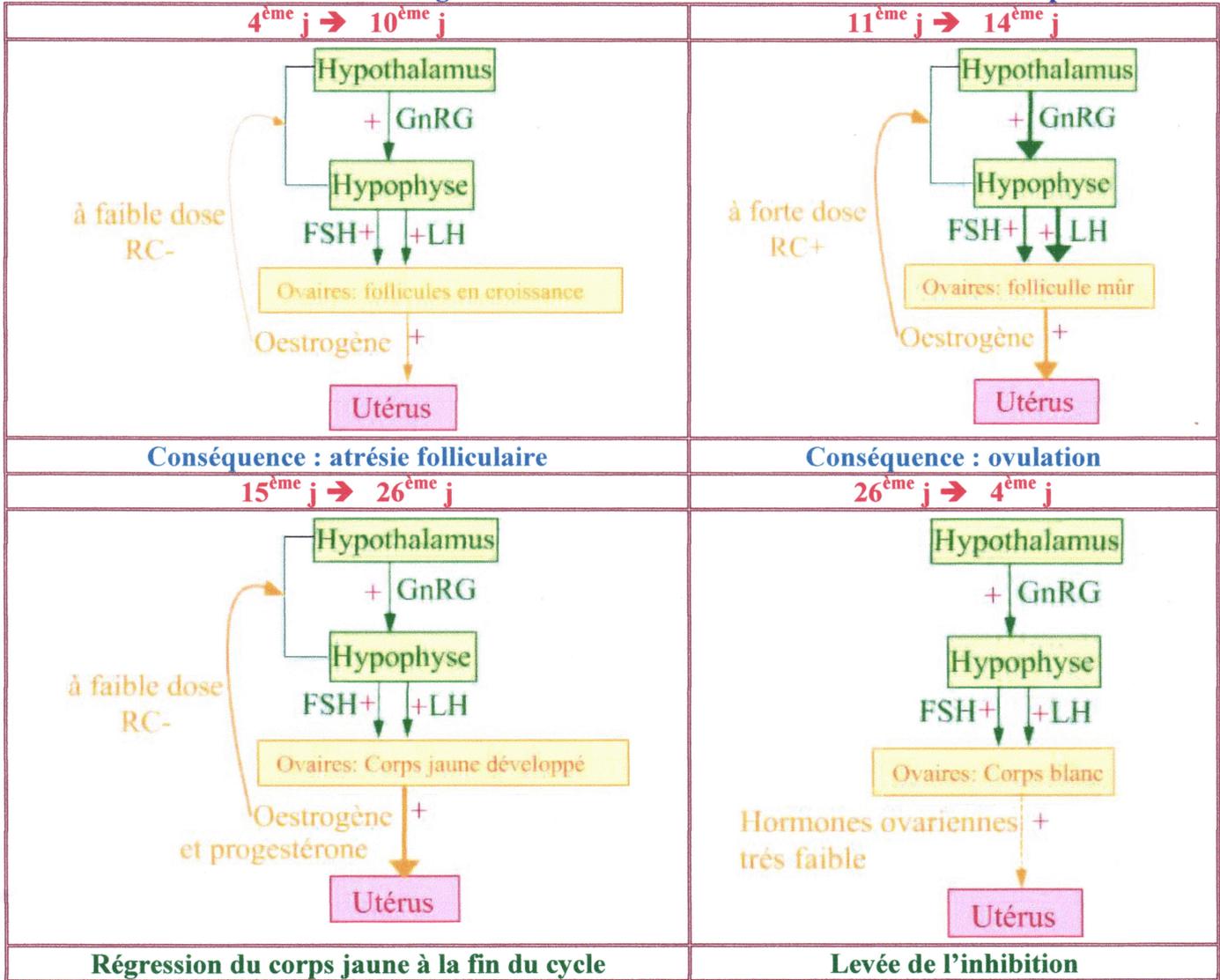
En 12^{ème} jour du cycle (cycle de 28jours) ; le follicule mûr sécrète une forte des oestrogènes, ces derniers exercent un RC (+) sur le complexe H-H en stimulant la sécrétion de FSH et surtout de LH (pic de FSH et un pic très important de LH). Ces pics déclenchent l'ovulation

Le jour pré de l'ovulation peut être déterminer sur l'échographie le diamètre de follicule passe de 1.6 à 2.7cm

❖ **Rétrocontrôle ovarien**

Dates	4^{ème} j → 10^{ème} j	11^{ème} j → 14^{ème} j	15^{ème} j → 26^{ème} j	26^{ème} j → 4^{ème} j
Rétrocontrôle	RC (-)	RC (+)	RC (-)	Levée de l'inhibition
Justifications	Le taux des Oestrogènes est faible	Le taux des Oestrogènes est fort	Les taux des Oestrogènes et surtout de la progestérone sont forts	Très faible dose des hormones ovariennes
Conséquences sur le complexe H-H	Freine la sécrétion de GnRH, LH et FSH	Stimule la sécrétion de GnRH, LH et FSH (pics)	Freine la sécrétion de GnRH, LH et FSH	Levée de l'inhibition sur la sécrétion de GnRH, LH et FSH
Conséquences sur le cycle ovarien	Atrésie folliculaire	Ovulation	Régression du corps jaune à la fin du cycle	Stimule le folliculogénèse





Substances chimiques	Organe sécréteur	Organes ou cellules cibles	Action
GnRH (neurohormone)	Hypothalamus	Hypophyse	Stimule la sécrétion de gonadostimulines FSH et LH
LH (hormone) Pic très important juste avant l'ovulation (entre 13 et 14)	Hypophyse	1/ Ovocyte	1/ Stimule la reprise de la méiose de l'ovocyte I en ovocyte II.
		2/ follicule mûr	2/ En synergie avec la FSH déclenche l'ovulation (pic de LH)
		3/ follicule rompu	3/ Permet la transformation du follicule rompu en corps jaune.
		4/ corps jaune	4/ Stimule le développement 4'/ Stimule la sécrétion des œstrogènes et surtout la progestérone
FSH (hormone) Pic moins important juste avant l'ovulation	Hypophyse	1/ follicules en croissances	1/ Assure le développement des follicules ovariens : hormone de folliculogenèse. 1'/ Stimule la sécrétion des œstrogènes
		2/ follicule mûr	2/ En synergie avec la LH déclenche l'ovulation (pic de FSH)
Oestrogènes (hormone) Pic très important en 12 ^{ème} j et un pic moins important en 21 ^{ème} j (secrétés durant tout le cycle)	1/ follicules et le thèque interne (1 ^{er} j à 14 ^{ème} j)	1/ endomètre	1/ Stimulent l'accroissement de l'endomètre 1'/ Stimulent la formation des glandes en tube 1''/ Sensibilisent les cellules de l'endomètre à l'action de la progestérone.
		2/ myomètre	2/ Stimulent les contractions
	2/ corps jaune (cellule thécales) (14 ^{ème} j à 28 ^{ème} j)	3/ col de l'utérus	3/ Stimulent la sécrétion d'une glaire perméable aux spermatozoïdes
		4/ Cellules cibles de caractères sexuels	4/ Assurent le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires.
	3/ placenta (Pendant la gestation)	5/ Complexe H-H	5'/ À faible dose RC(-) 5''/ À forte dose RC(+)
Progestérone (hormone) Nul pendant la phase folliculaire et un pic très important au milieu de la 2 ^{ème} phase	1/ corps jaune (cellules lutéales) (14 ^{ème} j à 28 ^{ème} j)	1/ Endomètre ou muqueuse utérine	1/ Assurent la formation de la dentelle utérine. 1'/ Stimule la sécrétion de mucus et de glycogène par les glandes en tube.
		2/ Myomètre ou muscle utérin	2/ Inhibe les contractions ⇒ Silence utérin
	2/ placenta (Pendant la gestation)	3/ Col de l'utérus	3/ Stimule la sécrétion d'une glaire imperméable aux spermatozoïdes
		4/ Complexe H- H	4/ RC (-)

La progestérone est une hormone gestative, elle assure le bon déroulement de la grossesse ; c'est l'hormone de la mère

Les œstrogènes sont des hormones sexuelles féminisantes, elles sont responsables de l'apparition, développement et maintien des CSS ; ce sont des hormones de la femme

⇒ La neuro hormone GnRH, la FSH et la LH sont sécrétées d'une façon pulsatiles

⇒ Il existe une relation de causalité

Exemple : la GnRH stimule la sécrétion de LH qui stimule la sécrétion des oestrogènes et la progestérone par le corps jaune



La Procréation

Taw mech na9raw 7aja mochtarka bin l'homme w el femme w hiya "la procréation" w eli hiya par déf " ensemble des méthodes permettant d'engendrer un nouvel être par la reproduction sexué : l'union d'un gamète femelle avec un gamète mâle"

Nebdew bel fécondation ma tsiir w ma tet7a9e9 ken ma yetwaffrou 3andna les conditions hedhom :

a/ un sperme normal et fécondant :

- * volume de sperme entre 3 et 4 ml / éjaculation
- * pH alcalin =7.3
- * viscosité facilitant la mobilité des spzs
- * numération >60 millions / ml
- * taux > 40% de spzs de forme typique normale ya3ni



b/ des spzs capacités

c/ rapport sexuel pendant la période de la fécondité
ya3ni ma bin 9^{ème} au 16^{ème} jour de cycle sexuel

w na3rfouha b'hal 7ajet :

* la date d'ovulation 14 jours avant la menstruation

* wa9t el 7ayet mta3 les gamètes : 2 j pour l'ovll w 5 j
pour le spz

* la perméabilité de la glaire cervicale à maille lâche

d/ des voies génitales féminines labes 3lihom w ykounou
perméables

e/ des sécrétions vaginales mahomch acide bech la
yo9tlouch les spzs

Ba3d ma kamelna les conditions net3adew lel les étapes
de la fécondation :

Hal fécondation tsir fel 1/3 supérieur de la trompe w
ysirou fiha hal les étapes :

1^{ère} étape : Rencontre ovule-spz : l'ov tahbet par des
contractions de la trompe ba3d 24 à 30h mel ovulation

Les spz t3adew stage el glaire cervicale :p w y3oumou fel les sécrétions de l'utérus w les trompes

W taw les spzs 7oslou fel les cellules de la corona radiata w phénomène nsamiwah 'piégeage'

2^{ème} étape : Reconnaissance et pénétration d'un spz :

W fiha 3 petites étapes : **reconnaissance** mech tsir bel fixation de l'antigène eli 3and el spz sur les récepteurs eli mawjoudin 3al zone pellucide w awel spz yo7sel howa eli 3andou chance bech tsirlou fécondation c tt

réaction acrosomique hna l'acrosome eli 7kina 3lih fih des enzymes mech ysayebhom bech y3awen 3la zone el pellucide tet7all w twalli 9abla bech tsir **la pénétration d'un spz** w hna yod5el ken el noyau w el be9i kollou yo93ed el barra :p

3^{ème} étape : Activation de l'ovocyte II Réveil

physiologique : aussi mech ysirou 3 7ajet : la formation des 2 pronuclèi , caryogamie , formation de la cellule œuf .

Net3adew taw lel les étapes embryonnaires et la nidation : 1/ ovulation 2/ fécondation mel 1^{er} jour → 3^{ème} jour : fel 1^{er} j : stade 2 cellules, 2^{ème} j : stade 4 cellules w 3^{ème} j : stade 32 cellules

3/ segmentation : stade morula 4^{ème} j

5^{ème} et 6^{ème} j : blastocyste

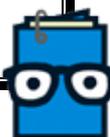
4/ nidation : 7^{ème} j : trophoblaste w bouton embryonnaire w ba3d futur placenta

Njiw l'rôle trèèèès important du placenta : 11^{ème} semaine de grossesse : tkawnet l'placenta w eli hiya des liens ma bin l'corps maternel w l'embryon tsir binet'hom des échanges d'eau , oxygène... w protection

Béh el placenta 3and'ha 3 rôles : 1/ Rôle trophique : bien sur fama 7ajet lezemha tet3ta lel embryon kifma (eau ,nutriments, oxygène...) w fama 7ajet lezem tetna7a menou (urée,CO2...) qui circulent dans le sens inverse

2/ Rôle protecteur : le placenta assure une immunité au cours des premiers mois de la grossesse et s'oppose au passage de certaines substances toxiques de microbes (sauf les virus)

3/ Rôle endocrinien : les cellules de trophoblaste sécrètent la HCG l'action mta3 l'hormone hedhi kifma LH w tet3ada fel damm mta3 mra w temna3 la régression du corps jaune qui continuent à produire des doses d'œstrogènes et progestèrone bech t5alli la grossesse tsir fi a7san 7alet'haa.



Béhy 3la fekra ennajmou net7akmou fel procréation kifech ??

3andna méthode nsamiwha contraception hormonale : la pilule combinée :

Chniya la contraception : hiya par déf " l'infécondité volontaire et temporaire provoquée par l'utilisation de méthodes contraceptives visant à espacer ou à éviter les naissances"

Chnouma les pilules : houma des comprimés composés d'œstrogènes et progestatif de synthèse. Ces comprimés houma des plaquettes de 21 ou 22 pilules w te5edh'hom el mra fi awel nhar lel cycle mti3ha kol youm te5ou un comprimé w ba3d kif te9ef 3la chorb hal dwa b'6 wala 7 j mech tsirelha hémorragie de privation hormonale techbah lel menstruation.

Le composé œstro-progestatif freine la sécrétion hypophysaire des gonadostimulines par rétrocontrôle négatif w hnaa la croissance folliculaire est bloqué d'où blocage de l'ovulation.

Aywah hedha el composé agit sur l'endomètre w hnaa ywalli mouch 7adher lel nidation.



Famma 3bed ma yjibouch s8ar ma3rouf ama fama el FIVETTE presque 7allet mchekel barcha 3bed : w eli hiya par déf " est l'ensemble des techniques qui permettent de réaliser <<in vitro>> qui se déroule normalement dans le trompe"

Béhy nchoufou e5er 7ajaw eli hiya les étapes mta3 hal FIVETTE :

1/ Induction de l'ovulation : injection pour une patiente des substances analogues à la FSH bech net7asslou 3la nombre kbir de follicules murs w ba3d na3tiwha LH pour obtenir des ovll .

2/ Prélèvement des ovll

3/ Recueil et traitement du sperme

4/ Mise en contact des gamètes

5/ Mise en culture des œufs

6/ Sélection des embryons ayant atteints les stades 2 et 4 cellules

7/ Transfert de (ou des) l'embryon(s)

**** Remerciement Pour Notre Cher Amie ****

Oumaima Rekik w Nchalah Rabi inaj7ek <3

Génétiques des diploïdes

Génétiques des diploïdes

Bon el génétique des diploïdes : parmi les chapitres
elli obligé 3la ay telmidh bac sciences bech yrivzou
5ater kol 3am tji wa7da mel les 2 génétiques qq soit
hedhi diploïdes wala humaine w kol 3am w
9asmou :p .

Beh taw mech na7kiw 3al génétique des diploïdes w
nchoufou les bases mti3ha : houma 7ajtin lezemna
na3rfouhem : eli fama fel dihybridisme : 2 gènes
indépendants ya3ni porté par deux paires de
chromosomes ($2n=4$) w deux gènes liés.

Njiw lel cas mta3 2 gènes indépendants : une fois
l9ina fel 2^{ème} croisement (F2) les cas hedhom ya3ni
automatiquement indépendants chnouma les cas :

****D-D** : hiya dominance absolue pour les deux
caractères mech net7asslou 3la résultat : $9/16$;
 $3/16$; $3/16$; $1/16$

****D-C** : hiya dominance pour un caractère et codominance pour l'autre w nel9aw résultat : $1/16$; $1/16$; $2/16$; $3/16$; $3/16$; $6/16$

****C-C**: hiya codominance lel les deux caractères nel9aw résultat : $1/16$; $1/16$; $1/16$; $1/16$; $2/16$; $2/16$; $2/16$; $4/16$

Rq s8ira : kif nel9aw caractère jdid dh'hor fel les résultats w ma 3tahoulnech fel les données automatiquement mech na7kiw 3al codominance [**exple** : croisement d'un fleur rouge avec un fleur blanc w 3tatna rose])

Njiw l'7ala o5ra fel génétique w tjina zeda mel (F2) w elli hiya le test cross w esmou zeda back-cross bech ken jetkom el kelma ma testa8rbouch menha : w fel cas mta3 gènes indépendants nel9aw 4 cas lel test cross w kol cas ta3tina résultat selon le croisement eli 3melneh :

+1^{er} cas : ne5dhou un double hétérozygote A//a B//b w na3mloulou croisement m3a un double récessif a//a b//b w ta3tina résultat : $1/4$; $1/4$; $1/4$; $1/4$.

+2^{ème} cas : ne5dhou un simple hétérozygote A//a b//b w na3mloulou croisement m3a un double récessif a//a b//b w ta3tina résultat : $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}$.

+3^{ème} cas : ne5dhou un simple hétérozygote pour un caractère A//a b//b w na3mloulou croisement m3a un simple hétérozygote pour un caractère a//a B//b w ta3tina résultat : $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$

+4^{ème} cas : ne5dhou un double hétérozygote A//a B//b w na3mloulou croisement m3a un simple hétérozygote A//a b//b ta3tina résultat : $\frac{3}{8}$; $\frac{3}{8}$; $\frac{1}{8}$; $\frac{1}{8}$.

Kamelna mel cas mta3 deux gènes indépendants :
njiw lel partie el théniya w eli hiya 2 gènes liés :
aussi el cas hedhi nel9aw fiha deux cas :

- **1^{er} cas :** linkage absolue : (pas de crossing-over) absence de recombines chez seulement le male de drosophile ya3ni une fois 9allekchez un male de drosophile ya3ni lezmek t'thabbet elli enti fel cas mta3 gènes liés w linkage absolue ou nn .



Beh ba3d ma na3mlou un croisement mta3 double hétérozygote AB//ab * double hétérozygote AB//ab nel9aw résultat de $\frac{3}{4}$; $\frac{1}{4}$.

W aussi hedha fih test cross : na3mlou croisement d'un double hétérozygote AB//ab * un double récessif ab//ab tjina résultat de $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}$.

- **2^{ème} cas** : linkage partiel : (hna fama crossing-over) : kif kif fel F2 mech na3mlou croisement l'un double hétérozygote A B//ab * un double hétérozygote A B//ab hna mech nel9aw résultat 3-P/4 ; 3-P/4 ; P/4 P/4.

W fel cas mta3 test cross kif kif na3mlou croisement hedha : un double hétérozygote AB //ab * double récessif ab//ab w hna nel9aw résultat 1-P/2 ; 1-P/2 hedhom nsamiwhom parentaux majoritaires w P/2 ; P/2 hedhom nsamwihom recombinés minoritaires

Rq : sa3at nel9aw résultat : $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{4}$ fil cas mta3 2 gènes liés w hedhi résultat nel9awha men joret un croisement de 2 gènes liés Ab//ab * aB//ab

⇒ Globalement hedha chlezem ta3ref fel génétique des diploïdes .



Génétique Humaine

Génétique Humaine

Bon bel tari9a hedhi wsel t fahamt drous s3ab 7ata mel génétique des diploïdes w taw mech net3adew lel génétique humaine.

Chniya génétique humaine ??

hiya bech nchoufou kif ensen yel9a mardh w y9ollou el tbib hedha wirathi ychouf bouh wala jadou.

Behy 9bal ma nebdew na7kiw 3al génétique humaine nchoufou les problèmes rencontrés en génétique humaine : sont :

- Faible fécondité, faible nombre de descendants par couple
- La durée longue d'une génération
- Impossibilité de diriger les croisements
- Complexité du caryotype humaine



Beh na3rfou kol mochkla w lilha 7all w el 7al mta3 hal mchekel : l'établissement d'un arbre généalogique ou pédigrée

Net3adew taw kifech mech na9raw pédigrée :

- A7na lezemna ntall3ou fi hal génétique : la relation de dominance w la localisation du chromosome .

Nebdew taw bel dominance et récessivité :

- 1) Kif yebda 3andna maladie récessive : ($N > m$) : ya3ni deux parents labes 3lihom w 3tawna s8ar mordha : n9oulou les parents sont phénotypiquement sains or ils ont eu un descendant malade d'où au moins l'un des deux parents porte l'allèle de la maladie à l'état récessive.
- 2) Kif yebda 3andna maladie dominante : ($M > n$) : : ya3ni deux parents mordha w 3tawna s8ar labes 3lihom : n9oulou les parents sont phénotypiquement malades or ils ont eu un descendant malade d'où au moins l'un des deux parents porte l'allèle de la normal à l'état récessive.

Taw bech nchoufou la liaison :

Idhaa ken 3rafna el relation de dominance w l9ina ($N > m$) ou ($M > n$) nektafiw bech n7allelou 3 hypothèses :

- **Hyp 1** : allèle de la maladie lié à y
- **Hyp2** : allèle de la maladie lié à x
- **Hyp3** : allèle de la maladie lié à un autosome

W ken ma na3rfouch la relation lezemna ne5dmou 3la 5 hypothèses :

- **Hyp1** : allèle de la maladie lié à y
- **Hyp2** : allèle de la maladie dominant lié à X^N
- **Hyp3** : allèle de la maladie récessif lié à X^N
- **Hyp4** : allèle de la maladie dominant autosomal $N >$
- **Hyp5** : allèle de la maladie récessif autosomal $N >$

Net3adew l'kifech mech na3mlou rejet lel hypothèse bel wa7da bel wa7da : il suffit d'un contre exemple pour rejeter l'hypothèse

Nebdew bel **Hyp1** : allèle de la maladie lié à y : fama deux cas : un fois l9ina tofla mridha fel pédigrée donc hypothèse à rejeter
(dans ce cas la maladie ne touche que les garçons or la fille est malade)

W idha l9ina tfol mridh fel pédigrée w bouh labes 3lih
n9oulou **hypothèse à rejeter**

(le père est normal or son fils est malade d'où l'allèle de
la maladie n'est pas lié à y)

Pratiquement la liaison à y dimaa hyp à rejeter

Net3adew lel rejet de la liaison à X :

Ken fel état récessive : (N>m) : avec N : normal , m :
malade

Rq : hna mech na3mlou raisonnemet w na3tiw le
génotype :

1* Dans ce cas la mère aura pour génotype $X^m//X^m$
elle donne X^m à tous ses fils qui seront $X^m//y$ donc
malades or son fils est normal donc => **hyp à rejeter**

2* Dans ce cas le père aura pour génotype $X^N//y$ elle
donne X^N à tous ses filles qui seront toutes normales or
sa fille est malade donc => **hyp à rejeter**

W ken fel état dominant : (M>n) : avec M : malade , n : normal

1* Dans ce cas la mère aura pour génotype $X^n//X^n$ elle donne X^n à tous ses fils qui seront $X^n//y$ donc malades or son fils est normal donc => **hyp à rejeter**

2* Dans ce cas le père aura pour génotype $X^M//y$ elle donne X^M à tous ses filles qui seront toutes normales or sa fille est malade donc => **hyp à rejeter**

Rq w barcha ma ya3rfouhech hal remarque : ma 3andna 7atta pédigrée ya3mel rejet lel cas du maladie lié à un autosome ya3ni dima à retenir w une fois 3taak un information kifma l'électrophorèse heka el wa9t ta3mel raisonnement mti3ek w testa7fedh bel hypothèse eli 7ajtek biha

9bal ma nensa fama technique ysamiwha le diagnostic prénatal ta7fdhouhaa mel cours kemla w fama les cas aussi de la trisomie 21 ta7fdhouha mel cours aussi w lezem ta3rfou tersmou la méiose anormal et normal en 2 cas de la trisomie 21

Nchallah najjemt nfahamkom el génétique humaine et bien sur pratiquéz-vous par les exercices 5ater dima fihom des trucs enti tet3allem menhom <3 =D

LYCÉE PILOTE DE SFAX	DEVOIR DE SYNTHÈSE N° 1	Décembre 2012
<i>Mme GUERMAZI – M. FEKI</i>	S. V. T.	Durée : 3 heures

Le devoir comporte 5 pages

PREMIERE PARTIE : RESTITUTION DES CONNAISSANCES (8points)

Vous répondez aux questions A et B et C sur la page 5 ci-jointe

A// QCM : (3 points)

Pour chacun des items suivants, il y a une ou deux affirmation (s) exacte (s). Relevez sur votre copie le numéro de la question et la (ou les) lettre(s) qui correspond (ent) à la (ou les) affirmation (s) exacte (s).

Toute erreur annule la note attribuée à l'item correspondant

1) Le document ci-contre est un extrait de calendrier sur lequel une femme a repéré les jours de ses règles. Chez cette femme à cycle régulier (durée constante):

- a. une ovulation s'est produite le 17 septembre.
- b. une ovulation s'est produite entre le 18 et le 19 septembre.
- c. la prochaine menstruation surviendra le 1^{er} Novembre.
- d. la prochaine menstruation surviendra le 3 Novembre.

	Septembre			octobre					
L	11	18	25	2	9	16	23	30	
M	12	19	26	3	10	17	24	31	
Mé	13	20	27		11	18	25		
J	14	21	28		12	19	26		
V	1	8	15	22	29	13	20	27	
S	2	9	16	23	30	14	21	28	
D	3	10	17	24	1	8	15	22	29

2) La tératospermie correspond à :

- a. une absence de spermatozoïdes dans le sperme.
- b. une numération très inférieure à 60.10⁶ spermatozoïdes par millilitre de sperme.
- c. un pourcentage de spermatozoïdes anormaux supérieur à 40%.
- d. un pourcentage trop faible de spermatozoïdes mobiles.

3) Lors de la fécondation, la réaction acrosomique et la réaction corticale ont en commun :

- a. l'intervention d'hormones.
- b. l'intervention d'enzymes.
- c. l'action sur la zone pellucide.
- d. l'action sur les granules corticaux.

4) Le trophoblaste :

- a. est un constituant de la morula.
- b. comporte des cellules maternelles.
- c. sécrète des enzymes et des hormones.
- d. sécrète uniquement des hormones.

5) Le SAF:

- a. est une affection congénitale.
- b. est favorisé par le tabagisme.
- c. est favorisé par l'alcoolisme.
- d. peut être prévenu par la vaccination.

6) La fréquence de recombinaison :

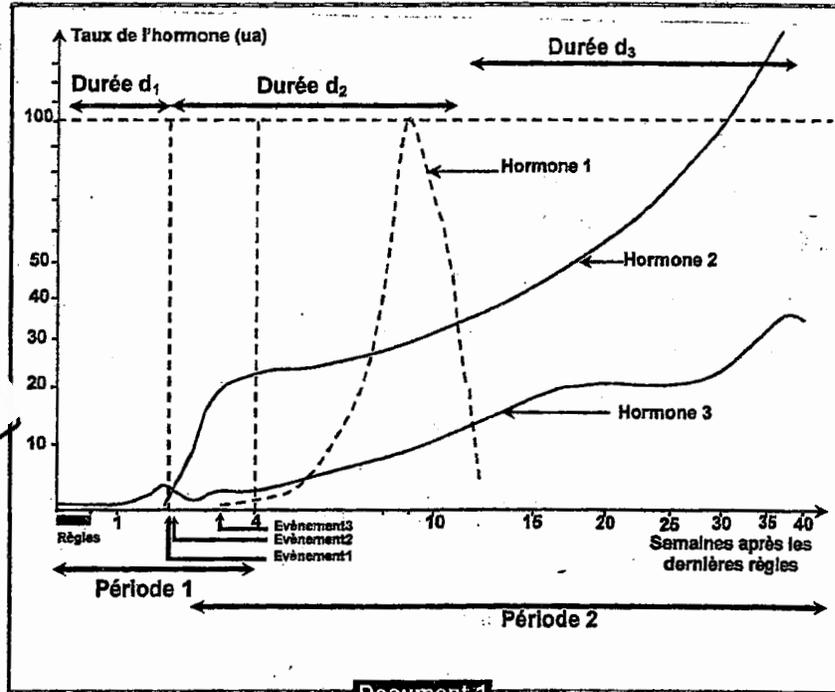
- a. est de plus en plus faible que la distance entre les gènes liés est grande.
- b. est égale à 1/2 pour les gènes indépendants.
- c. est égale à zéro pour les gènes indépendants.
- d. est toujours constante pour 2 gènes donnés.

11

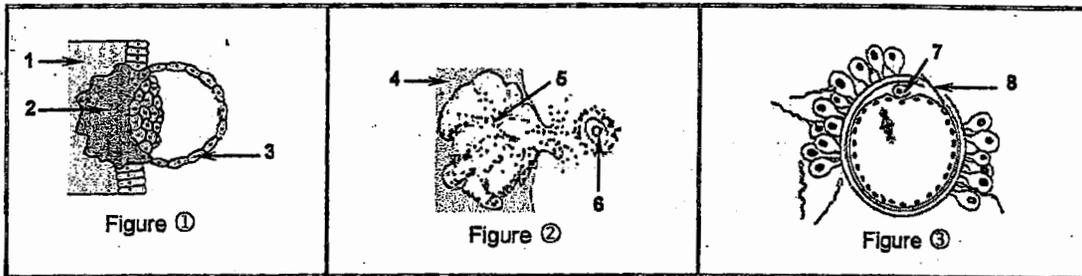
B// Procréation : (3.5 points)

Le document 1 représente, chez une femme, l'évolution du taux de trois hormones intervenant dans la procréation, durant 40 semaines environ.

Les figures ①, ② et ③ du document 2 représentent schématiquement, dans le désordre, les événements successifs 1, 2 et 3 indiqués dans le document 1.



Document 1



Document 2

Sur la page à rendre,

- 1) complétez le tableau 1 pour identifier les hormones, les événements et les périodes du document 1.
- 2) complétez le tableau 2 pour identifier les événements représentés par les figures ①, ② et ③ du document 2 et les éléments fléchés de ce document.
- 3) complétez le tableau 3, se rapportant aux hormones du document 1.

C// Brassage de l'information génétique : (1.5 points)

Complétez le tableau 4 (page 5) relatif aux brassages génétiques lors de la méiose.

52

Exercice 1 : procréation (6 points)

On se propose d'étudier quelques aspects de la Procréation Médicalement Assistée.

A// Mr. et Mme Ab., mariés depuis un an, n'arrivent pas à procréer. Ils ont alors consulté un gynécologue.

Celui-ci a prescrit un spermogramme à Mr Ab. et un examen radiologique à Mme Ab., après introduction d'un liquide opaque dans l'utérus permettant d'avoir une vue des voies génitales.

Le document 3 rassemble les résultats obtenus :

Résultats des analyses		
Pour Mr Ab	Dossier N°:1	
Examen pratiqué le:11/11/2011		
A la demande du Dr:		
Volume	3,5 ml	MORPHOLOGIE Formes normales : 62% Formes anormales: 38%
pH	7,3	
Numération/ml	83. 10 ⁶	
Extrait du spermogramme de Mr Ab		

<p>Pour une femme normale</p>	<p>Pour Mme Ab</p>
Résultat de l'examen radiologique des voies génitales	

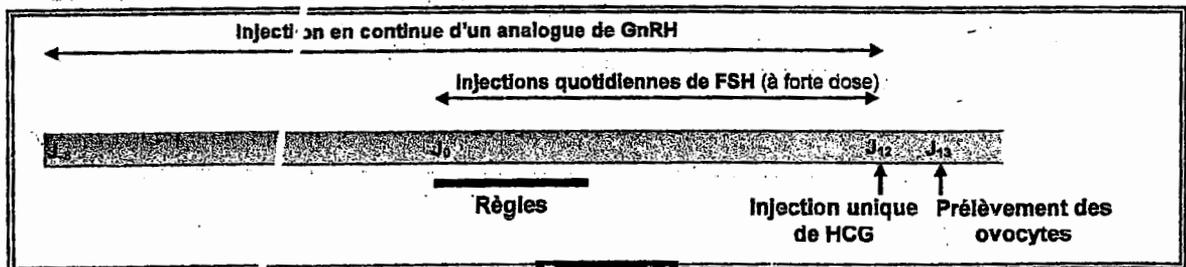
Document 3

- 1) En examinant le spermogramme de Mr Ab., le gynécologue le juge normal. Justifiez ce jugement en vous limitant à l'analyse de l'extrait du spermogramme présenté et en utilisant vos connaissances.
- 2) Quelle anomalie pouvez-vous dégager à partir de l'analyse des résultats de l'examen radiologique de Mme Ab. ?

B// Au vu des résultats, le médecin propose au couple Ab. la "fécondation in vitro".

Cette technique nécessite un traitement hormonal de Mme Ab. qui permet à l'équipe médicale de prendre en main le contrôle hormonal de son cycle sexuel.

Le traitement hormonal dure à peu près une vingtaine de jours, commençant huit jours avant la fin d'un cycle et se poursuivant jusqu'au prélèvement des ovocytes au milieu du cycle suivant ; il fait intervenir trois hormones dont la chronologie de l'utilisation figure dans le document 4 :



Document 4

- 1) L'injection d'un analogue de GnRH (ayant une configuration très proche de celle de la GnRH) a pour objectif le blocage du cycle ovarien naturel et d'établir un cycle ovarien artificiel commandé par les autres hormones injectées.

Proposez une explication du mode d'action de l'analogue de GnRH.



13

- 2) Pendant la phase d'injection de FSH, l'équipe médicale réalise un comptage de follicules et une mesure de leur diamètre (par échographie) ainsi qu'un dosage du taux sanguin de l'œstradiol. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant: (document 5)

Jour de traitement	J ₀	J ₆	J ₉	J ₁₁
Diamètre moyen des follicules	11 follicules de 1 mm	11 follicules de 10 mm	11 follicules de 12 mm	11 follicules de 15 mm
Dosage sanguin de l'œstradiol (en pg.mL ⁻¹)	12	468	1441	1944

Document 5

NB: on considère qu'à 15 mm de diamètre, le follicule a atteint sa maturité.

- En vous limitant à l'analyse des résultats qui concernent le nombre et la taille des follicules, dégagez l'intérêt de cette phase du traitement hormonal.
 - Expliquez pourquoi un tel résultat n'est-il pas obtenu dans un cycle ovarien naturel ?
- 3) L'injection d'une dose unique de HCG simule (remplace) un événement hormonal qui se produit au milieu d'un cycle naturel.
- Précisez, à partir de vos connaissances, cet événement hormonal et l'effet de la HCG injectée.
 - Dites pourquoi cet événement hormonal ne se produit pas chez cette femme traitée, malgré l'évolution du taux d'œstradiol consignée dans le tableau du document 5.
- 4) Après leur prélèvement, les ovocytes sont mis en contact avec des spermatozoïdes traités de Mr Ab., en vu de fécondations in vitro.
- A quoi consiste le traitement subi par les spermatozoïdes de Mr Ab. ?
 - Faites un schéma qui illustre l'activation d'un ovocyte suite à la pénétration d'un spermatozoïde.

Exercice 2 : génétique des diploïdes (6 points)

A//

- o On croise 2 races de criquet différant par 2 caractères.
 - Un caractère C₁ contrôlé par un gène G₁ ayant 2 formes alléliques (A₁, A₂).
 - Un caractère C₂ contrôlé par un gène G₂ ayant aussi 2 formes alléliques (B₁, B₂).
- o Ce premier croisement donne des descendants (F₁) tous de phénotype [A₁ B₁].
- o Le croisement des individus F₁ avec des individus [A₂, B₂] donne :

294 criquets [A₁ B₂] ; 306 criquets [A₂ B₁] ; 195 criquets [A₁ B₁] ; 205 criquets [A₂ B₂].

- Quelles déductions peut-on dégager à partir de l'analyse du résultat du 1^{er} croisement ?
 - Quels peuvent être les phénotypes des parents dans ce croisement ?
- Analysez les résultats du 2^{ème} croisement afin de :
 - déduire la relation entre les 2 gènes G₁ et G₂ (indépendance ou liaison).
 - établir la carte factorielle en cas de linkage.
 - faire une interprétation génétique de ce croisement.
 - Schématisez un spermatocyte I en prophase I d'un criquet de la génération F₁. (Vous localiserez les allèles sur les chromosomes en vous limitant à la (ou les) paire(s) de chromosomes portant les 2 gènes étudiés.).

B// On dispose de 3 criquets : cr₁, cr₂ et cr₃ de même phénotype [A₁B₁] et de génotype inconnu. Le criquet cr₁ est un mâle, alors que les criquets cr₂ et cr₃ sont des femelles.

Pour préciser les génotypes de ces 3 criquets, on réalise les croisements suivants :

Croisements	cr ₁ x cr ₃	cr ₂ x cr ₁
Résultats (Seul le pourcentage du phénotype [A ₂ B ₂] a été précisé)	6% de criquets [A ₂ B ₂]	9% de criquets [A ₂ B ₂]

- A partir d'une exploitation des résultats précédents et en justifiant votre réponse, déterminez les génotypes de ces 3 criquets.
- Prévoyez le résultat du croisement de cr₂ avec un criquet mâle de même génotype que cr₃.
(Seul le pourcentage du phénotype [A₂ B₂] sera précisé).



PREMIÈRE PARTIE

BAREME

A// QCM

14

Numéro de l'item	1	2	3	4	5	6
Lettre(s)	bd	c	bc	c	ac	bd

3

B// Procréation

hormone 1	hormone 2	hormone 3	Evènement 1	évènement 2	évènement 3	période I	période II
HCG	progestérone	œstradiol	ovulation	fécondation	nidation	Cycle fécond	grossesse

1

2)

Tableau 1

figure ①	figure ②	Figure ③
évènement : nidation 1 : endomètre 2 : trophoblaste 3 : blastocyste	évènement : ovulation 4 : ovaire 5 : follicule rompu 6 : gamète ♀	évènement : fécondation 7 : 1 ^{er} globule polaire 8 : spermatozoïde fécondant

1

Tableau 2

3)

	hormone(s) sécrétée(s)	structure(s) sécrétrice(s)	cible(s)
Durée d ₁	œstradiol	Follicule tertiaire et mur	- organes exprimant les caractères sexuels secondaires ♀ - utérus (endomètre myomètre et col) - complexe hypothalamo-hypophysaire
Durée d ₂	œstradiol Progestérone HCG	Corps jaune Corps jaune trophoblaste	- utérus (endomètre myomètre et col.) - complexe hypothalamo-hypophysaire - corps jaune (ovaire)
Durée d ₃	œstradiol Progestérone	Placenta	- utérus (endomètre myomètre et col utérin) - complexe hypothalamo-hypophysaire

1,5

Tableau 3

C//Brassage de l'information génétique

	Le brassage interchromosomique	Le brassage intrachromosomique
Signification	formation de différentes combinaisons (mélanges) entre chromosomes maternels et chromosomes paternels	formation de différentes combinaisons alléliques à l'intérieur des chromosomes.
Moment du déroulement	Anaphase I	Prophase I
Mécanisme	séparation aléatoire et indépendante des chromosomes homologues de chaque bivalent	crossing-over
Conséquences	Diversité génétique des gamètes (gamètes différents par leurs combinaisons chromosomiques et alléliques)	

1,5

Tableau 4

DEUXIEME PARTIE

Exercice 1

A/ 1. Le spermogramme de Mr Ab. est jugé normal car il montre :

- un volume du sperme (=3,5ml) ; ce qui est normal puisqu'il est compris entre 3 et 4ml.
- un Ph du sperme =7,3 ; ce qui est normal puisqu'il est alcalin et compris entre 7 et 8.
- une numération = 80 10⁶ spz/ml jugé normale car elle est supérieure à 60 10⁶/ml.
- un pourcentage de spermatozoïdes de forme normal = 62% jugé normal car il est supérieur à 60%.

1

2. la radio. de Mme Ab. montre l'utérus mais pas les trompes et les pavillons contrairement à celle de la femme normale. Cela traduit une obstruction des trompes chez Mme Ab.

0,5

B// 1. L'analogue de la GnRH se fixe sur les cellules hypophysaires (au niveau des récepteurs spécifiques de la GnRH) empêchant la GnRH de s'y fixer et de stimuler la sécrétion des gonadostimulines d'où le blocage du cycle ovarien.

0,5

2. a) Pendant la période des injections de FSH, le document 5 montre qu'il y a croissance progressive de 11 follicules qui ont atteint tous le stade mûr. On en déduit que l'intérêt d'un tel traitement est l'obtention de plusieurs follicules mûrs afin d'obtenir plusieurs ovocytes II.

0,5

b) Au cours d'un cycle normal, le taux sanguin de FSH est probablement plus faible de plus il y a un RC- sur le complexe HH par les œstrogènes sécrétés à faible doses au milieu de la phase folliculaire ce qui réduit la sécrétion de FSH et active en conséquence l'atrophie folliculaire d'où la formation d'un seul follicule mûr.

0,75

3. a) il s'agit du pic de LH. Ainsi la HCG injectée a pour rôle de préparer l'ovulation : elle provoque le détachement des ovocytes I des granulosas des follicules mûrs et la reprise de la méiose de ces cellules devenant ovocytes II bloqués en métaphase II (fécondables)

0,75



b) Cet évènement ne se produit pas, malgré la forte dose d'astradial sécrétée par les follicules muers (montrée par le document 5) et qui normalement provoque le pic de LH par RC+ sur le CHH, à cause de l'analogie de GnRH qui va empêcher ce RC+.

4.a) traitement : sélection et capacitation des spermatozoïdes

b) schéma d'un ovocyte II activés : réaction corticale + reprise de la DE.

15

Exercice 2

A/1.a)

Analyse	Déductions
<ul style="list-style-type: none"> - on étudie la transmission de 2 caractères.... - les parents, différents pour les 2 caractères, engendrent une descendance F₂ homogène de phénotype [A₂B₂] - Les individus F₁ présentent un phénotype existant chez les parents pour chaque caractère 	<ul style="list-style-type: none"> - cas de dihybridisme - D'après la 1^{re} loi de Mendel, les parents sont purs et la descendance est formée d'hybrides - les 2 caractères se transmettent par dominance absolue : <ul style="list-style-type: none"> → caractère C₁ contrôlé par (A₁ A₂) / A₂ > A₁ → caractère C₂ contrôlé par (B₁ B₂) / B₂ > B₁

b) Deux cas sont possibles : [A₁B₁] x [A₂B₂] ou [A₂B₁] x [A₁B₂]

c) 2nd croisement :

ANALYSE :

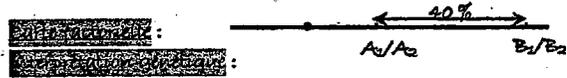
- c'est un test cross de dihybridisme : hybride de F₂ [A₂B₂] x récessif [A₁B₁]

- la descendance est hétérogène comportant 4 phénotypes :

- 2 phénotypes majoritaires [A₂B₂] et [A₂B₁] aux pourcentages voisins respectifs 29,4% et 30,6%
- 2 phénotypes minoritaires [A₁B₂] et [A₁B₁] aux pourcentages voisins respectifs 19,4% et 20,5%

Déductions :

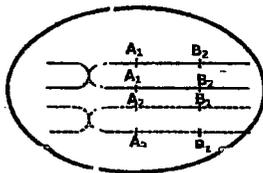
- Les 2 gènes étudiés ne sont pas indépendants puisque les proportions phénotypiques de la descendance du test cross sont différentes de (1/4, 1/4, 1/4, 1/4) ; ils sont alors liés (portés sur la même paire de chromosomes).
- Le linkage est partiel puisqu'il ya des phénotypes recombinés (qui doivent être les phénotypes minoritaires [A₁B₂] et [A₂B₁])
- La distance entre les 2 gènes est de 40 CM puisque $d(\text{gène-gène}) = px 100 = \text{pourcentage de recombinaison qui correspond dans ce cas au pourcentage de phénotypes recombinés qui est de : } (19,4 + 20,5 / 29,4 + 30,6) \times 100 = 40\%$ (ou 19,4% + 20,5%)



Le génotype de l'individu F₂ est A₂B₂ / A₂B₂ puisque les phénotypes [A₂B₂] et [A₂B₁] sont majoritaires et donc parentaux

Phénotypes Hybride [A₂B₂] x récessif [A₁B₁]

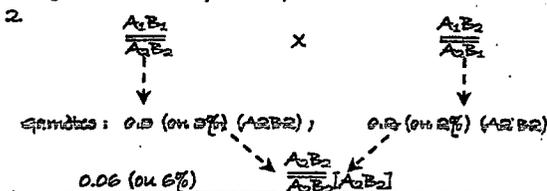
Génotypes	A ₂ B ₂ / A ₂ B ₂				A ₁ B ₁ / A ₁ B ₁
Gamètes	A ₂ B ₂ 30% 1-p/2	A ₂ B ₁ 30% 1-p/2	A ₁ B ₂ 20% p/2	A ₁ B ₁ 20% p/2	A ₁ B ₁ 100%
fécondation					
	30% (A ₂ B ₂) 1-p/2	30% (A ₂ B ₁) 1-p/2	20% (A ₁ B ₂) p/2	20% (A ₁ B ₁) p/2	
100% (A ₂ B ₂)	1-p/2 A ₂ B ₂ A ₂ B ₂ 30% [A ₂ B ₂]	1-p/2 A ₂ B ₁ A ₂ B ₁ 30% [A ₂ B ₁]	p/2 A ₁ B ₂ A ₁ B ₂ 20% [A ₁ B ₂]	p/2 A ₁ B ₁ A ₁ B ₁ 20% [A ₁ B ₁]	



a) Spermatozoïde (en prophase I de l'individu à tester)

B//1. L'obtention du phénotype [A₂B₂] dans la descendance, du croisement cr1 x cr2 montre que ces derniers sont double hétérozygotes. Etant donné que p = 0.4 ; 1-p = 0.6 et la fréquence de ce phénotype correspond à 0.09 ce qui correspond à (1-p/2) x (1-p/2) donc les gamètes (A₂B₂) produits par cr1 et cr2 sont parentaux donc le génotype de ces deux cr1/cr2 est A₂B₂ / A₂B₂

- L'obtention du phénotype [A₂B₁] dans la descendance : du croisement cr1 x cr3 montre que ces derniers sont double hétérozygotes. Etant donné que la fréquence de ce phénotype correspond à 0.06 ce qui correspond à (1-p/2) x (p/2) donc les gamètes (A₂B₂) produits par cr3 sont recombinés donc le génotype du cr1/cr3 est A₂B₂ / A₂B₁



36

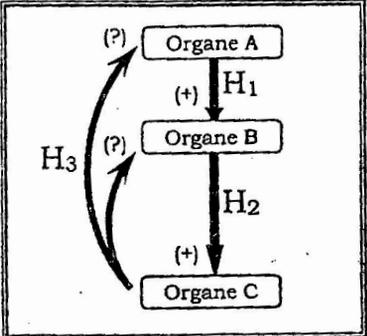


Lycée pilote de Sfax	Devoir de Synthèse n° 1	
Mr Kharrat & Mr et Mme Abdelmoula	Sciences de la Vie et de la Terre	
4 ^{ème} Sciences Expérimentales : 2, 3 & 4	5 Décembre 2015	Durée : 3 heures

Partie 1 : Restitution des connaissances (8 points)

A) Contrôle des fonctions testiculaires et ovariennes : 3,5 points

Le document suivant montre des interactions hormonales existantes entre 3 organes A, B et C intervenant dans la fonction reproductrice humaine.



- En considérant le cas de l'homme, reproduisez ce schéma en indiquant les noms des organes, des hormones et le type de l'interaction. (une légende est exigible) (1 point)
- En considérant le cas de la femme (cycles de 28 jours), et afin de préciser les effets possibles de l'organe C sur les organes A et B, reproduisez et complétez le tableau suivant. (2,5 points)

Nom possible de H ₃ et sa dose	Moment de l'interaction	Structure responsable de la sécrétion de H ₃	Type de l'interaction	Conséquences sur :		
				A =	B =	C =

B) Procréation : 4,5 points

On considère les quatre structures S₁, S₂, S₃ et S₄ intervenant au cours de la procréation.

 Structure S ₁	 Structure S ₂
 Structure S ₃	 Structure S ₄

1) Nommez ces structures. 13 (1 point)

2) Pour chacune des structures précédentes, il y a une ou deux affirmations exactes. Relevez sur votre copie, pour chacune de ces structures, la (ou les) lettre(s) qui correspond (ent) à la (ou les) affirmation (s) exacte (s). (2 points)

<p>Structure S₁</p> <p>a) l'élément ① est une villosité placentaire. b) en ②, il y a mélange entre le sang maternel et le sang fœtal. c) l'élément ③ est une artère maternelle. d) l'élément ④ est une artère ombilicale</p>	<p>Structure S₂</p> <p>a) l'élément B renferme autant d'ADN que l'élément D. b) l'élément A renferme autant d'ADN que l'élément C. c) l'élément D renferme le double de la quantité d'ADN que l'élément B. d) les éléments A et D ont la même quantité d'ADN</p>
<p>Structure S₃</p> <p>a) l'élément ② secrète la HCG. b) l'élément ① secrète la HCG. c) l'élément ① secrète des enzymes. d) l'élément ② secrète des enzymes.</p>	<p>Structure S₄</p> <p>a) l'aspect de la structure correspond à la phase proliférative. b) l'aspect de la structure correspond à la phase sécrétoire. c) cette structure est favorable à la nidation. d) cette structure est défavorable à la nidation.</p>

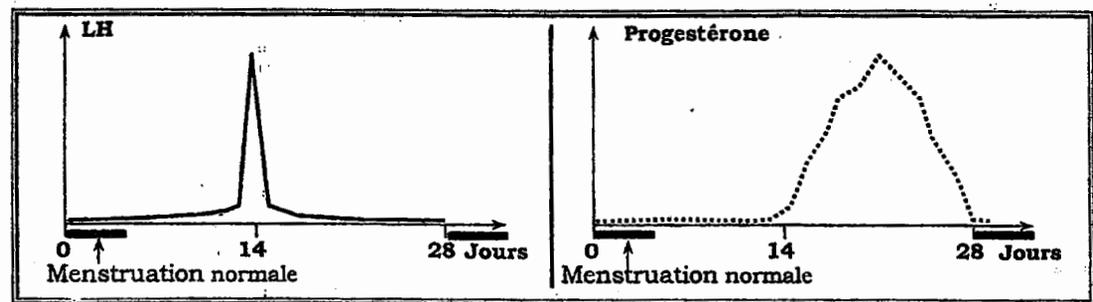
3) Trois, parmi ces 4 structures, dérivent l'une de l'autre. Décrivez ce passage. (1,5 points)

Partie 2. Mobilisation des connaissances (12 points)

A) PROCRÉATION : 5 points

On se propose d'étudier certains aspects de la reproduction humaine. Mr et Mme R consultent un médecin afin de trouver une solution concernant leur infertilité. Celui-ci collecte des données permettant de diagnostiquer des anomalies chez l'un ou l'autre des deux partenaires.

Donnée 1 : dosage de deux hormones sexuelles chez Mme R durant 28 jours.

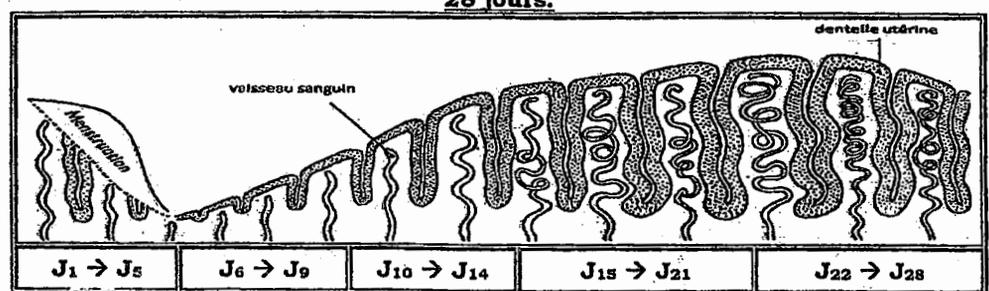


1) Comment, le médecin a-t-il pu conclure, à partir de cette donnée, que Mme R ne présente pas une stérilité à cause hormonale. (0,5 point)

2) Le médecin soupçonne (doute) des anomalies soit au niveau des voies génitales de Mme R soit au niveau de ses gamètes.

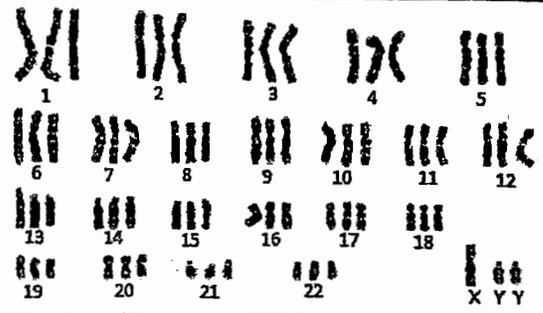
Envisagez 3 hypothèses proposées par le médecin quant à la stérilité possible de Mme R. (0,75 point)

Donnée 2 : Représentation schématique de l'aspect de l'utérus de Mme R au cours d'un cycle de 28 jours.



Donnée 3 : Mme R a annoncé qu'elle a subi des avortements spontanés.

3) Montrez, à partir des données 2 et 3, que Mme R n'est pas stérile. (0,75 point)

Donnée 4 : Caryotype établi à partir d'une cellule d'embryon expulsé lors d'un avortement spontané de Mme R.	Donnée 5 : Examen microscopique d'un gamète de Mr R (son spermogramme montre 76% de gamètes atypiques)
	 <p style="text-align: center;">Grossissement $\times 7500$</p>

- 4) a) Quelle anomalie présente le caryotype de la cellule embryonnaire de la donnée 4 ? (0,5 point)
 b) En observant ce caryotype, quelqu'un affirma que : « le gamète femelle a été fécondé par deux gamètes mâles ».
 Montrez que cette affirmation pourrait expliquer le caryotype étudié, mais ne serait pas en accord avec vos connaissances relatives à la fécondation. (1,25 points)
- 5) En quoi l'observation d'un tel spermatozoïde de la donnée 5 permet-elle d'expliquer le caryotype de la cellule embryonnaire de la donnée 4 ? (0,75 point)
- 6) Déduisez ainsi la cause de l'infertilité du couple ? (0,5 point)

B) Dihybridisme : 4 points

On étudie la transmission de deux couples d'allèles (a_1 , a_2) et (b_1 , b_2) chez une espèce végétale en effectuant les deux croisements suivants.

1 ^{er} croisement	
Parents	Variété pure [a_1 b_1] X Variété pure [a_2 b_2]
F ₁	100% des plantes de phénotype [a_1a_2 b_1b_2]

- 1) Précisez la relation de dominance entre les allèles de chaque gène. (0,5 point)
 2) Ecrivez les génotypes possibles des parents et des plantes de la F₁. (0,75 point)

2 ^{ème} croisement			
Parents	Plante A [? ?] X Plante B [? ?]		
Descendance	19 [a_1 b_1]	39 [a_1 b_1b_2]	22 [a_1a_2 b_1]
	21 [a_1 b_2]	41 [a_1a_2 b_1b_2]	18 [a_1a_2 b_2]

Les plantes A et B sont d'origine inconnue.

- 3) Exploitez les résultats du 2^{ème} croisement afin de préciser si les 2 gènes sont indépendants ou liés. (1,75 points)
 4) Ecrivez les phénotypes et les génotypes (possibles) des plantes A et B et expliquez les résultats du 2^{ème} croisement. (1 point)

SUITE  → page 4



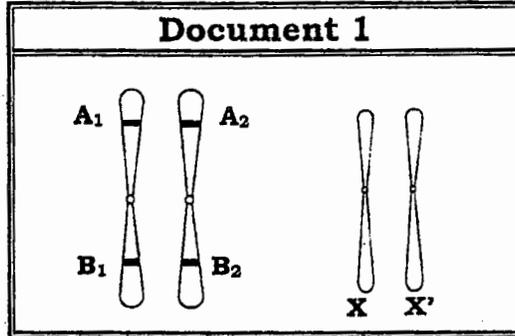
74

C) Brassage méiotique : 3 points

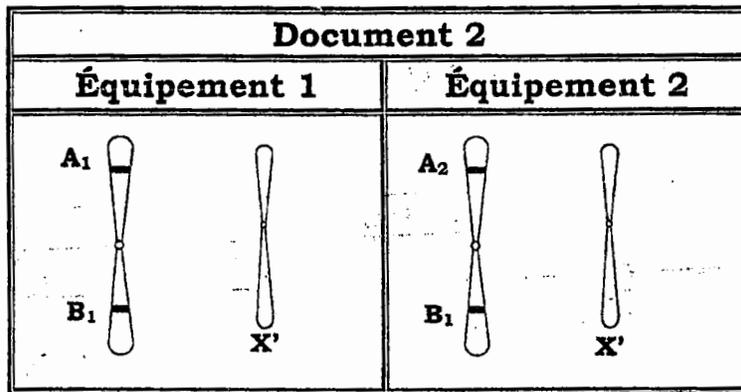
On se propose d'étudier le brassage chromosomique au cours de l'ovogenèse.

❖ Le document 1 suivant représente l'équipement chromosomique et allélique d'une ovogonie en réduisant le nombre de chromosomes à $2n = 4$ chromosomes dont deux autosomes et 2 chromosomes sexuels.

A_1, A_2, B_1 et B_2 sont des allèles portés par les deux autosomes.



❖ Le document 2 suivant représente deux équipements chromosomiques et alléliques possibles du deuxième globule polaire issu de la maturation de l'ovocyte I.



NB : pour tous vos schémas de chromosomes, utilisez deux couleurs différentes.

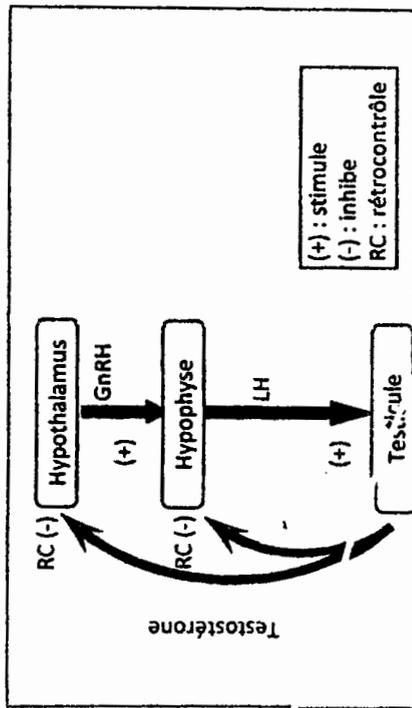
En se basant sur le document 1 et :

- 1) en considérant l'équipement 1 du document 2, schématisez, dans un rectangle, la garniture chromosomique et allélique de :
 - L'ovocyte II.
 - Premier globule polaire. (1 point)
- 2) en considérant l'équipement 2 du document 2, expliquez, schémas à l'appui, les phénomènes méiotiques aboutissant à l'équipement 2 du 2^{ème} globule polaire. (2 points)

12

1^{ère} partie : Restitution des connaissances : 8 points
 A) Contrôle des fonctions testiculaires et ovariennes

1)



1

2)

Nom possible de H ₃ et sa dose	Moment de l'interaction	Structure responsable de la sécrétion de H ₃	Type de l'interaction	Conséquences sur :		
				A = hypothalamus	B = hypophyse	C = ovaire
Œstrogène (Faible dose)	5j → 11j	follicules tertiaires (Thèque interne et granulosa)	Rétrocontrôle négatif	Baisse de GnRH	Baisse de FSH	Atrésie folliculaire
Œstrogène (forte dose)	12 → 14j	follicule mûr (Thèque interne et granulosa)	RC (+)	Pic GnRH	Pic de LH et de FSH	ovulation
Progestérone	15 → 21j	Corps jaune	RC (-)	Baisse de GnRH	Baisse de FSH et de LH	Régression du Corps Jaune

2,5

B) Procréation

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
1) Nom	Placenta	Cellule œuf	Blastocyste	Utérus en phase postmenstruelle
2) QCM	a, c	b	b, c	a, d

1

2

3) Après caryogamie, la structure S₂ se transforme en cellule œuf qui subit une segmentation grâce des mitoses successives aboutissant au bout de 4 jours au stade de morula (64 cellules) qui se différencie en blastocyste (S₃). Les cellules périphériques de S₃ sécrètent des enzymes creusant la muqueuse (7 j) permettant la nidation une surface d'échange appelée placenta (S₂) se forme permettant les échanges entre le sang maternel et le sang foetal

1,5

<u>2^{ème} partie : Mobilisation des connaissances 12 points</u>	
<p>A) Procréation : 5 points</p> <p>1) La sécrétion de progestérone est normale : quasi nulle pendant la phase folliculaire et abondante pendant la phase lutéale montrant un pic au 21^{ème} jour ; ceci traduit l'existence d'un corps jaune formé à partir du follicule rompu après l'ovulation déclenchée par le pic de LH observé la veille du 14^{ème} jour. Ce pic de LH traduit une sécrétion normale d'oestrogènes et de FSH au début du cycle. Conclusion : Mme R ne souffre pas d'une stérilité à cause hormonale.</p>	0,5
<p>2) Hypothèse 1 : obstruction bilatérale des deux trompes. Hypothèse 2 : anomalie au niveau de l'utérus défavorable à la nidation. Hypothèse 3 : ovocyte II non fécondable par absence de récepteurs des spermatozoïdes sur la zone pellucide.</p>	0,75
<p>3) Donnée 2 : le cycle utérin de Mme R se déroule de façon normale au cours du cycle sexuel : menstruation au début du cycle → prolifération de l'endomètre entre J₅ et J₁₄ → formation de dentelle entre J₁₅ et J₂₁ d'où l'hypothèse 2 est rejetée. Donnée 3 : Mme R a subi des avortements spontanés : ceci prouve qu'il y a eu fécondation et début de grossesse d'où ses trompes sont perméables et son ovocyte II est fécondable et par la suite les hypothèses 1 et 3 sont rejetées. Conclusion : Mme R n'est pas stérile.</p>	0,75
<p>4) a) Le caryotype de la cellule embryonnaire est anormal, il est triploïde montrant 3n chrs = 69 dont 3 chromosomes sexuels XYY</p>	0,5
<p>b) Si le gamète femelle a été fécondé par 2 spermatozoïdes et sachant que chaque spermatozoïde possède dans les conditions normales n = 23 chrs et que l'ovocyte II possède lui aussi n = 23 chrs, on devrait trouver dans la cellule œuf 3 x (n = 23 chrs) donc 3n = 69 chrs ce qui est le cas ici. Or, l'ovocyte II ne peut être fécondé que par un seul spermatozoïde car juste après la pénétration d'un spz, l'ovocyte II est activé en effectuant la réaction corticale : les enzymes libérées à partir des granules corticaux agissent sur la zone pellucide en la rendant imperméable aux spermatozoïdes par la destruction de leurs récepteurs spécifiques. Donc ce caryotype ne peut pas exister de cette façon.</p>	1,5
<p>5) Le spermatozoïde renferme, au niveau de sa tête 2 noyaux chacun à n chromosomes simples ainsi la fusion entre ce spz anormal à 2 noyaux et le gamète femelle permet la formation de cellule œuf à 3 n chromosomes.</p>	0,5
<p>6) La cause de l'infertilité du couple : (téatospermie) 76% > à 40% de spzs atypiques de telle façon que le blastocyste issu de la cellule œuf anormale formée ne peut pas nider durant toute la période de grossesse d'où les avortements spontanés de Mme R.</p>	0,5

14

B) Génétique : 4 points

- 1) Les variétés d'espèce végétale différent par deux caractères : il s'agit du dihybridisme.
 Relation de dominance $[a_1b_1] \times [a_2b_2] \rightarrow F_1 : 100\% [a_1a_2 b_1 b_2]$
 - F_1 : homogène la 1^{ère} loi de Mendel est vérifiée.
 - A la F_1 il y a apparition de nouveaux phénotypes intermédiaires : c'est un cas de codominance des 2 caractères.
 Soit le couple d'allèles (a_1, a_2) avec $a_1 = a_2$ Soit le couple d'allèles (b_1, b_2) avec $b_1 = b_2$

0,5

2)

Phénotypes	P ₁	P ₂	F ₁
Si gènes indépendants	$a_1 b_1$ =	$a_2 b_2$ =	$a_1 a_2$ =
	$a_1 b_1$	$a_2 b_2$	$a_1 a_2$
Si gènes liés	$a_1 b_1$ =	$a_2 b_2$ =	$a_1 b_1$ =
	$a_1 b_1$	$a_2 b_2$	$a_2 b_2$

0,75

- 3) Analyse : le croisement des plantes A et B fournit une descendance hétérogène constituée de 4 phénotypes différents.
 Hypothèse : les deux gènes sont indépendants :
 Dissociant les caractères, on trouve :

$[a_1] = (19 + 39 + 21) / 160 = 0,49 = 1/2$	1^{er} caractère contrôlé par le couple d'allèles (a_1, a_2)
$[a_1a_2] = (22 + 41 + 18) / 160 = 1/2$	c'est le résultat d'un croisement entre un hybride et un homozygote.
$[b_1] = (19 + 22) / 160 = 1/4$	2^{ème} caractère contrôlé par le couple d'allèles (b_1, b_2)
$[b_2] = (21 + 18) / 160 = 1/4$	c'est le résultat de la F_2 du monohybridisme avec codominance
$[b_1b_2] = (39 + 41) / 160 = 1/2$	

1,75

On sait que le dihybridisme de gènes indépendants est le produit de deux monohybridismes
 En combinant les 2 caractères on trouve :

$1/2 [a_1]$	$1/4 [b_1]$	$1/8 [a_1b_1]$	$1/4 [b_2]$
$1/2 [a_1a_2]$	$1/8 [a_1b_1]$	$2/8 [a_1 b_1b_2]$	$1/8 [a_1 b_2]$
	$1/8 [a_1a_2 b_1]$	$2/8 [a_1a_2 b_1b_2]$	$1/8 [a_1a_2 b_2]$

Vérification des résultats	$[a_1 b_1]$	$[a_1 b_1b_2]$	$[a_1 b_2]$	$[a_1a_2 b_1]$	$[a_1a_2 b_1b_2]$	$[a_1a_2 b_2]$
Résultats théoriques	$1/8 \times 160 = 20$	$2/8 \times 160 = 40$	$1/8 \times 160 = 20$	$1/8 \times 160 = 20$	$2/8 \times 160 = 40$	$1/8 \times 160 = 20$
Résultats pratiques	19	39	21	22	41	18

Les résultats théoriques sont conformes aux résultats pratiques, d'où l'hypothèse est vérifiée : les 2 gènes sont indépendants.

4)

$A [a_1 b_1 b_2]$ X $B [a_1 a_2 b_1 b_2]$
 $a_1 b_1$ $a_1 b_1$ $a_1 b_1$
 $=$ $=$ $=$
 $a_1 b_2$ $a_2 b_2$ $a_2 b_2$

$\frac{1}{2} a_1 b_1$ et $\frac{1}{2} a_1 b_2$ $\frac{1}{4} a_1 b_1$ $\frac{1}{4} a_1 b_2$ $\frac{1}{4} a_2 b_1$ et $\frac{1}{4} a_2 b_2$

ECHIQUIER DE CROISEMENT

$\frac{1}{2} a_1 b_1$	$\frac{1}{4} a_1 b_1$	$\frac{1}{4} a_2 b_1$	$\frac{1}{4} a_2 b_2$
$\frac{1}{8} [a_1 b_1]$	$\frac{1}{8} [a_1 a_2 b_1]$	$\frac{1}{8} [a_1 a_2 b_1]$	$\frac{1}{8} [a_1 a_2 b_1 b_2]$
$\frac{1}{8} [a_1 b_1 b_2]$	$\frac{1}{8} [a_1 b_2]$	$\frac{1}{8} [a_1 a_2 b_1 b_2]$	$\frac{1}{8} [a_1 a_2 b_2]$

$\frac{1}{8} [a_1 b_1] ; \frac{2}{8} [a_1 b_1 b_2] ; \frac{1}{8} [a_1 a_2 b_1] ; \frac{2}{8} [a_1 a_2 b_1 b_2] ; \frac{1}{8} [a_1 b_2] ; \frac{1}{8} [a_1 a_2 b_2]$

C) Brassage chromosomique : 3 points

1)

A2 B2 X

1^{er} globule polaire

A1 B1 X'

Ovocyte II

2)

A1 A2 B1 B2 X X'

Prophase II

A1 A2 B1 B2 X X'

Anaphase II

Brassage intrachromosomique

A1 A2 B1 B2 X X'

Prophase II

A1 A2 B1 B2 X X'

Anaphase II

2

A1 B1 X X'

Anaphase I

A1 B1 X X'

Ovocyte II

A1 B1 X X'

Anaphase II

A1 B1 X X'

2^{ème} GP

Fin prophase I

78

Lycée Mongi Slim Sakiet Ezzit Sfax	Sciences de la Vie et de la Terre	4 ^{ème} sciences expérimentales(1,2,3)
	Devoir de contrôle n°2 Durée : 2h	Le 23-1-2015

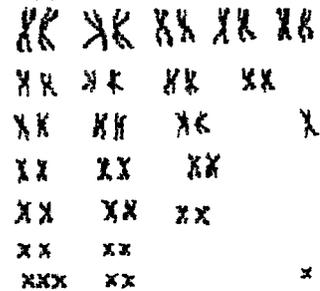
Première partie (12 points)

Exercice N°1 : (3 points)

Pour chacun des items suivants, écrivez sur votre copie le numéro de la question et la(ou les)2 lettre (s) qui correspond (ou ent) à la (ou aux 2) affirmation (s) exacte (s) :

1) Voici le caryotype d'un enfant touché par une maladie et dont les parents sont sains . Peut -on affirmer sans doute que:

- a- la maladie est récessive autosomale ?
- b- la maladie est récessive portée par X?
- c- la maladie est récessive portée par Y ?
- d- l'enfant présente une anomalie au niveau du chromosome N°21?

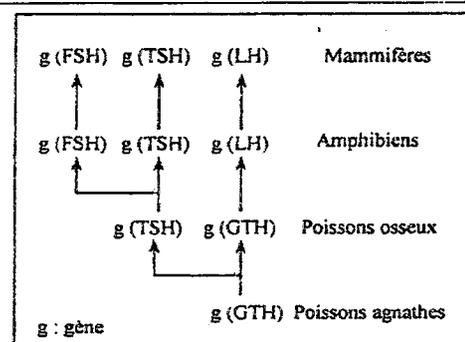


2) Les différences en acides aminés des protéines homologues appartenant à 2 espèces actuelles :

- a- sont les conséquences des mutations géniques ayant affecté le gène ancestral
- b- constituent une preuve anatomique de l'évolution
- c- sont d'autant plus nombreuses que l'ancêtre commun des 2 espèces est éloigné dans le temps
- d- sont les conséquences d'une amplification génique .

3) Le document présente l'histoire évolutive des gènes codants pour des hormones hypophysaires chez les vertébrés. Ce document montre que le gène ancestral GTH a subi :

- a- 2 duplications et 3 mutations.
- b- 2 duplications et 2 mutations.
- c- 3 duplications et 2 mutations.
- d- une amplification génique



4) L'espèce drosophila pseudobscura 2n=10 est apparue suite à une:

- a- mutation chromosomique
- b- mutation génique
- c- fusion des chromosomes
- d- amplification des chromosomes

5) La substance grise :

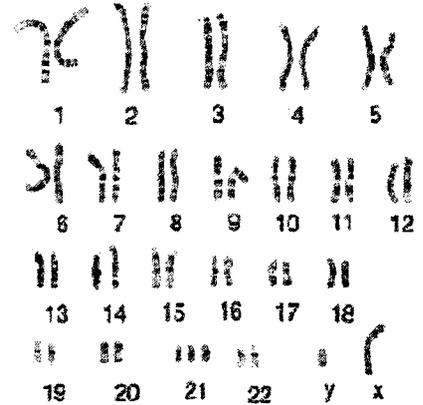
- a- est externe dans le cerveau.
- b- est formée uniquement de fibres nerveuses centrales
- c - comporte des cellules gliales
- d- comporte des cellules de sertoli

6) La substance blanche de la moelle épinière contient des :

- a- fibres nerveuses centrales.
- b- fibres nerveuses périphériques
- c- axones
- d- cellules de Schwann

Exercice N°2 : (2.5 points)

Au cours d'un diagnostic prénatal , un médecin a réalisé le caryotype d'un fœtus (voir document) .



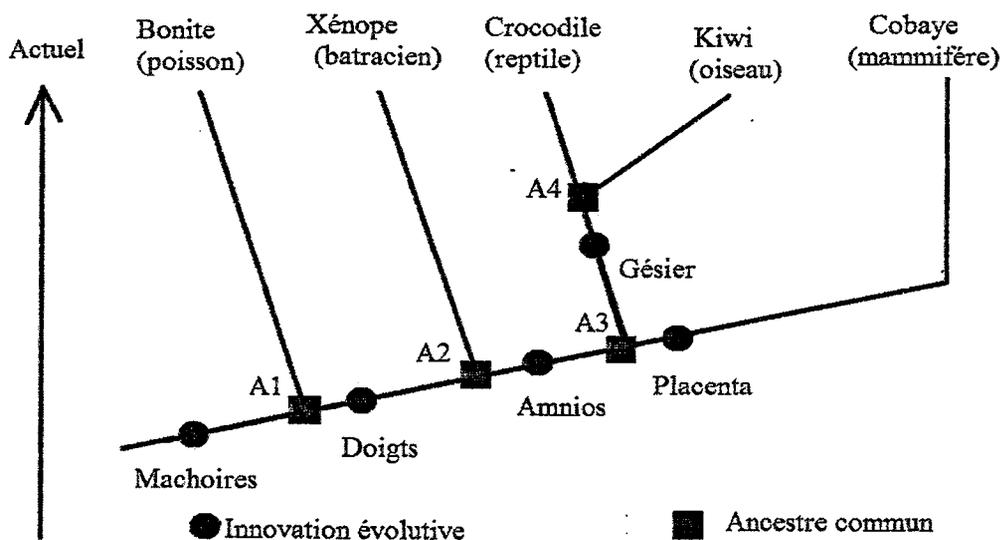
- 1) a) Citez les techniques de prélèvement qui ont permis de réaliser ce caryotype .
 - b) Quelle(s) information (s) peut-on tirer de ce document
 - 2) Sachant que l'anomalie observée est le résultat d'une erreur au cours de la spermatogenèse , schématisez la phase montrant l'erreur pendant :
 - * la première division .
 - * la deuxième division .
- (on considère uniquement les chromosomes concernés et les chromosomes sexuels)

Exercice N°3 : (3 +3.5 points)

A// L'escargot *Cepoea nemoralis* , très fréquent (abondant) dans les bois et les jardins, présente une coquille très variable par sa couleur et par le nombre de bandes brunes ou vertes qui la marquent. Il existe une relation étroite entre certaines formes de la coquille et les habitats occupés. En effet, les escargots jaunes sans bandes sont abondants dans les terrains à herbe sèche, alors que les escargots à coquilles rayées en bandes brunes et vertes sont très fréquents dans les terrains à végétation dense

A partir de l'analyse de ce texte, et vos connaissances expliquez le lien entre le phénotype des coquilles et le milieu occupé en précisant le mécanisme évoqué et son importance.

B// Le document suivant représente l'arbre phylogénétique de cinq espèces actuelles ainsi que les différentes innovations évolutives ayant accompagné leurs évolutions



Gésier : une poche au niveau de l'estomac
Innovation : caractère apparu

- 1) Énoncez la théorie de l'évolution .
- 2) Que représente A_1 et A_4 .
- 3) En considérant les innovations du document , reproduisez puis complétez le tableau suivant par les numéros (1) si le caractère est présent et (0) s'il est absent

Quelques caractères chez les cinq espèces de vertébrés

Caractère	Bonite	Xénope	Crocodile	Kiwi	Cobaye
Mâchoires			1		
Doigts		1	1		
Placenta			0		
Gésier					
Amnios		0			

- 4) Pourquoi dit-on que «
mâchoire
» est le caractère ancestral ?
- 5) Le caractère «
placenta
» est-t-il un caractère permettant de préciser des relations de parenté entre ces espèces ? Justifiez
- 6) A votre avis quelles sont les deux espèces les plus apparentées ? Argumentez

Deuxième partie (8 points)

Exercice N°1 : (3 points)

Chaque affirmation de la première colonne correspond une ou plusieurs propositions de la deuxième colonne

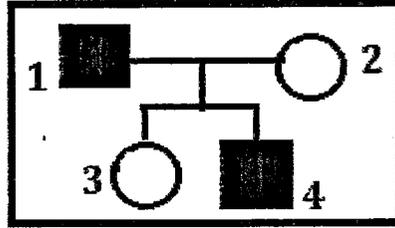
1 ^{re} colonne	2 ^{ème} colonne
A- deux parents sains donnent naissance à une fille atteinte d'une anomalie génétique	1) La tare peut être récessive autosomale
B- un garçon de phénotype atteint est issue d'une mère hétérozygote et phénotype de sain	2) La tare peut être récessive liée à X
C- deux parents de phénotype atteint d'une tare génétique donne naissance à un garçon de phénotype sain	3) La tare peut être dominante liée à X
D- une mère homozygote de phénotype atteint d'une tare héréditaire donne naissance à un garçon de phénotype sain	4) La tare peut être dominante autosomale

Complétez le tableau en le reportant sur votre copie

A	B	C	D

Exercice N°2 : (5 points)

Le document 1 représente l'arbre généalogique de la famille F₁. Les individus 1 et 4 sont atteints par une maladie héréditaire.

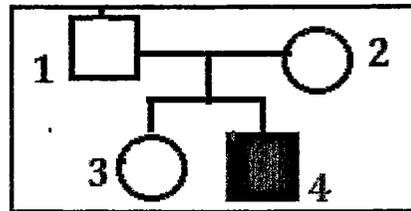


Document 1

1) En exploitant les données du document 1 discutez chacune des hypothèses suivantes :

- Hypothèse 1 : allèle de la maladie dominant autosomal
- Hypothèse 2 : allèle de la maladie récessif autosomal
- Hypothèse 3 : allèle de la maladie dominant porté par X
- Hypothèse 4 : allèle de la maladie récessif porté par X.

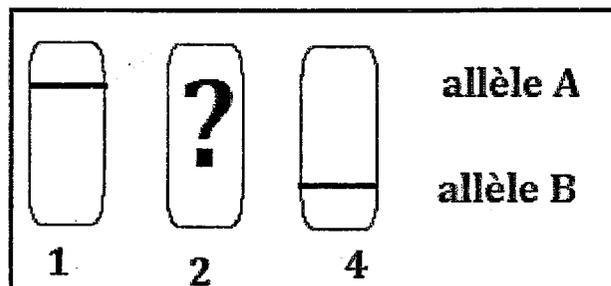
L'arbre généalogique du document 2 se rapporte à une autre famille F₂ dont certains membres sont atteints par la même maladie héréditaire



Document 2

2) Quelles hypothèses restent encore valables ? justifiez

Suite à une demande médicale, les individus 1, 2 et 4 de la famille F₂ ont réalisé l'analyse de leurs ADN. Le résultat de la femme 2 a été perdu. On a récupéré les résultats des individus 1 et 4



Document 3

- 3) a) Décrivez la technique qui a permis d'avoir le document 3.
- b) Identifiez l'allèle malade en justifiant
- c) Ecrivez les génotypes des individus des deux familles
- d) Schématisez le résultat de l'analyse de l'ADN de la femme 2 de la famille F₂ et justifiez



Correction du devoir de contrôle n°2 janvier 2015

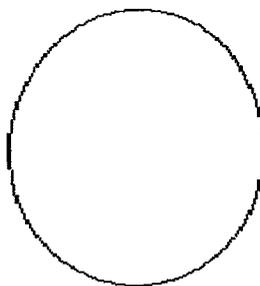
QCM :

1	2	3	4	5	6
d	a-c	a-d	a-c	a-c	a-c

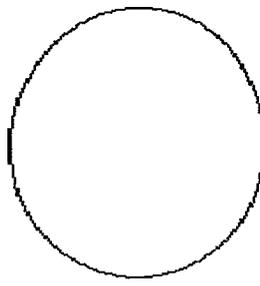
6x0.5=3

Exercice 2

- a) Les techniques sont : -
amniocentèse – prélèvement des villosités chorales – prélèvement du sang fœtal .
b) caryotype d'un garçon – trisomie 21



Anaphase I



Anaphase II

0.75

0.5

1.25

Exercice 3

A//Analyse : Il existe une diversité phénotypique de couleur et de l'aspect de la coquille chez l'escargot. Ces escargots occupent des habitats différents selon l'aspect et la couleur. Les escargots à coquilles jaunes occupent les terrains à herbes sèches et les escargots à coquilles rayées occupent les terrains à végétation dense.

Le lien: *dans les terrains à herbe sèche les escargots à coquilles rayées sont facilement repérés puis éliminés par leurs prédateurs. les escargots à coquilles jaunes sont mieux camouflés (cachés) et échappent ainsi aux prédateurs

*dans le milieu à végétation dense les escargots à coquilles rayées sont mieux camouflés et prolifèrent. Les escargots à coquilles jaunes sont éliminés car ils sont facilement repérés par les prédateurs de ce milieu. Le mécanisme mis en jeu est la sélection naturelle.

Importance : La nature sélectionne les phénotypes les plus adaptés capables d'échapper aux prédateurs. Elle favorise leurs multiplications et leur vie et élimine les non adaptés. la sélection naturelle est orienté ; elle fait un choix. Le milieu opère donc un choix et oriente l'évolution vers les formes les mieux adaptés.

1

1

1

B// 1) Toutes les espèces dérivent d'une seule espèce originelle appelé ancêtre commun caractères
2) A1= ancêtre commun de tous les espèces - A4= ancêtre commun du kiwi et crocodile

Caractère	Bonite	Xénope	Crocodile	Kiwi	Cobaye
Mâchoires	1	1	1	1	1
Doigts	0	1	1	1	1
Placenta	0	0	0	0	1
Gésier	0	0	1	1	0
Amnios	0	0	1	1	1

0.5

0.5

1

4) car c'est le plus ancien

5) non car il est absent chez les autres espèces

6) kiwi et crocodile car leur ancêtre commun est le plus proche dans le temps

0.5

0.5

0.5

Exercice 1

A	B	C	D
1	1-2	3-4	1

0.5
1-1-.0.5

Exercice 3

1) H1 : soit (A, a) avec A= allèle dominant malade a= allèle sain
L'individu 3 de génotype a// a , hérite un allèle a de son père malade de génotype A//a (possible)
et un allèle a de sa mère saine de génotype a//a **Donc H1 à retenir**

4x0.5

H2 : soit (A, a) avec A= allèle dominant sain a= allèle malade
L'individu 4 de génotype a// a , hérite un allèle a de son père malade de génotype a//a et un allèle a
de sa mère saine de génotype A //a (possible **Donc H2 à retenir**

H3 : soit (A, a) avec A= allèle dominant malade a= allèle sain
L'individu 3 de génotype Xa//Xa , hérite un allèle Xa de son père de génotype Xa//Y sain ce
n'est pas le cas **Donc H3 à rejeter**

H4 : soit (A, a) avec A= allèle dominant sain a= allèle malade
L'individu 4 de génotype Xa//Y , hérite un allèle Y de son père et un allèle Xa de sa mère saine
de génotype XA//Xa (possible) **Donc H4 à retenir**

2) D'après le document 2 ; deux parents sains ont donné un enfant malade donc l'allèle de la
maladie est récessif alors l'hypothèse H1 est à rejeter et les l'hypothèses H2 et H4 sont à retenir

0.5

3) a) analyse biochimique de l'ADN (voir cours)

0.75

b) l'individu 1 de la famille 2 est sain et possède seulement l'allèle A donc l'allèle A est sain et
l'allèle B est l'allèle malade

0.5

c) famille 2 : le père 1 possède l'allèle A qui est absent chez son fils donc la maladie ne peut pas
être autosomale alors l'hypothèse H2 à rejeter et H4 à retenir

Conclusion : l'allèle de la maladie récessif porté par X

1

A= allèle sain B= allèle malade

famille A :

1	2	3	4
XB//Y	XA//XB	XA//XB	XB//Y

famille B :

1	2	3	4
XA//Y	XA//XB	XA//XB	XB//Y

d) la femme 2 de la famille F2 possède les deux allèles A et B

0.5



Loi de modération

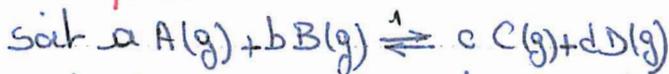
Les facteurs d'équilibre sont les variables pouvant perturber un système en équilibre dynamique

- de la température
- de la pression
- de la concentration de l'un des constituants

1^o) Influence de la pression.

• si une perturbation tend à augmenter la température constante, à augmenter la pression d'un système fermé initialement en équilibre dynamique, ce système subit la réaction qui tend à diminuer la pression c.à.d. la réaction qui diminue le nombre de moles des corps gazeux.

exemple



- variation du $n(g)$ si $P \uparrow$ si $P \downarrow$
- $(c+d) < (a+b)$ le système évolue dans le sens (1)
 - $(a+b) = (c+d)$ la pression n'a pas d'effet sur le système car $n_T(g)$ ne varie pas
 - $(c+d) > (a+b)$ sens inverse sens direct

Énoncé de la loi:

dans un système en équilibre chimique une perturbation fait varier la pression & T constante pour un système fermé, le système subit en réponse à cette perturbation la réaction qui tend à modérer la variation

de la pression.

2^o) Influence de la concentration

& T et P = etc, à l'équilibre la variation de la concentration de l'un des constituants déplace le système dans le sens qui tend à modérer cette variation.

3^o) Influence de la température

* si une perturbation tend, sous P = etc, à élever la température d'un système fermé initialement en équilibre dynamique, ce système subit la transformation endothermique

* si une perturbation tend, sous pression constante, à abaisser la température d'un système fermé initialement en équilibre dynamique, ce système subit la transformation exothermique

Remarques:

* la température n'est pas un facteur d'équilibre pour toute réaction athermique (estérification - hydrolyse)

* Pour toute réaction exothermique ou endothermique la constante d'équilibre K change lorsque la température varie

• sens (1) $\uparrow T \Rightarrow \uparrow K$

• sens (2) $\downarrow T \Rightarrow \downarrow K$

* $A + B \xrightleftharpoons[\text{endothermique}]{\text{exothermique}} C + d + \text{chaleur}$

Fin



Equilibre acide - base

I - Définitions

* Un acide est une entité chimique électriquement chargée ou non, capable de libérer un proton H^+ au cours d'une réaction chimique



acide base conjuguée

AH/A^- : couple acide - base

* Une base est une entité chimique électriquement chargée ou non, capable de capter un proton H^+ au cours d'une réaction chimique



base acide conjugué

II / loi d'action de masse



$$K = \frac{[\text{base 1}]_{\text{eq}} \cdot [\text{acide 2}]_{\text{eq}}}{[\text{acide 1}]_{\text{eq}} \cdot [\text{base 2}]_{\text{eq}}}$$

si $K > 1$: les entités situées à gauche sont les plus fortes

⇒ L'acide 1 est plus fort que l'acide 2
la base 2 est plus forte que la base 1

si $K < 1$: les entités situées à droite sont les plus fortes

⇒ L'acide 2 est plus fort que l'acide 1
la base 1 est plus forte que la base 2

si $K = 1$: L'acide 1 et l'acide 2 sont de même force, il en est de même pour la base 1 et base 2

⇒ donc l'acide le plus fort est conjugué à la base la plus faible

1°) Rtd'ionisation d'un AH dans l'eau:



$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]} \text{ constante d'acidité du couple } AH/A^-$$

par définition $pK_a = -\log K_a$

$$\Leftrightarrow K_a = 10^{-pK_a}$$

exemple $K_a(H_3O^+/H_2O) = 55,35$

$$pK_a(H_3O^+/H_2O) = -1,74$$

2°) Rtd'ionisation d'une base dans l'eau:



$$K_b = \frac{[OH^-][BH^+]}{[B]} \text{ constante de basicité du couple } BH^+/B$$

$$pK_b = -\log K_b \Leftrightarrow K_b = 10^{-pK_b}$$

exemple $K_b(H_2O/OH^-) = 55,35$

$$pK_b(H_2O/OH^-) = -1,74$$

3°) Relation entre K_a et K_b d'un couple AH/A^-

pour le couple AH/A^- on a:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]}, \quad K_b = \frac{[OH^-][AH]}{[A^-]}$$

$$K_a \cdot K_b = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

$$\Rightarrow K_a \cdot K_b = K_e = 10^{-14} \text{ à } 25^\circ C$$

$$\Rightarrow pK_a + pK_b = pK_e = 14 \text{ à } 25^\circ C$$

4°) force des acides et des bases

• plus K_a est élevée, plus pK_a est faible, plus l'acide est plus fort.

• plus K_b est élevée plus pK_b est faible, plus la base est plus forte

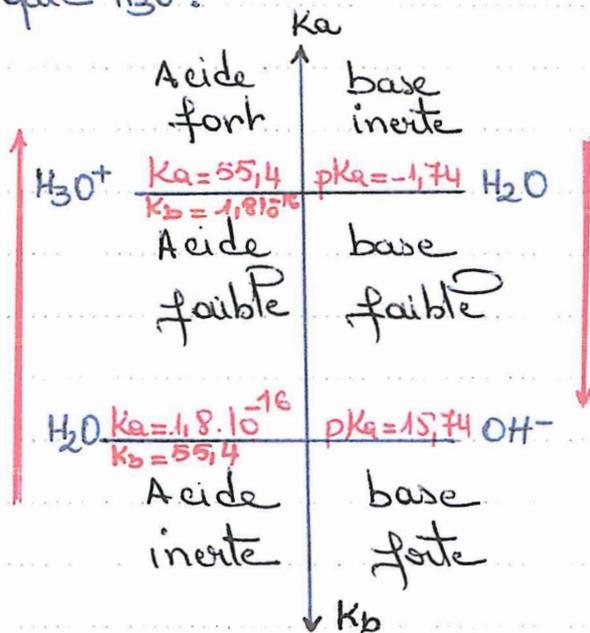
• plus un acide est fort, plus sa base conjuguée est faible est inversement



- Un acide est dit fort est un acide plus fort que H_3O^+ $\Rightarrow pK_a < -1,74$
- Un acide inerte est un acide nettement moins fort que H_2O

$$\Rightarrow pK_a > 15,74$$

- Un acide faible est un acide plus fort que H_2O , mais moins fort que H_3O^+ .



Remarque

* si $K > 10^4$ la réaction est pratiquement totale dans le sens direct.

III / Réaction acide-base



$$K = \frac{[A_2H] \cdot [A_1^-]}{[A_1H] \cdot [A_2^-]}$$

$$= \frac{[H_3O^+] \cdot [A_1^-]}{[A_1H]} \cdot \frac{[A_2H]}{[H_3O^+] \cdot [A_2^-]}$$

$$K = K_{a1} \cdot \frac{1}{K_{a2}} = \frac{10^{-pK_{a1}}}{10^{-pK_{a2}}} = 10^{pK_{a2} - pK_{a1}}$$

de même

$$K = \frac{K_{b2}}{K_{b1}} = \frac{10^{-pK_{b2}}}{10^{-pK_{b1}}}$$

$$K = 10^{pK_{b1} - pK_{b2}}$$



pH d'une solution aqueuse

Nature de la solution:

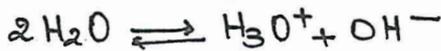
- solution acide
 $[H_3O^+] > [OH^-] \Rightarrow pH < \frac{pK_e}{2}$
- solution basique
 $[OH^-] > [H_3O^+] \Rightarrow pH > \frac{pK_e}{2}$
- solution neutre
 $[OH^-] = [H_3O^+] \Rightarrow pH = \frac{pK_e}{2}$

Définition

Le pH d'une solution est une grandeur strictement positive liée à la concentration de $[H_3O^+]$ par la relation

$$pH = -\log[H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$$

I/ pH d'une solution aqueuse d'acide fort:



at=0 C excès $10^{\frac{pK_e}{2}}$ 0 mol/L

at f C - y_f excès 10^{-pH} y_f mol/L

$$\begin{aligned} * [H_3O^+] &= [H_3O^+]_{eau} + [H_3O^+]_{acide} \\ &= [OH^-] + [A^-] \\ &= [OH^-] + y_f \end{aligned}$$

Le milieu est acide et $pH < 6 \Rightarrow$

$$[OH^-] \ll [H_3O^+]$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = y_f$$

$$* \zeta_f = \frac{y_f}{C} = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{10^{-pH}}{C}$$

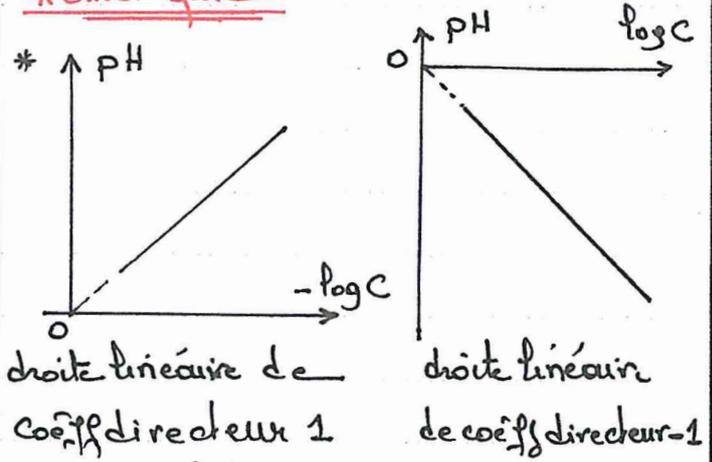
* L'acide est fort: $\zeta_f = 1$

$$\Rightarrow \frac{10^{-pH}}{C} = 1 \Rightarrow 10^{-pH} = C$$

$$pH = -\log C$$

Acide fort: $pH = -\log C$

Remarque



* de dilution

$$A_1H \begin{cases} C_1 \\ (S_1) \end{cases} \begin{cases} \text{dilution} \\ 10 \text{ fois} \end{cases} \Rightarrow (S_2) \begin{cases} C_2 = \frac{C_1}{10} \\ V_2 = 10 V_1 \end{cases}$$

• avant dilution $pH_1 = -\log C_1$

$$\begin{aligned} \text{• après dilution } pH_2 &= -\log \frac{C_1}{10} \\ &= -\log C_1 + \log 10 \end{aligned}$$

$$pH_2 = pH_1 + 1$$

variation de pH: $\Delta pH = pH_2 - pH_1 =$

En générale après dilution n fois

$$pH_2 = pH_1 + \log n.$$

\Rightarrow acide + dilution $\Rightarrow pH \uparrow (< 7)$

II/ pH d'une solution d'acide faible faiblement ionisé

Acide faiblement ionisé \Rightarrow

$$\zeta_f < 5\% \Rightarrow 1 - \zeta_f \approx 1$$



at=0 C excès $10^{\frac{pK_e}{2}}$ 0

at f C - y_f excès 10^{-pH} y_f

$$\begin{aligned} \bullet [H_3O^+] &= [H_3O^+]_{eau} + [H_3O^+]_{acide} \\ &= [OH^-] + [A^-] \\ &= [OH^-] + y_f \end{aligned}$$

\Rightarrow le milieu est acide et $pH < 6$

$$[OH^-] \ll [H_3O^+]$$



$$\alpha_f = \frac{Y_f}{Y_m} = \frac{[H_3O^+]}{C_A} = \frac{10^{-pH}}{C_A}$$

pour $\alpha_f < 0,05 \Rightarrow$ L'acide est faiblement ionisé.

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]} = \frac{Y_f^2}{C_A - Y_f} \frac{(C_A \cdot \alpha_f)^2}{C_A - C_A \alpha_f}$$

$$K_a = \frac{C_A^2 \cdot \alpha_f^2}{C_A(1 - \alpha_f)} = \frac{C_A \cdot \alpha_f^2}{1 - \alpha_f}$$

pour un acide faiblement ionisé

$$1 - \alpha_f \approx 1$$

$$\Rightarrow K_a = C_A \cdot \alpha_f^2 = \frac{10^{-2pH}}{C_A} \cdot C_A$$

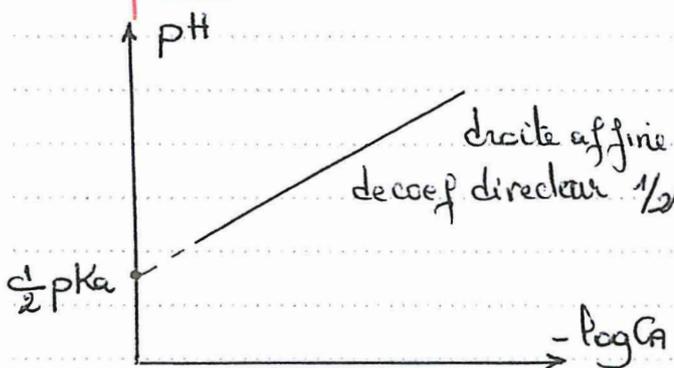
$$\log K_a = -2pH - \log C_A$$

$$2pH = -\log K_a - \log C_A$$

$$pH = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_A)$$

pour un acide faiblement ionisé

Remarque



$$pH = -\frac{1}{2} \log C_A + \frac{1}{2} pK_a$$

$$pH = a(-\log C_A) + b$$

* La dilution

$$\begin{matrix} (AH) \\ (S_1) \end{matrix} \left\{ \begin{array}{l} C_1 \\ V_1 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{dilution}} \left\{ \begin{array}{l} C_2 = \frac{C_1}{10} \\ V_2 = 10V_1 \end{array} \right. \text{ 10 fois}$$

avant dilution $pH = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_1)$

après dilution $pH' = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_2)$

$$pH' = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_1 + \log 10)$$

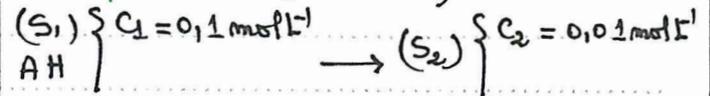
$$pH' = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_1) + \frac{1}{2} \log 10$$

$$pH' = pH + 0,5$$

En générale après dilution n fois
 $pH_2 = pH_1 + \frac{1}{2} \log n$.

\Rightarrow la dilution d'un acide fort ou faible augmente son pH tout en restant inférieur à 7.

* Préparation (Protocole)



Matériel en disposition

fioles jaugées de 20 ml ; 50 ml ; 100 ml ; 200 ml

pipettes jaugées de 1 ml, 5 ml, 20 ml.

$$\Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{0,1}{0,01} = 10 \text{ fois}$$

La solution (S₂) est 10 fois diluée

\Rightarrow Matériel choisi

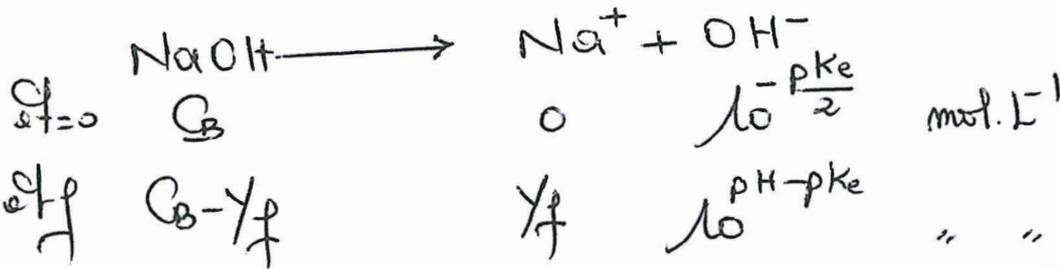
pipette de 5 ml et fiole jaugée de 50 ml.
 & L'acide d'une pipette jaugée de 5 ml, on prélève 5 ml de la solution (S₁), que l'on introduit dans une fiole jaugée de 50 ml, puis on ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge tout en agitant.



III / pH d'une solution aqueuse de base forte.



$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \\ &= \frac{10^{-pK_e}}{10^{-\text{pH}}} \\ &= 10^{\text{pH} - pK_e} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= [\text{OH}^-]_{\text{eau}} + [\text{OH}^-]_{\text{base}} \\ &= [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+] \end{aligned}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] + \gamma_f$$

Le milieu est basique et pour $\text{pH} > 8$ on a $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{OH}^-]$

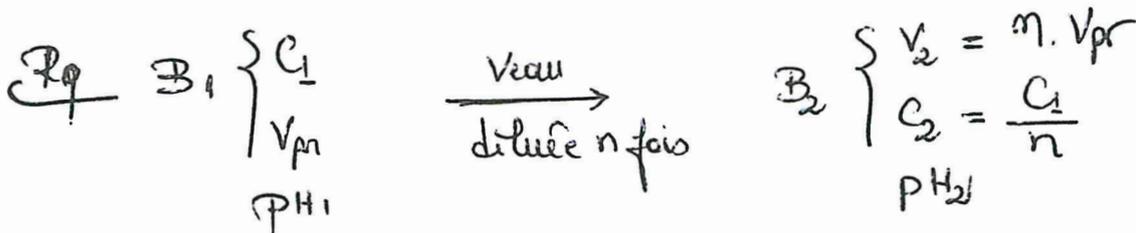
$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \gamma_f \quad \textcircled{1}$$

• la base est forte: $C_B - \gamma_f = 0 \Rightarrow C_B = \gamma_f \quad \textcircled{2}$

① et ② $C_B = [\text{OH}^-]$

$$C_B = 10^{\text{pH} - pK_e} \Rightarrow \log C_B = \text{pH} - pK_e$$

$$\boxed{\text{pH} = pK_e + \log C_B}$$

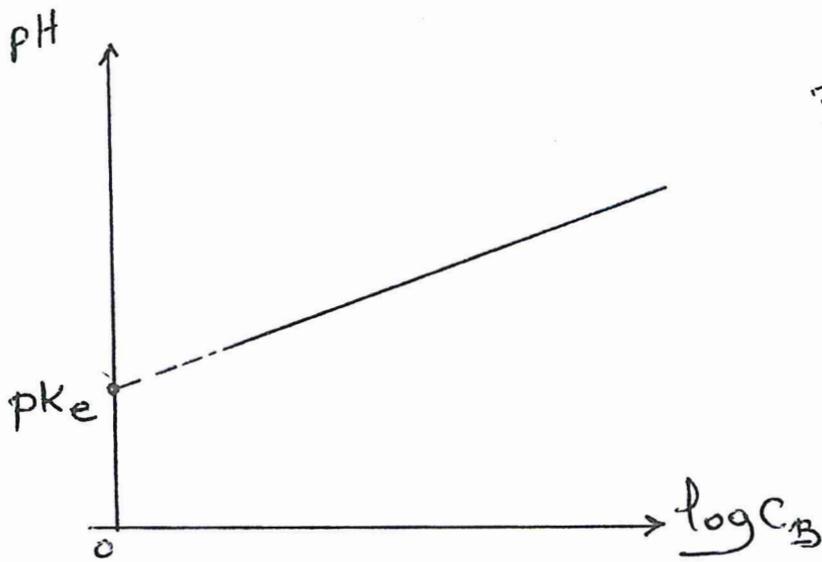


• avant dilution $\text{pH}_1 = pK_e + \log C_1$

• après dilution $\text{pH}_2 = pK_e + \log C_2 = pK_e + \log \frac{C_1}{n}$

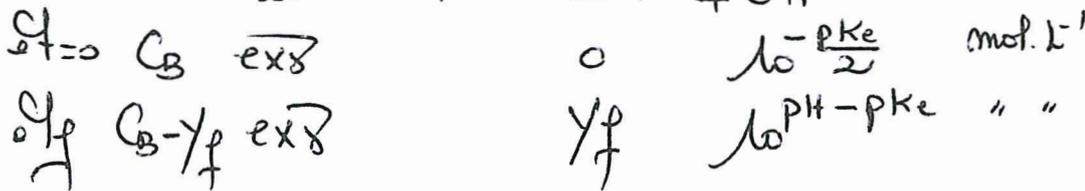
$$= pK_e + \log C_1 - \log n$$

$$\| \text{pH}_2 = \text{pH}_1 - \log n$$



$pH = f(\log C_B)$ est une droite affine de coeff directeur 1.

IV pH d'une solution aqueuse de base faible



$$\begin{aligned} [OH^-] &= [OH^-]_{eau} + [OH^-]_{base} \\ &= [H_3O^+] + [BH^+] \\ &= [H_3O^+] + \frac{1}{2} exs \end{aligned}$$

le milieu est basique et pour $pH > 8$ on a $[H_3O^+] \ll [OH^-]$

$$[OH^-] = \frac{1}{2} exs$$

$$\zeta_f = \frac{\frac{1}{2} exs}{C_B} = \frac{[OH^-]}{C_B} = \frac{10^{pH - pK_e}}{C_B} \Rightarrow \frac{1}{2} exs = C_B \cdot \zeta_f$$

si $\zeta_f < 0,05$ (5%) \Rightarrow la base est faiblement ionisée

$$K_a = \frac{[H_3O^+][B]}{[BH^+]} = \frac{[H_3O^+] \cdot (C_B - C_B \cdot \zeta_f)}{C_B \cdot \zeta_f}$$

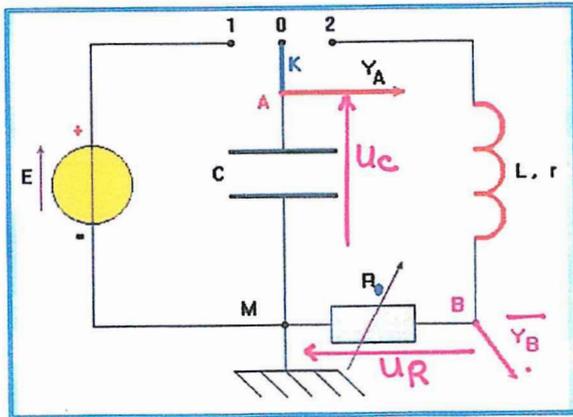
$$K_a = \frac{[H_3O^+](1 - \zeta_f)}{\zeta_f}$$

2^e approximation: la base est faiblement ionisée $\Rightarrow 1 - \zeta_f \approx 1$

Les oscillations électriques

libres amorties

1) Production d'oscillations libres amorties (décharge)



- Ken (1) le condensateur se charge
- Ken (2) le condensateur se décharge

$$\text{à } t=0 \begin{cases} u_C = E \\ Q_0 = C.E \\ I = 0 \end{cases}$$

- La tension $u_C = \frac{q}{C}$ oscille donc $q(t)$ oscille aussi
- La tension $u_R(t) = i(t) \cdot R$ oscille donc $i(t)$ oscille aussi
- Au cours du temps l'amplitude des oscillations diminue: les oscillations sont dites amorties.

* **libres**: absence de générateur dans le circuit de décharge (oscillations qui se font d'elles mêmes sans apport d'énergie de l'extérieur).

- * Les oscillations libres amorties sont **pseudo-périodique** de pseudo période T
- * selon les valeurs de $R = R_0 + r$ on a plus R augmente plus
 - le nombre d'oscillations **diminue**
 - l'amplitude des oscillations **diminue**

Remarque

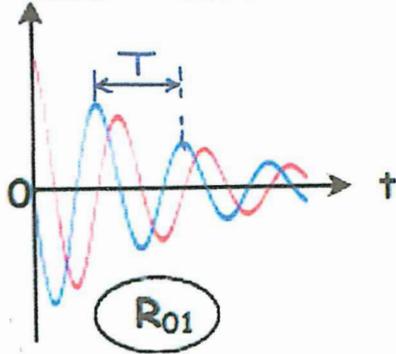
* si R est faible alors $T \approx T_0$ période propre $T \approx 2\pi \sqrt{LC}$

si $L \downarrow$ ou $C \downarrow$ alors $T \downarrow$

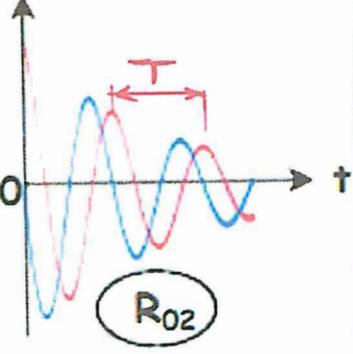
* **R_c : résistance critique** c'est la plus petite valeur de R qui correspond à un régime aperiodique

$R < R_c$: régime pseudo-périodique

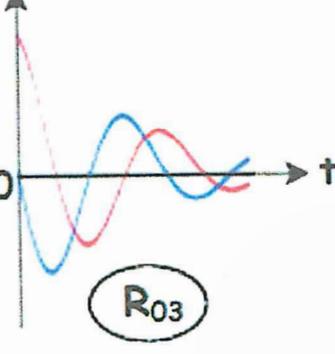
$u_C(t) ; u_{R0}(t)$



$u_C(t) ; u_{R0}(t)$



$u_C(t) ; u_{R0}(t)$



$$R_{03} > R_{02} > R_{01}$$



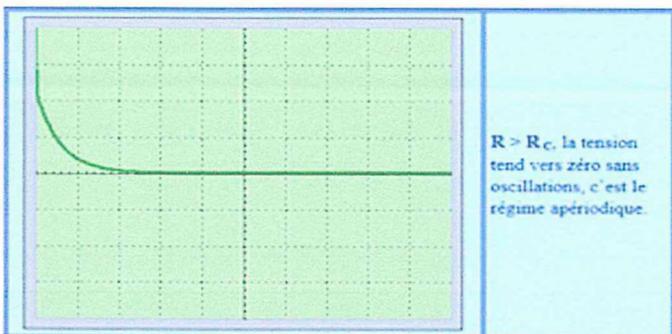
* la diminution de l'amplitude des oscillations est due à la diminution de l'énergie qui est perdue par effet joule dans le résistor.

Définition

On appelle oscillations amorties les oscillations dont l'amplitude n'est pas constante, elle diminue au cours du temps.

* Pour des grandes valeurs de R c'est pour $R \gg R_c$

le régime devient aperiodique, il n'y a plus d'oscillations



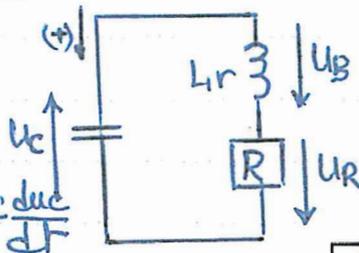
2.3) Equation différentielle

Loi des mailles

$$U_c + U_R + U_B = 0$$

avec

$$U_R = Ri = R \frac{dq}{dt} = RC \frac{duc}{dt}$$



* variable q(t)

$$\frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} + (R+r) i = 0$$

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$$

$$\text{donc } L \frac{d^2q}{dt^2} + (R+r) \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(R+r)}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{q}{LC} = 0$$

* variable uc(t)

$$uc + L \frac{di}{dt} + (R+r) i = 0$$

avec

$$i = C \frac{duc}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = C \frac{d^2uc}{dt^2}$$

$$L C \frac{d^2uc}{dt^2} + (R+r) C \frac{duc}{dt} + uc = 0$$

$$\frac{d^2uc}{dt^2} + \frac{(R+r)}{L} \frac{duc}{dt} + \frac{uc}{LC} = 0$$

* variable i(t)

$$\frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} + (R+r) i = 0$$

en dérivant par rapport au temps

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + (R+r) \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} = 0$$

$$\frac{d^2i}{dt^2} + \frac{(R+r)}{L} \frac{di}{dt} + \frac{1}{LC} i = 0$$

* variable UR(t)

$$\frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} + (R+r) i = 0$$

on dérive par rapport au temps

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + (R+r) \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} = 0$$

$$\text{or } i = \frac{U_R}{R} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{1}{R} \frac{dU_R}{dt}$$

$$\frac{d^2i}{dt^2} = \frac{1}{R} \frac{d^2U_R}{dt^2}$$



$$\Rightarrow \frac{L}{R} \frac{d^2 U_R}{dt^2} + \left(\frac{R+r}{R}\right) \frac{dU_R}{dt} + \frac{1}{RC} U_R = 0$$

$$\frac{d^2 U_R}{dt^2} + \left(\frac{R+r}{L}\right) \frac{dU_R}{dt} + \frac{1}{LC} U_R = 0$$

3e) Energie Totale de L'oscillateur

• Energie emmagasinée par la bobine

$$E_L = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} \frac{L}{R^2} U_R^2$$

• Energie emmagasinée par le condensateur

$$E_C = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} C U_C^2$$

• Energie électromagnétique

$$* E = E_C + E_L$$

$$E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$$

$$* E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L \left(\frac{dq}{dt}\right)^2$$

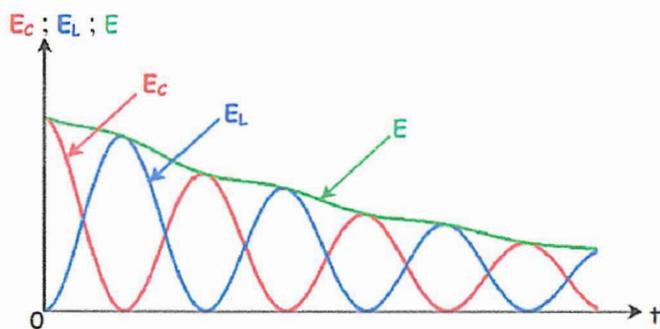
avec

$\frac{dq}{dt}$: représente le coefficient directeur de la tg à la courbe $q = f(t)$ à l'instant t choisi

$$* E = \frac{1}{2} C U_C^2 + \frac{1}{2} L C^2 \left(\frac{dU_C}{dt}\right)^2$$

avec

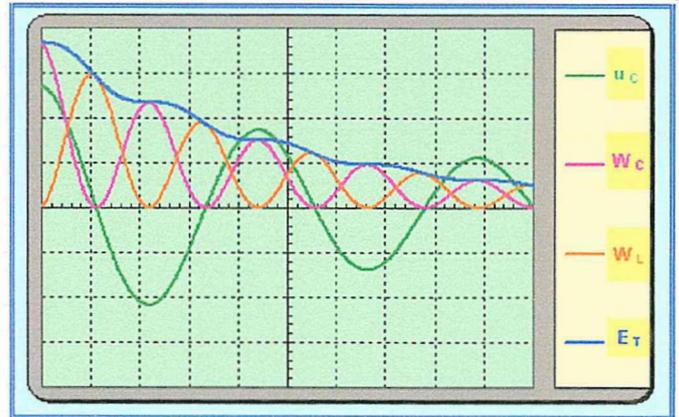
$\frac{dU_C}{dt}$: représente le coefficient directeur de la tg à la courbe $U_C = f(t)$ à l'instant t choisi



• L'énergie totale décroît en fonction du temps, elle se dissipe par effet joule dans le résistor. En régime pseudopériodique, la décharge

est oscillante, il y a transfert d'énergie du condensateur vers la bobine et réciproquement de façon alternative.

En régime aériodique, il y a seulement transfert du condensateur vers la bobine lors de la décharge.



4e) de non conservation de l'énergie totale du circuit RLC

$$* \frac{d}{dt}(q^2) = 2q \frac{dq}{dt}$$

$$* \frac{d}{dt}(i^2) = 2i \frac{di}{dt}$$

$$E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2C} 2q \frac{dq}{dt} + \frac{1}{2} L 2i \frac{di}{dt}$$

$$= i \left(\frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} \right)$$

d'après l'éq diff :

$$L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = - (R+r) i$$

$$\text{donc } \frac{dE}{dt} = - (R+r) i^2 \neq 0$$

• L'énergie de l'oscillateur n'est pas constante

• $\frac{dE}{dt} < 0$: L'énergie de l'oscillateur



diminue au cours du temps.
 (Le système est non conservatif)

Remarques

* $E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$
 • si $|i|$ est max alors $|U_R|$ est max
 $\Rightarrow q=0$ et $U_C=0$
 $E = \frac{1}{2} L i^2 = E_L$

L'énergie de l'oscillateur est purement magnétique

• si $|q|$ est max alors $|U_C|$ est max
 $\Rightarrow i=0$ et $U_R=0$
 $\Rightarrow E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = E_C$

L'énergie de l'oscillateur est purement électrique

* $\left| \frac{dE}{dt} \right| = (R+r) i^2$ puissance

instantanée dissipée par effet joule dans la résistance totale du circuit

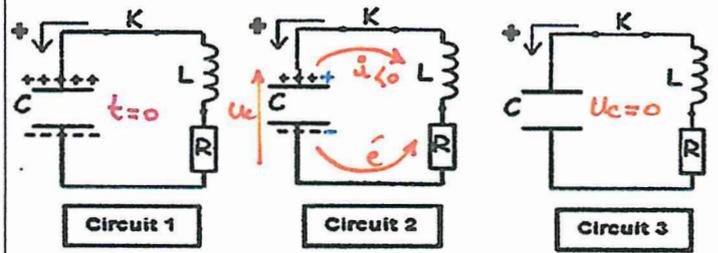
• $\frac{|dE|}{dt} = P_{\text{moy}}$ dissipée par

effet joule dans le circuit

Remarque

Pour expliquer les oscillations, associer les circuits suivants aux instants ou aux intervalles de temps correspondants

$t=0$; $t \in]0, T/4[$; $t=T/4$; $t \in]T/4, T/2[$; $t=T/2$



$t=0$

• $U_C = U_{C, \text{max}}$

• $i=0$

$t \in]0, T/4[$

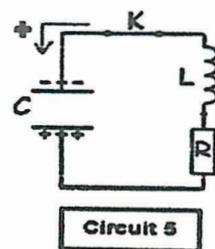
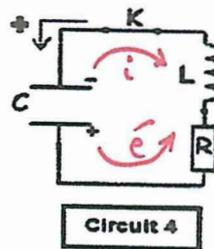
• $U_C > 0$ mais ↓

• $i = C \frac{dU_C}{dt} < 0$
 car $\frac{dU_C}{dt}$ diminue

$t = T/4$

• $U_C = 0$

• $i = -I_{\text{max}}$



$t \in]T/4, T/2[$

• $U_C < 0$ mais $|U_C| \uparrow$

• $i = C \frac{dU_C}{dt} < 0$

$t = T/2$

• $U_C = -U_{C, \text{max}}$

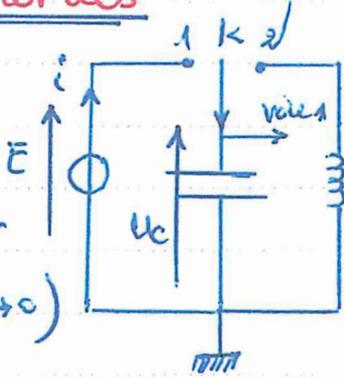
• $i=0$

Fin

Les oscillations libres

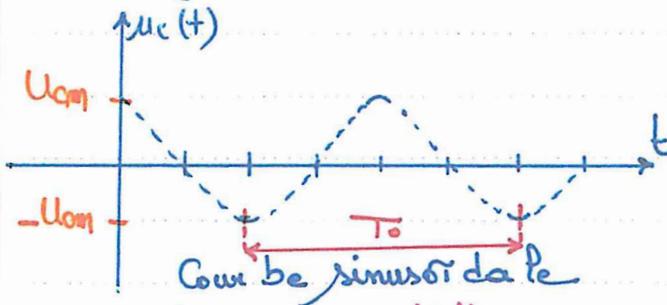
non amorties

* Ken 1: Le condensateur se charge instantanément (car $M = 5\tau = 5RC \rightarrow 0$)



* Ken 2:

$$at=0 \begin{cases} u_c = E \\ i = 0 \Rightarrow u_L = 0 \end{cases}$$



1) Equation différentielle

* loi des mailles

$$u_c + u_L = 0 \quad \text{or} \quad u_c = \frac{q}{C}$$

$$u_L = L \frac{di}{dt} = L \frac{d^2q}{dt^2}$$

$$\Rightarrow \frac{q}{C} + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0$$

$$\parallel \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0 \quad \text{(I)}$$

Eq. diff. d'un circuit LC en régime sinusoïdal

$$* u_c + L \frac{di}{dt} = 0 \quad \text{or} \quad i = C \frac{du_c}{dt}$$

$$\frac{di}{dt} = C \cdot \frac{d^2u_c}{dt^2}$$

$$L C \frac{d^2u_c}{dt^2} + u_c = 0$$

$$\parallel \frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{u_c}{LC} = 0$$

$$* \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} = 0 \quad \text{or} \quad i = \frac{dq}{dt}$$

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} = 0$$

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{1}{C} i = 0$$

$$\parallel \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{i}{LC} = 0$$

$$* \frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{u_c}{LC} = 0$$

or $u_c = -u_L$

$$\text{donc } \frac{d^2}{dt^2} (-u_L) - \frac{u_L}{LC} = 0$$

$$\parallel \frac{d^2u_L}{dt^2} + \frac{u_L}{LC} = 0$$

* pulsation propre: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ (rad/s)

* période propre: $T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$ (s)

* fréquence propre:

$$N_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}} \quad \text{(Hz)}$$

$$\omega_0 = 2\pi N_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

* L'équation diff. (I) a pour solution:

$$q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

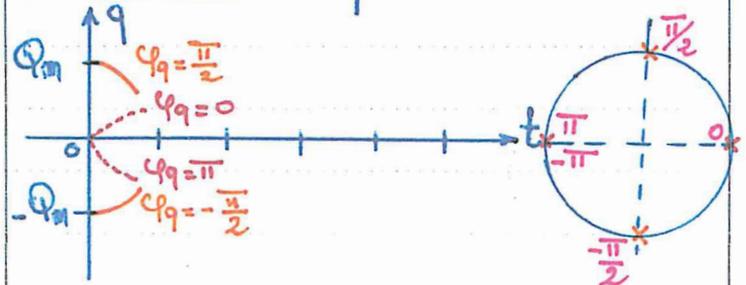
avec Q_m : amplitude des oscillations

φ_0 : phase initiale

$$\bullet -Q_m \leq q(t) \leq Q_m$$

$$\bullet -\pi \leq \varphi \leq \pi$$

Détermination de φ_0



* Expression de $i(t)$.

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$= \omega_0 \cdot Q_m \cos(\omega_0 t + \varphi_q)$$

$$= \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_q + \frac{\pi}{2})$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega_0 t + \varphi_i)$$

$$\begin{cases} I_m = \omega_0 Q_m \\ \varphi_i = \varphi_q + \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$i(t)$ est en quadrature avancée de phase par rapport à $q(t)$.

* Expression de $u_c(t)$

$$u_c(t) = \frac{q(t)}{C}$$

$$= \frac{Q_m}{C} \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$$

$$u_c(t) = U_{cm} \sin(\omega_0 t + \varphi_{uc})$$

$$\begin{cases} U_{cm} = \frac{Q_m}{C} \\ \varphi_{uc} = \varphi_q \end{cases}$$

$u_c(t)$ et $q(t)$ sont en phase.

* Expression de $u_b(t)$

$$u_b(t) = L \frac{di}{dt} = -u_c(t)$$

$$= -U_{cm} \sin(\omega_0 t + \varphi_{uc})$$

$$= U_{cm} \sin(\omega_0 t + \varphi_{uc} + \pi)$$

$$u_b(t) = U_{bm} \sin(\omega_0 t + \varphi_{ub})$$

$$\begin{cases} U_{cm} = U_{bm} \\ \varphi_{ub} = \varphi_{uc} + \pi \end{cases}$$

$u_c(t)$ et $u_b(t)$ sont en opposition de phase

* Energie électromagnétique (totale)

$$E = E_C + E_L$$

$$= \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$$

* energie électrostatique:

$$E_C = \frac{1}{2C} Q_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi_q)$$

$$E_C = \frac{Q_m^2}{2C} \left(\frac{1 - \cos(2\omega_0 t + 2\varphi_q)}{2} \right)$$

$\Rightarrow E_C$ est une fonction périodique non sinusoïdale de période T ?

$$\omega_{E_C} = 2\omega_0$$

$$\frac{2\pi}{T} = 2 \cdot \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T = \frac{T_0}{2}$$

* energie magnétique:

$$E_L = \frac{1}{2} L i^2$$

$$= \frac{1}{2} L \omega_0^2 Q_m^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi_q)$$

$$= \frac{1}{2} L \omega_0^2 Q_m^2 \left(\frac{1 + \cos(2\omega_0 t + 2\varphi_q)}{2} \right)$$

$$= \frac{1}{4} L \omega_0^2 Q_m^2 (1 + \cos(2\omega_0 t + 2\varphi_q))$$

$\Rightarrow E_L$ est une fonction périodique non sinusoïdale de période $T = \frac{T_0}{2}$

* energie électromagnétique:

$$E = \frac{1}{2C} Q_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi_q) + \frac{1}{2} L \omega_0^2 Q_m^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi_q)$$

or $L \omega_0^2 = \frac{1}{C}$

$$\text{donc } E = \frac{1}{2C} Q_m^2 (\sin^2(\omega_0 t + \varphi_q) + \cos^2(\omega_0 t + \varphi_q))$$

$$\parallel E = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} = \frac{1}{2} C U_{cm}^2 = \frac{1}{2} L I_m^2$$

= constante

2^e méthode pour montrer que $E = cte$

$$E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2C} 2q \frac{dq}{dt} + \frac{1}{2} L 2i \frac{di}{dt}$$

$$= i \left(\frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} \right) = 0$$

0 & q diff

donc $E = cte$

$$E = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} = \frac{1}{2} C U_{cm}^2 = \frac{1}{2} L I_m^2$$

* Relation indépendante du temps entre $i(t)$ et $q(t)$.

1^{er} méthode

$$q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \phi_q)$$

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \omega_0 Q_m \cos(\omega_0 t + \phi_q)$$

$$\Rightarrow \sin(\omega_0 t + \phi_q) = \frac{q(t)}{Q_m}$$

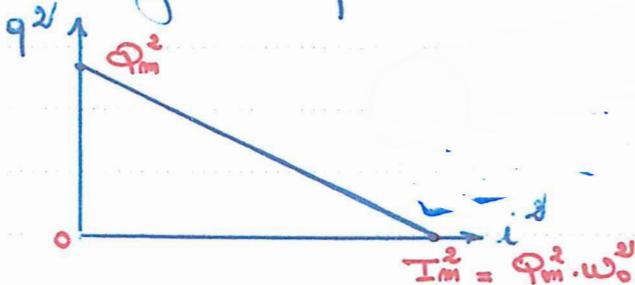
$$\cos(\omega_0 t + \phi_q) = \frac{i}{\omega_0 \cdot Q_m}$$

$$\underbrace{\sin^2(\omega_0 t + \phi_q) + \cos^2(\omega_0 t + \phi_q)}_1 = \frac{q^2}{Q_m^2} + \frac{i^2}{\omega_0^2 \cdot Q_m^2}$$

$$\frac{q^2}{Q_m^2} + \frac{i^2}{\omega_0^2 \cdot Q_m^2} = 1$$

$$q^2 = -\frac{1}{\omega_0^2} i^2 + Q_m^2$$

de la forme $q^2 = a \cdot i^2 + b$



2^e méthode

$$E = E_c + E_L = cte$$

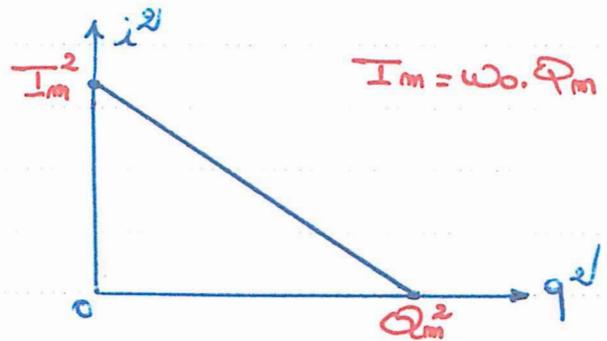
$$\frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$$

$$i^2 = \frac{Q_m^2}{LC} - \frac{q^2}{LC}$$

$$\text{or } \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \text{ donc}$$

$$i^2 = -\omega_0^2 q^2 + \omega_0^2 Q_m^2$$

de la forme $i^2 = a q^2 + b$

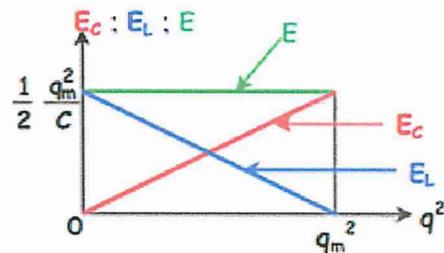


* Courbe $E = f(q^2)$; $E_c = f(q^2)$; $E_L = f(q^2)$

$E_c = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$; $E_c = f(q^2)$ est une droite linéaire de coef directeur $\frac{1}{2C}$

q	0	$\pm Q_m$
E_c	0	$\frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C}$

$E_L = E - E_c = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ droite affine de coef directeur $-\frac{1}{2C}$

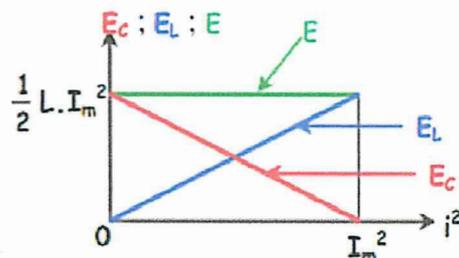


* Courbe $E = f(i^2)$; $E_c = f(i^2)$; $E_L = f(i^2)$

$$E_L = \frac{1}{2} L i^2$$

$$E_c = E - E_L = \frac{1}{2} L I_m^2 - \frac{1}{2} L i^2$$

$$E = cte = \frac{1}{2} L I_m^2$$



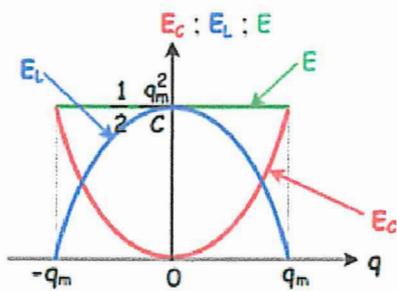
* Courbe $E_c = f(q)$; $E_L = f(q)$; $E = f(q)$

$E_c = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$; $E_c = f(q)$ parabole de concavité dirigée vers le haut de sommet $s(0,0)$

$E_L = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$; $E_L = f(q)$ parabole



de concavité dirigée vers le bas et de sommet $(0, E)$

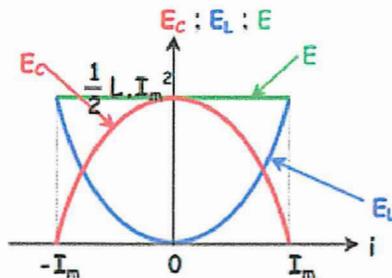


* Courbe $E_c = f(i)$; $E_L = f(i)$; $E = f(i)$

$$E_c = E - \frac{d}{2} L i^2$$

$$E_L = \frac{d}{2} L i^2$$

$$E = \frac{d}{2} L I_m^2 = \text{cte}$$

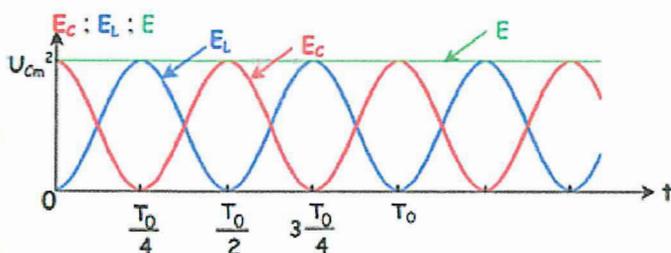


* Courbe $E_c = f(t)$; $E_L = f(t)$ et $E = f(t)$

$$E_c = \frac{d}{2c} Q_m^2 \sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi_q\right); \varphi_q = \frac{\pi}{2}$$

$$E_L = \frac{d}{2} L \omega_0^2 Q_m^2 \cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi_q\right)$$

$$E = \frac{d}{2} \frac{Q_m^2}{c} = \frac{d}{2} L I_m^2 = \text{cte}$$



Remarque

1^{er}/ Si $E = \text{cte}$ a pas on peut déterminer l'équation différentielle par méthode énergétique:

$$E = E_c + E_L = \frac{d}{2} c u_c^2 + \frac{d}{2} L c^2 \left(\frac{du_c}{dt}\right)^2$$

$$\frac{dE}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{d}{2} c u_c \frac{du_c}{dt} + \frac{d}{2} L c^2 \cdot 2 \frac{du_c}{dt} \frac{d^2 u_c}{dt^2} = 0$$

$$c \frac{du_c}{dt} \left(u_c + L c \frac{d^2 u_c}{dt^2} \right) = 0$$

$$\text{donc } L c \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = 0$$

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{u_c}{LC} = 0$$

2^{es}/ * $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow \varphi_i = \varphi_q + \frac{\pi}{2}$
 i est en quadrature avancée de phase par rapport à $q(t)$

* $u_c = \frac{q}{c} \Rightarrow \varphi_{u_c} = \varphi_q$
 u_c est en quadrature retard de phase par rapport à $i(t)$

* $u_L = \frac{q}{c} \Rightarrow \varphi_{u_L} = \varphi_q$
 u_L et u_c sont en phase

* $u_L = -u_c \Rightarrow \varphi_{u_L} = \varphi_{u_c} + \pi$
 u_L et u_c sont en opposition de phase.

\Rightarrow dérivée en avance $+\frac{\pi}{2}$
 \Rightarrow primitive en retard $-\frac{\pi}{2}$

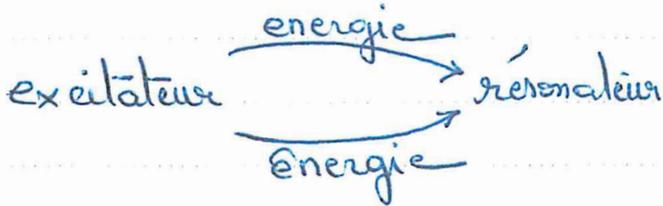
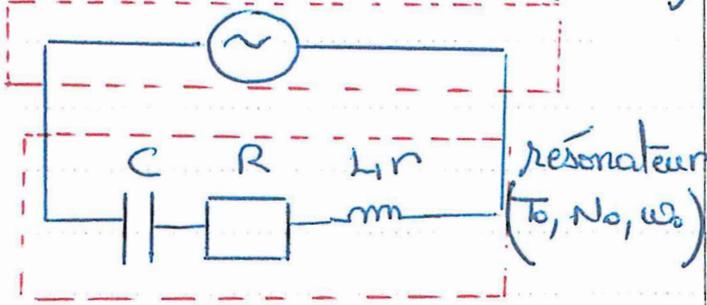
Fin



Les oscillations électriques forcées

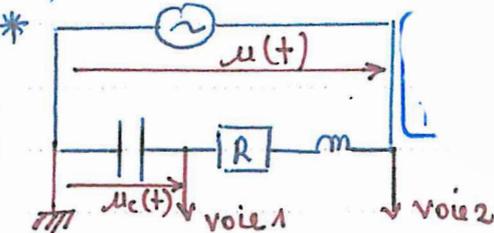
*

GBF: excitateur (T, N, ω)



* oscillations forcées ?

Le résonateur ($u_R(t)$) oscille avec la fréquence imposée par le GBF ($u(t)$) ($N \neq N_0$) donc les oscillations sont forcées.



$\forall N, u(t)$ est toujours en avance de phase par rapport à $u_C(t)$.

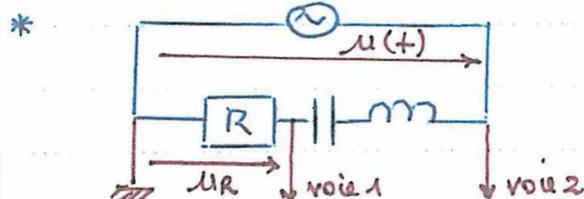
Démonstration

$$-\frac{\pi}{2} < \phi_u - \phi_i < \frac{\pi}{2} \text{ or } \phi_i = \phi_u + \frac{\pi}{2}$$

$$-\frac{\pi}{2} < \phi_u - \phi_C < \frac{\pi}{2} \text{ or } \phi_C = \phi_u - \frac{\pi}{2}$$

$$0 < \phi_u - \phi_C < \pi \text{ donc } \phi_u - \phi_C > 0$$

$$\Rightarrow \phi_u > \phi_C$$



3 cas se présente :

- si $N < N_0$: $u_R(t)$ est en avance de phase par rapport à $u(t)$.
- or $u_R(t)$ et $i(t)$ sont en phase donc $i(t)$ est en avance de phase par rapport à $u(t)$.
- si $N = N_0$: $i(t)$ et $u(t)$ sont en phase.
- si $N > N_0$: $u(t)$ est en avance de phase par rapport à $i(t)$.

$$\Rightarrow \forall N, U_m > U_{Rm}$$

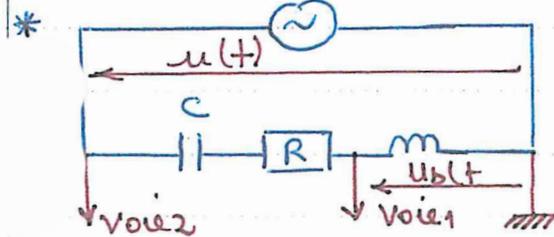
Démonstration

$$\text{on a } Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} > R$$

$$Z \cdot I_{max} > R \cdot I_{max}$$

$$U_{max} > U_{Rmax}$$

La courbe dont l'amplitude est la plus élevée $u(t)$.



$\forall N, u_C(t)$ et $u_L(t)$ sont toujours en avance de phase par rapport à $u(t)$.

Démonstration

$$-\frac{\pi}{2} < \phi_u - \phi_i < \frac{\pi}{2} \text{ or } \phi_{u_L} = \phi_i + \frac{\pi}{2}$$

$$-\frac{\pi}{2} < \phi_u - (\phi_{u_L} - \frac{\pi}{2}) < \frac{\pi}{2}$$

$$-\frac{\pi}{2} < \phi_u - \phi_{u_L} + \frac{\pi}{2} < \frac{\pi}{2}$$

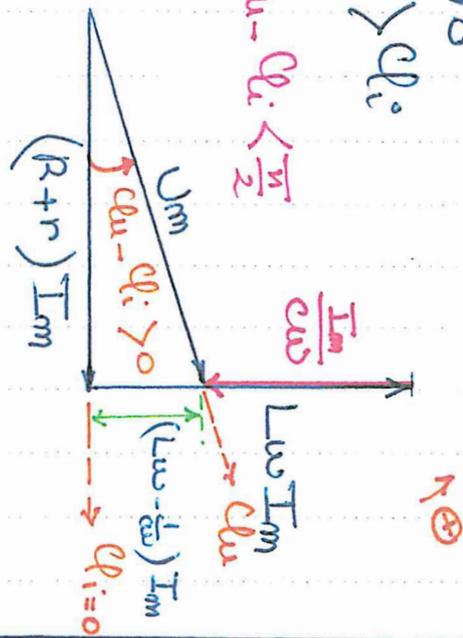
$$-\pi < \phi_u - \phi_{u_L} < 0$$

$$\text{donc } \phi_{u_L} > \phi_u$$

1^{er} Cas : si $L\omega > \frac{1}{C\omega} \Rightarrow \omega > \omega_0$

- $N > N_0$
- $\phi_u > \phi_i$

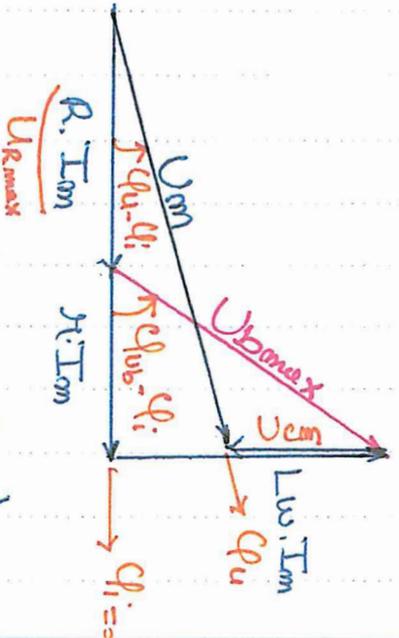
$\phi_u - \phi_i < \frac{\pi}{2}$



de circuit est inductif

Construction de Fresnel relative aux tensions maximales

- U_{Rmax}
- U_{Cmax}
- U_{Lmax}
- U_{Imax}

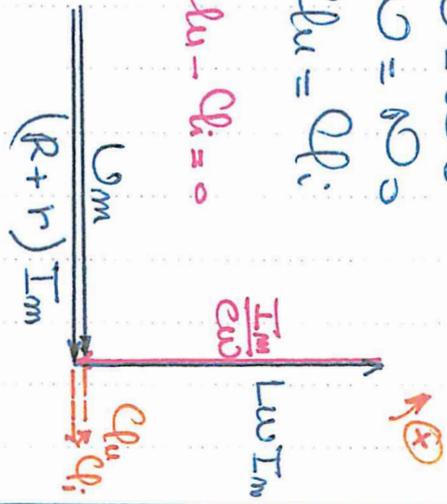


$U_b(t) = U_{b\max} \sin(\omega t + \phi_b)$

2^e Cas : $L\omega = \frac{1}{C\omega}$

- $\omega = \omega_0$
- $N = N_0$
- $\phi_u = \phi_i$

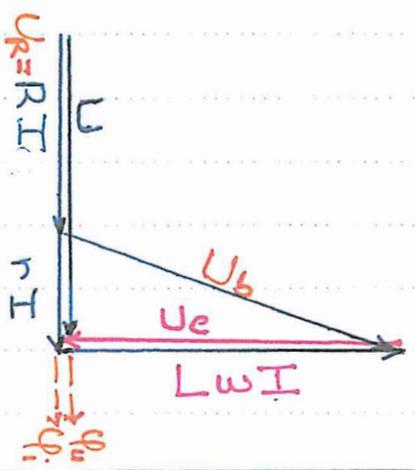
$\phi_u - \phi_i = 0$



de circuit est résistif

relatif aux tensions efficaces

- U_R
- U_C
- U_b
- U

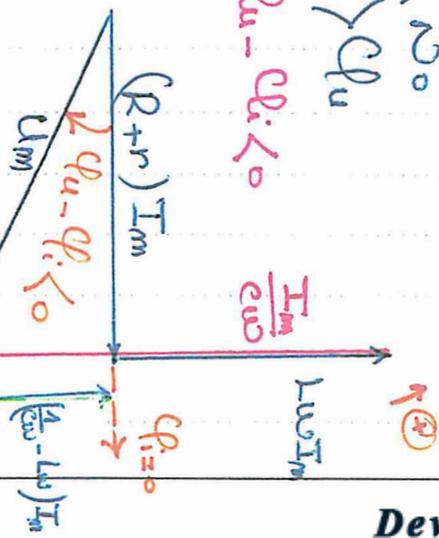


$-\frac{\pi}{2} < \phi_u - \phi_i < \frac{\pi}{2}$

3^e Cas : $\frac{1}{C\omega} > L\omega$

- $\omega < \omega_0$
- $N < N_0$
- $\phi_i > \phi_u$

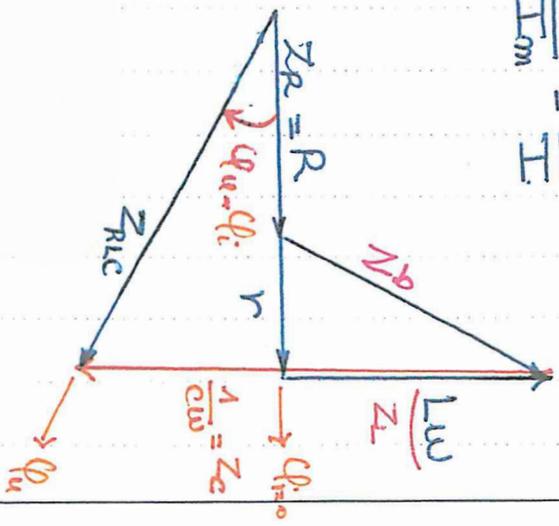
$-\frac{\pi}{2} < \phi_u - \phi_i < 0$



circuit capacitif

relatif aux impédances

$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U}{I}$



Exemple 1

on donne :

$$u(t) = 3 \sin(100\pi t)$$

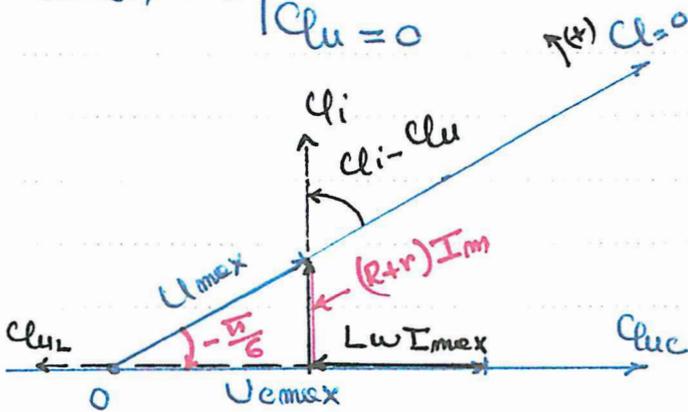
$$u_c(t) = 6 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{6})$$

faire la construction de Fresnel relative aux tensions maximales

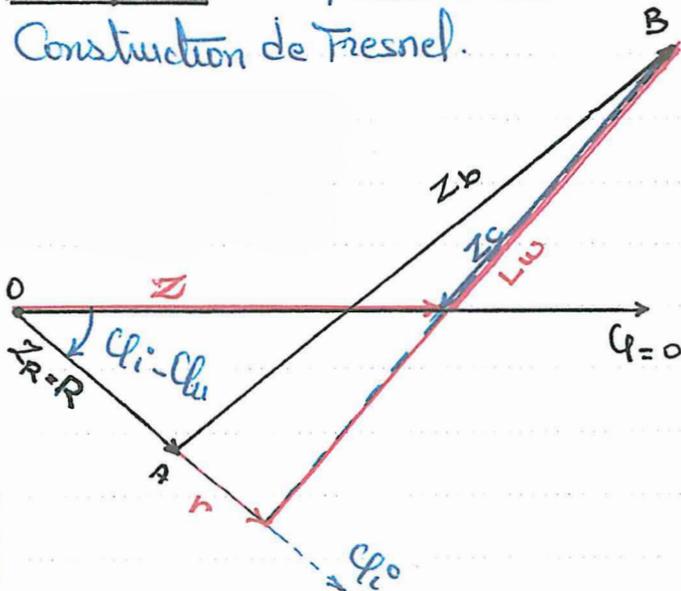
Echelle 1V \rightarrow 1cm

$$u_c(t) \rightarrow \begin{cases} U_{cm} = \frac{I_m}{\omega C} = 6V \rightarrow 6cm \\ \phi_{uc} = \phi_i - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{6} \text{ rad} \end{cases}$$

$$u(t) \rightarrow \begin{cases} U_m = 3V \rightarrow 3cm \\ \phi_u = 0 \end{cases}$$



Exemple 2. Compléter la construction de Fresnel.



Remarque

$N < N_0$	$N = N_0$	$N > N_0$
$\phi_u < \phi_i$	$\phi_u = \phi_i$	$\phi_u > \phi_i$
$L\omega < \frac{1}{\omega C}$	$L\omega = \frac{1}{\omega C}$	$L\omega > \frac{1}{\omega C}$
C	R	I

Détermination de I_{max} :

D'après Pythagore $\cos^2 \theta = \frac{adj^2}{hyp^2}$

$$U_m^2 = (R+r)^2 I_m^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2 I_m^2$$

$$= I_m^2 \left((R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2 \right)$$

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2}} = \frac{U_m}{Z}$$

avec

$$Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2}$$

Détermination de ϕ_i

$$\tan(\phi_u - \phi_i) = \frac{L\omega - \frac{1}{\omega C}}{R+r} = \frac{Z_L - Z_C}{R+r}$$

$$\tan(\phi_i - \phi_u) = \frac{\frac{1}{\omega C} - L\omega}{R+r} = \frac{Z_C - Z_L}{R+r}$$

$$\cos(\phi_u - \phi_i) = \cos(\phi_i - \phi_u)$$

$$= \frac{(R+r) I_m}{U_m}$$

facteur de puissance

$$= \frac{(R+r) I}{U}$$

$$= \frac{(R+r)}{Z}$$

Remarque

$$U_m = Z \cdot I_m = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2} I_m$$

$$\Rightarrow U_{cm} = Z_C \cdot I_m \text{ avec } Z_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$\Rightarrow U_{bm} = Z_B \cdot I_m \text{ avec } Z_B = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$$

$$\Rightarrow U_{Lm} = Z_L \cdot I_m \text{ avec } Z_L = L\omega$$

$$\Rightarrow U_{bcm} = Z_{bc} \cdot I_m \text{ avec } Z_{bc} = \sqrt{r^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2}$$

$$\Rightarrow U_{RCm} = Z_{RC} \cdot I_m \text{ avec } Z_{RC} = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2}$$



Résonance d'intensité

Def: à la résonance d'intensité
 I_m passe par son max

I_{om}

Conséquence

$$I_m = \frac{U_m \text{ cte } \forall \omega}{\sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$$

$\Rightarrow Z$ est minimale

$\Rightarrow Z_{min} = R+r$: le circuit est
résistif

$$\Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$$

$$L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow LC\omega^2 = 1$$

$$\Rightarrow U_m = (R+r)I_{om}$$

$$\Rightarrow \omega = \omega_0$$

$$\Rightarrow N = N_0$$

$$\Rightarrow \phi_u = \phi_i$$

$u(t)$ et $i(t)$ sont en phase

$$\Rightarrow \phi_u = \phi_i \quad \text{or} \quad \phi_i = \phi_{uc} + \frac{\pi}{2}$$

$$\phi_u = \phi_{uc} + \frac{\pi}{2}$$

$u(t)$ est en quadrature avancée de phase
par rapport à $u_c(t)$.

$$\Rightarrow \phi_u = \phi_i \quad ; \quad u_x = L \frac{di}{dt}$$

$$\phi_{u_x} = \phi_i + \frac{\pi}{2}$$

$$\phi_u = \phi_{u_x} - \frac{\pi}{2}$$

$u(t)$ est en quadrature retard
de phase par rapport à
 $u_x(t)$.

$$* u(t) = U_m \sin(\omega t + \phi_u)$$

$$= (R+r) I_{om} \sin(\omega t + \phi_i)$$

$$u(t) = (R+r) i(t)$$

* L'équation diff:

$$L \frac{di}{dt} + (R+r)i + \frac{q}{C} = u(t)$$

$$L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \quad \text{or} \quad i = \frac{dq}{dt}$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0$$

à la résonance d'intensité le circuit
se comporte comme un circuit LC

* N_q L'énergie est constante
et calculer sa valeur.

$$E = E_C + E_L$$

$$= \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2C} 2q \frac{dq}{dt} + \frac{1}{2} L 2i \frac{di}{dt}$$

$$= i \left(\frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} \right)$$

$$= i (u(t) - (R+r)i)$$

$$\text{or } u(t) = U_m \sin(\omega t + \phi_u)$$

$$= (R+r) I_{om} \sin(\omega t + \phi_i)$$

$$u(t) = (R+r) i(t)$$

$$\text{donc } \frac{dE}{dt} = 0 \quad \text{donc } E = \text{constante}$$

$$(AN) \quad E = \frac{1}{2} \frac{Q_m^2}{C} = \frac{1}{2} C U_{cm}^2$$

$$E = \frac{1}{2} L I_{om}^2$$



le facteur de Qualité ou le coefficient de surtension
(à la résonance d'intensité)

$$Q = \frac{U_{C_{max}}}{U_{max}} = \frac{U_{L_{max}}}{U_{max}} = \frac{1}{(R+r)\omega_0 C}$$

$$= \frac{L\omega_0}{R+r} = \frac{1}{R+r} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

si $Q < 1$: pas de surtension

si $Q > 1 \Rightarrow U_{em} > U_{max}$:
il y a phénomène de surtension
aux bornes du condensateur.

La puissance moyenne

$$P_{moy} = U \cdot I \cdot \cos(\varphi_u - \varphi_i)$$

$$P_{moy} = (R+r) I^2$$

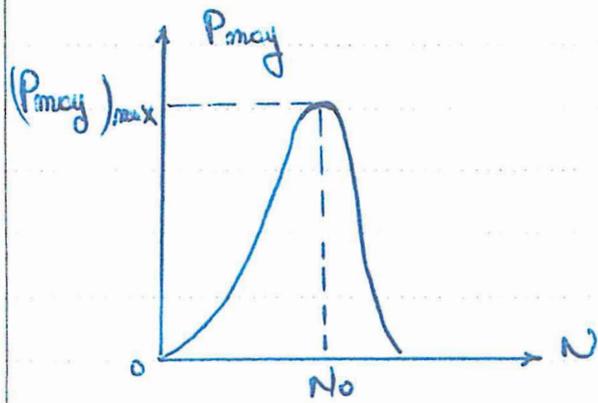
or $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ et $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

$$sig P_{moy} = \frac{1}{2} U_m \cdot I_m \cos(\varphi_u - \varphi_i)$$

$$P_{moy} = \frac{1}{2} (R+r) I_m^2$$

Remarque

$P_{moy} = \frac{1}{2} (R+r) I_m^2$
à la résonance d'intensité I_m
passe par son maximum or
 P_{moy} et I_m^2 sont proportionnelle
donc P_{moy} passe aussi par son
maximum : c'est la résonance
de puissance



Notions que lorsque R augmente
alors $(P_{moy})_{max}$ diminue?

$$(P_{moy})_{max} = \frac{1}{2} (R+r) I_{om}^2$$

or

$$U_m = (R+r) I_{om} = r I_{om} = \frac{U_m}{R+r}$$

$$(P_{moy})_{max} = \frac{1}{2} (R+r) \cdot \frac{U_m^2}{(R+r)^2}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{U_m^2}{(R+r)} \leftarrow \text{cte}$$

donc lorsque R augmente
alors $P_{moy_{max}}$ diminue

Énergie dissipée

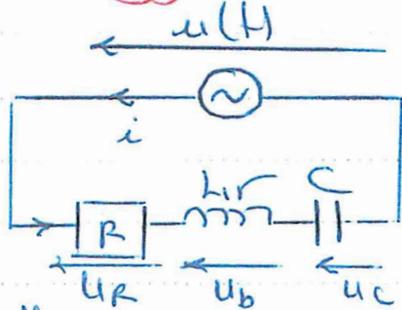
$$E_d = P_{moy} \cdot t$$

(j) (W/alt) (s)

Fin

Résonance de charge

1) Equation différentielle



loi des mailles

$$u_b + u_R + u_c - u = 0$$

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C} = u(t)$$

$$\text{or } i = \frac{dq}{dt}$$

$$L \frac{d^2q}{dt^2} + (R+r) \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = U_m \sin(\omega t + \phi_u)$$

L'eq diff a pour solution

$$q(t) = Q_m \sin(\omega t + \phi_q)$$

vecteurs de Fresnel.

$$\frac{q}{C} = \frac{1}{C} Q_m \sin(\omega t + \phi_q)$$

$$\rightarrow \vec{v}_1 \begin{cases} \frac{Q_m}{C} \\ \phi_q \end{cases}$$

$$(R+r) \frac{dq}{dt} = (R+r) \omega Q_m \sin(\omega t + \phi_q + \frac{\pi}{2})$$

$$\rightarrow \vec{v}_2 \begin{cases} (R+r) \omega Q_m \\ \phi_q + \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$L \frac{d^2q}{dt^2} = L \omega^2 Q_m \sin(\omega t + \phi_q + \pi)$$

$$\rightarrow \vec{v}_3 \begin{cases} L \omega^2 Q_m \\ \phi_q + \pi \end{cases}$$

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \phi_u)$$

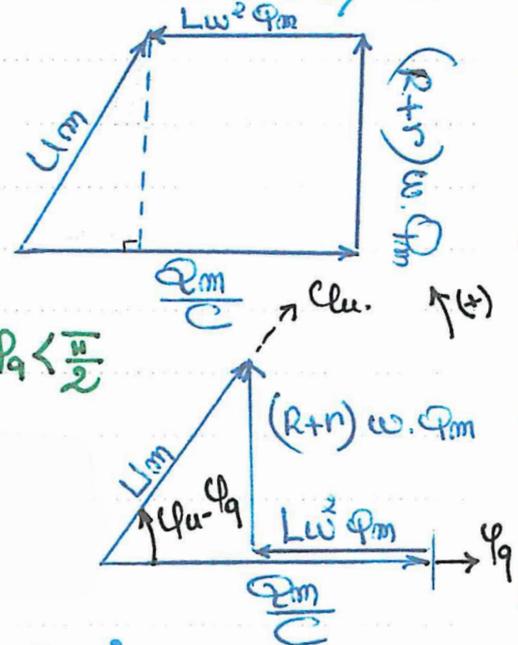
$$\rightarrow \vec{v} \begin{cases} U_m \\ \phi_u \end{cases} \quad / \quad \vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3$$

$\Rightarrow \vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$; $\vec{v}_2 \perp \vec{v}_3$
et \vec{v}_1 et \vec{v}_3 sont // de sens contraire

Construction de Fresnel

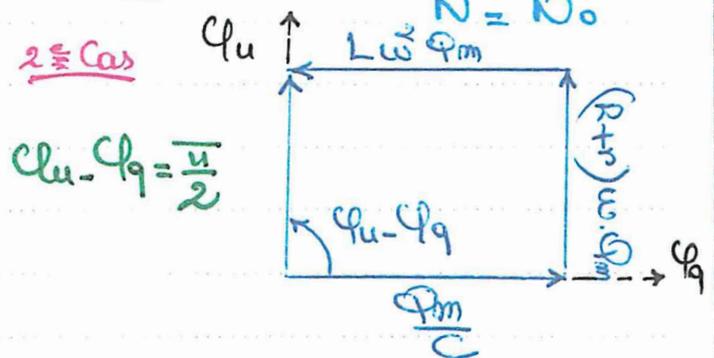
• Si $\frac{1}{C} > L\omega^2$ ou $\omega_0 > \omega$
ou $N_0 > N$

1^{er} cas



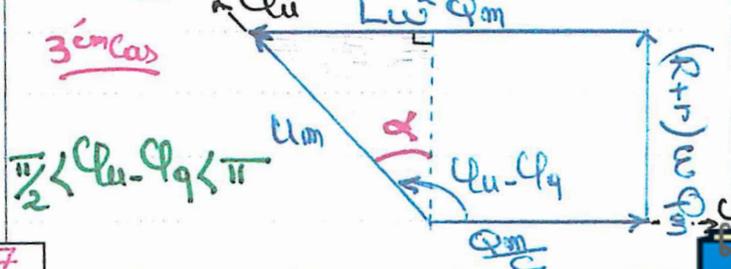
• Si $\frac{1}{C} = L\omega^2$ ou $\omega = \omega_0$
ou $N = N_0$

2^{es} cas



• Si $\frac{1}{C} < L\omega^2$ ou $\omega_0 < \omega$ ou $N_0 < N$

3^{es} cas



$$\Rightarrow 0 < \varphi_u - \varphi_q < \pi$$

$\Rightarrow u(t)$ est toujours en avance de phase par rapport à $q(t)$

$\Rightarrow u(t)$ est toujours en avance de phase par rapport à $i(t)$

Expression de Q_m

$$U_m^2 = (R+r)^2 \dot{Q}_m^2 + \left(\frac{1}{C} - L\dot{\omega}^2\right) \dot{Q}_m^2$$

$$= Q_m^2 \left((R+r)^2 \dot{\omega}^2 + \left(\frac{1}{C} - L\dot{\omega}^2\right)^2 \right)$$

$$Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R+r)^2 \dot{\omega}^2 + \left(\frac{1}{C} - L\dot{\omega}^2\right)^2}}$$

$$Q_m = \frac{I_m}{\omega}$$

Expression du déphasage:

1^{er} cas

$$\operatorname{tg}(\varphi_u - \varphi_q) = \frac{(R+r)\omega}{\frac{1}{C} - L\omega^2} > 0$$

3^e cas

$$\operatorname{tg}(\varphi_u - \varphi_q) = \frac{(R+r)\omega}{L\omega^2 - \frac{1}{C}} > 0$$

Résonance de charge:

à la résonance de charge

Q_{max} passe par son maximum

cad

$$g(\omega) = (R+r)^2 \dot{\omega}^2 + \left(\frac{1}{C} - L\dot{\omega}^2\right)^2$$

est minimale

$$\frac{dg(\omega)}{d\omega} = 0 \text{ pour } \omega = \omega_r$$

$$(R+r)^2 \cdot 2\omega_r + 2\left(\frac{1}{C} - L\dot{\omega}_r^2\right) \cdot (-2L\dot{\omega}_r) = 0$$

$$\frac{2\omega_r}{\neq 0} \left((R+r)^2 - 2L\left(\frac{1}{C} - L\dot{\omega}_r^2\right) \right) = 0$$

$$(R+r)^2 - \frac{2L}{C} + 2L^2\dot{\omega}_r^2 = 0$$

$$2L^2\dot{\omega}_r^2 = \frac{2L}{C} - (R+r)^2$$

$$\dot{\omega}_r^2 = \frac{2L}{C \cdot 2L^2} - \frac{(R+r)^2}{2L^2}$$

$$\dot{\omega}_r^2 = \frac{1}{LC} - \frac{(R+r)^2}{2L^2}$$

$$\dot{\omega}_r^2 = \dot{\omega}_0^2 - \frac{(R+r)^2}{2L^2}$$

$$\dot{\omega}_r = \sqrt{\dot{\omega}_0^2 - \frac{(R+r)^2}{2L^2}}$$

$\dot{\omega}_0$ est supérieur à $\dot{\omega}_r$

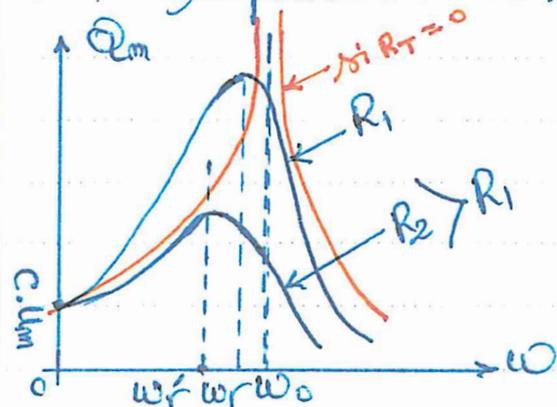


Fig 1) si $R_T = R+r = 0$

$$Q_m = \frac{U_m}{\left| \frac{1}{C} - L\dot{\omega}^2 \right|}$$

pour $\dot{\omega}_r = \dot{\omega}_0$ alors

$$\frac{1}{C} - L\dot{\omega}^2 = 0 \text{ dans ce cas}$$

$$Q_m \rightarrow +\infty$$

2) pour qu'il y ait résonance de charge il faut que

$\dot{\omega}_r$ existe cad

$$\dot{\omega}_0^2 - \frac{(R+r)^2}{2L^2} > 0$$



$$\omega_0^2 > \frac{(R+r)^2}{2L^2}$$

$$(R+r)^2 < 2\omega_0^2 L^2$$

$$(R+r)^2 < 2 \cdot \frac{1}{LC} \cdot L^2$$

$$(R+r)^2 < 2 \frac{L}{C}$$

$$R+r < \sqrt{2 \frac{L}{C}}$$

• pour qu'il n'y pas resonance de charge:

il faut que $R+r \gg \sqrt{2 \frac{L}{C}}$

Fin



Section : **Sciences Expérimentales** Coefficient : 4 Durées : 3 heures

EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

M. Abdmoulen Nabil

Le devoir comporte deux exercices de chimie et deux exercices de physique répartis sur cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à remplir par l'élève et à remettre avec la copie.

Chimie : - Document scientifiques
- Equilibre chimique.

Physique : - Circuit RLC
- Circuit RL

CHIMIE (9.0 points)

Exercice N°1 (3,00 points) **La lampe à iode**

Considérons d'abord la lampe à incandescence représentée sur la figure-1-. Elle est constituée d'une ampoule de verre dans laquelle on a remplacé l'air par un gaz inerte. Un filament de tungstène est parcouru par un courant électrique et est porté à très haute température. Ce qui génère la lumière. Il est indispensable que l'air soit remplacé par un gaz inerte sinon le tungstène brûlerait par oxydation avec l'oxygène.

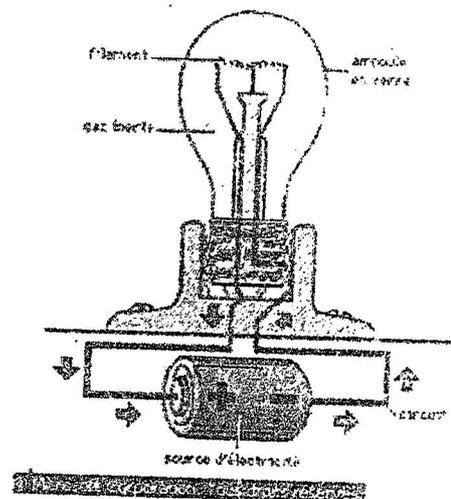


Figure-1-

Malgré cette précaution, la lampe a une durée de vie limitée (+/- 1000 h), car le tungstène se sublime (Sublimation = passage de la phase solide à la phase gazeuse). Cette sublimation entraîne un amincissement du filament qui finit par se briser. Le tungstène gazeux va se déposer sur la paroi de l'ampoule qui devient noire, car cette paroi est plus froide. On a donc un équilibre : $W_{(g)} \rightleftharpoons W_{(s)}$ (1)

Dans la lampe à iode, le gaz inerte est remplacé par l'iode qui va réagir avec le tungstène gazeux : $I_{2(g)} + W_{(g)} \rightleftharpoons WI_{2(g)}$ (2) Cette réaction est exothermique. Or au niveau du filament la température est très élevée. Par conséquent, l'équilibre va se déplacer vers la gauche : l'iodure de tungstène se décompose, donc augmentation de la concentration en tungstène gazeux près du filament, et finalement l'équilibre de l'équation (1) est déplacée vers la droite. Une partie du tungstène gazeux se redépose sur le filament. La présence d'iode protège donc le filament, tout en produisant plus de lumière.

Questions :

= |



- 1°/ En se basant sur le texte, définir une lampe à iode.
- 2°/
- a°/ Énoncer la loi d'action de masse.
- b°/ Donner l'expression de la constante d'équilibre K relative à la réaction (2).
- 3°/ En s'appuyant sur le texte, préciser le sens de la réaction qui se produit dans un système en équilibre formé par le tungstène, l'iode et l'iodure de tungstène suite à une augmentation de sa température.
- 4°/ On lit dans le texte la phrase suivante : « La présence d'iode protège donc le filament, tout en produisant plus de lumière » Expliquer comment l'iode protège le filament.

Exercice N°2 (6,00 points)

On prépare à l'instant de date $t = 0$ un tube à essai contenant les quantités $n_1 = 2,1 \cdot 10^{-2}$ mol d'acide éthanoïque de formule brute $C_2H_4O_2$ et $n_2 = 1,6 \cdot 10^{-2}$ mol de méthanol de formule brute CH_4O . On scelle le tube à essai puis on place ce dernier dans un bain marie de température constante $\theta = 80^\circ C$.

1°/ Expliquer l'intérêt des opérations suivantes :

- ✓ On scelle le tube à essai.
- ✓ On porte le tube à essai à une température élevée.

2°/

a°/ En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation chimique de la réaction limitée qui se produit dans le tube à essai. Nommer l'ester (E) obtenu.

b°/ Dresser le tableau descriptif d'évolution du système contenu dans le tube à essai.

3°/ La réaction chimique étudiée a un taux d'avancement final $\tau_f = 0,75$.

a°/ Déterminer l'avancement final x_f de cette réaction.

b°/ Calculer la constante d'équilibre K relative à la réaction d'estérification.

4°/ A un instant de date t_1 , on refroidit le contenu du tube à essai, puis, on dose la quantité d'acide restant par une solution aqueuse (S) d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ en présence de phénolphtaléine. A l'équivalence acido-basique, le volume d'hydroxyde de sodium ajouté est $V_{BE} = 5 \text{ mL}$.

a°/ Déterminer à la date t_1 l'avancement x_1 de la réaction d'estérification. En déduire la composition du système à cette date.

b°/ Montrer que la date t_1 ne correspond pas à un état d'équilibre chimique dynamique du système chimique réalisé.

5°/ On prépare un système chimique formé par les quantités 0,1 mol d'acide éthanoïque, 0,2 mol de méthanol, 0,3 mol d'ester (E) et 0,4 mol d'eau.

a°/ Montrer que le système obtenu n'est pas en état d'équilibre dynamique.

b°/ Préciser, en justifiant la réponse, le sens d'évolution spontanée.



PHYSIQUE (11.0 points)

Exercice N°1 (4,75 points)

A l'aide d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et de résistance interne $r = 10 \Omega$, d'un commutateur K , d'un conducteur ohmique de résistance $R = 40 \Omega$ et d'un dipôle générateur idéal de tension de f.é.m. E_0 , on réalise le circuit électrique schématisé sur la figure-2-

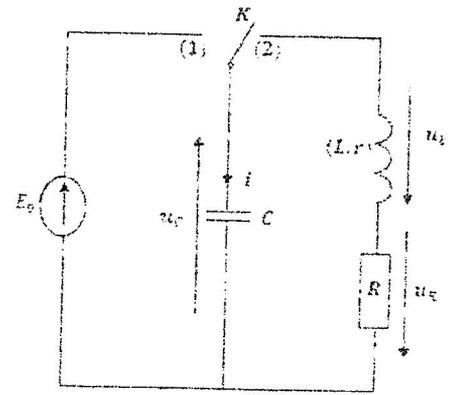


Figure-2-

On place le commutateur K en position (1) puis on le bascule en position (2) et en même temps on déclenche un système d'acquisition de données à une date prise comme origine du temps.

1°/ Quel est le phénomène physique qui se produit dans le circuit au moment où K est en position (2) ? Justifier la réponse.

2°/ L'équation différentielle qui régit les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur peut s'écrire sous la forme : $\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \alpha \frac{du_C}{dt} + \beta u_C = 0$

Déterminer l'expression de α et celle de β en fonction des données de l'exercice.

3°/

a°/ Donner l'expression de l'énergie électrique E du circuit RLC en fonction de C , L , u_C et i où i représente l'intensité du courant électrique qui circule dans le circuit.

b°/ Etablir que $\frac{dE}{dt} = -(R+r)i^2$.

Interpréter cette relation.

4°/ Les courbes de la figure-3- représentent l'évolution au cours du temps de l'énergie électrique E et de la tension u_C .

a°/ Déterminer graphiquement et à $t = 0$, l'énergie électrique E_1 , la tension U_1 aux bornes du condensateur et la pseudo-période T . En déduire la valeur de C et celle de E_0 .

b°/ En se servant de la courbe $E = f(t)$ et de la tangente (Δ) , trouver à la date $t_2 = 3.10^{-3}s$ la valeur de l'énergie magnétique E_L emmagasinée dans la bobine

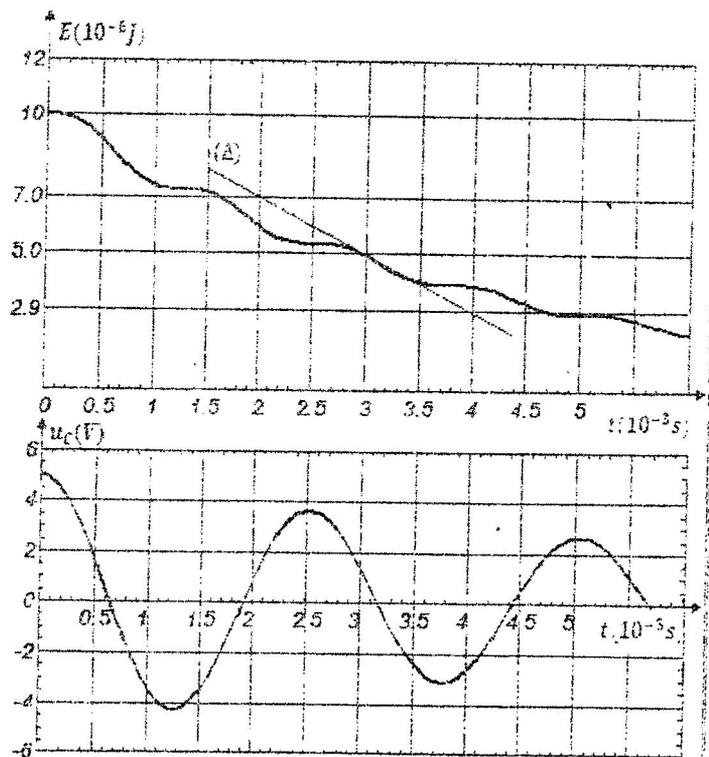


Figure-3-



- et celle de l'intensité électrique i_2 . En déduire la valeur de L .
- 5°/ On reprend le circuit électrique de la figure-2- et pour différents conducteurs ohmiques, on représente les variations au cours du temps de la tension u_C . On obtient les courbes du document-1- de la page 5/5. Compléter le tableau du document-1- en associant à chaque courbe la résistance R et le nom du régime d'oscillation correspondants.

Exercice N°2 (4,25 points)

A l'aide d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r , d'un conducteur ohmique de résistance R , d'un dipôle générateur idéal de tension de f.é.m. E et d'un interrupteur K , on réalise le circuit électrique schématisé sur la figure-4-. A l'instant de date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

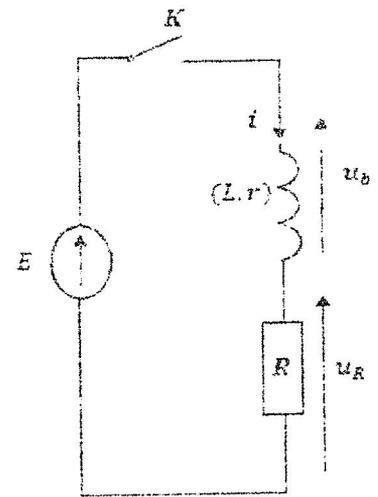


Figure-4-

- 1°/ Préciser le phénomène physique qui se produit dans le circuit électrique du document-2- page 5/5.
- 2°/ En appliquant la loi des mailles, montrer qu'en régime permanent l'intensité du courant est $I = \frac{E}{R+r}$ et la tension aux bornes de la bobine est $U_b = \frac{rE}{R+r}$.
- 3°/ L'équation différentielle qui régit les variations au cours du temps de l'intensité i du courant électrique peut s'écrire sous la forme : $\alpha \frac{di(t)}{dt} + i = \beta$ avec α et β sont des constantes positives.
- a°/ Exprimer α et β en fonction des données de l'exercice. Que représente α pour le circuit RL étudié.
- b°/ Quelle est parmi les fonctions suivantes $i(t) = \frac{E}{R+r}(1 - e^{-\frac{R+r}{L}t})$ et $i(t) = \frac{E}{R+r} e^{-\frac{R+r}{L}t}$ celle qui constitue une solution de l'équation différentielle trouvée ? Justifier la réponse.
- 4°/ Un système d'acquisition non représenté sur la figure-3- suit l'évolution au cours du temps de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine et de l'intensité i du courant électrique. On obtient les courbes du document-2- page 5/5
- a°/ Déterminer, graphiquement, les valeurs I, U_b, E et la constante de temps τ du dipôle RL.
- b°/ En déduire $r, R,$ et L
- 5°/ Donner, en fonction du temps, l'expression de la tension u_R aux bornes du résistor et représenter son allure sur le document-2- de la page 5/5

Lycée Hédi Chaker Sfax

Epreuve Sciences Physique
Devoir de synthèse

Décembre 2011

M. Abdmouleh
Nabil

Nom :

Prénom :

Classe :

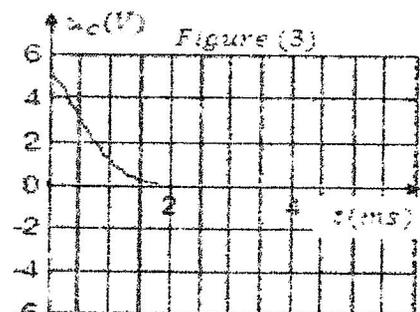
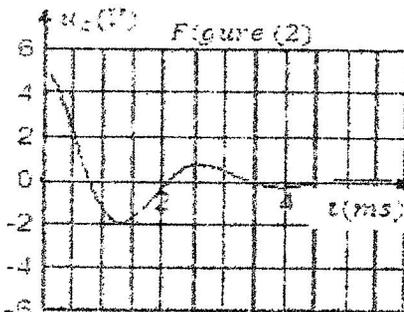
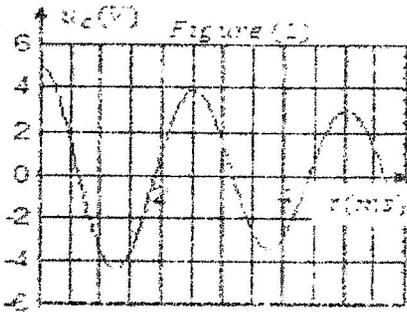
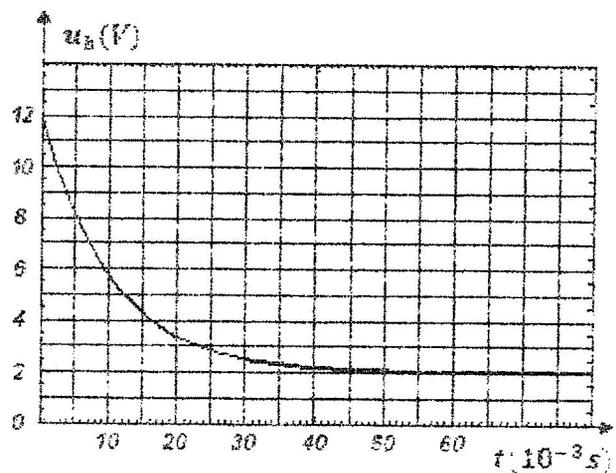
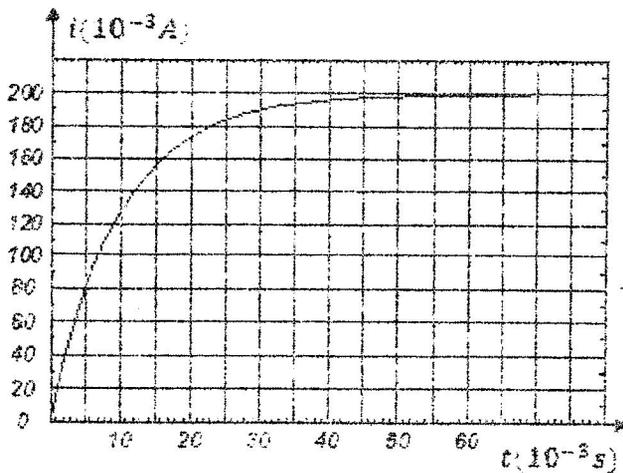


Figure n°			
Valeur de la résistance $R (\Omega)$	860	30	250
Régime d'oscillation			

Document-1-



Document-2-

Exercice n° 2 :

1/ La lampe à iode est constituée d'une ampoule de verre dans laquelle on a remplacé l'air par l'iode. Un filament de tungstène est parcouru par un courant électrique porté à très haute température.

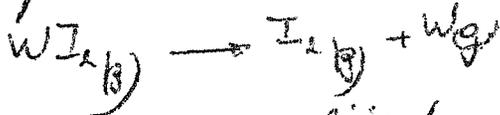
2/a/ Pour un système chimique aboutissant à un état d'équilibre la fraction de concentration η prend une valeur constante lorsque cet équilibre est atteint appelée la constante d'équilibre notée K .

$$[T_{eq. dyn}] = K$$

b/ à l'équilibre dynamique $\eta = K$.

$$\Rightarrow K = \frac{[W]_{eq} [I_2]_{eq}}{[I_2]_{eq} [W]_{eq}}$$

3/ Suite à une augmentation de la température l'équilibre se déplace à gauche donc la réaction qui se produit spontanément est :



4) La présence de l'iode permet d'obtenir le tungstène gazeux qui à

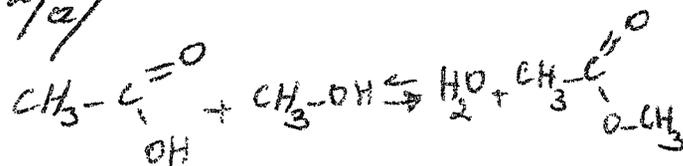
son tour subit une condensation en donnant de l'oxygène solide qui se dépose sur le filament de tungstène ce qui empêche l'amincissement de ce filament assez rapidement \Rightarrow obtenir une durée de vie de la lampe plus importante que celle de la lampe à incandescence.

Exercice n° 2 :

1/a 80°C on peut obtenir la vaporisation de la matière organique (alcool, ester et l'acide carbonique) donc on met le tube à essai pour condenser la vapeur de cette matière formée et donc empêcher toute perte.

- La réaction d'estérification est lente donc on porte le tube à essai à une température élevée pour l'accélérer.

2/a/



Ester : éthanoate de méthyle

(1)



4

Equation de la p^r: Acide + alcool \rightleftharpoons Ester + Eau

Etat	Avant	Quantité de matière (mol)		
alcool	0	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	0
acide	0	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	0
ester	x	$2,1 \cdot 10^{-2} - x$	$4,1 \cdot 10^{-2} - x$	x
eau	x	$2,1 \cdot 10^{-2} - x$	$4,1 \cdot 10^{-2} - x$	x

3/a) $x_6 = \frac{x_7}{x_8} \Rightarrow x_7 = x_8 = x_6$

valeurs x_{max}
 on $\{ n_0(\text{acide}) \} > n_0(\text{alcool})$
 la R^{ct} de produit molaire à molarité 1 molaire
 réactionnel limitant alcool

Donc l'alcool est le réactif limitant
 $4,6 \cdot 10^{-2} - x_{max} = 0$
 $\Rightarrow x_{max} = 4,6 \cdot 10^{-2}$

Donc suite:
 $x_7 = 4,6 \cdot 10^{-2} \times 0,77$
 $= 3,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

4/b) la composition finale du système

$n_1(\text{ac}) = 2,1 \cdot 10^{-2} - x_7 = 2,1 \cdot 10^{-2} - 3,54 \cdot 10^{-2}$
 $= -1,44 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
 $n_1(\text{al}) = 4,6 \cdot 10^{-2} - x_7 = 4,6 \cdot 10^{-2} - 3,54 \cdot 10^{-2}$
 $= 1,06 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
 $n_1(\text{est}) = 3,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
 $n_1(\text{eau}) = 3,54 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

34

$n_1(\text{est}) = n_1(\text{eau}) = x_8 = 4,2 \cdot 10^{-2}$

Après la réaction de masse

donc $K = \frac{[\text{ester}]_{\text{eq}} \cdot [\text{eau}]_{\text{eq}}}{[\text{acide}]_{\text{eq}} \cdot [\text{alcool}]_{\text{eq}}}$
 $= \frac{(4,2 \cdot 10^{-2})^2}{(1,1 \cdot 10^{-2}) \cdot (2,1 \cdot 10^{-2})}$
 $= 3,1$

$\Rightarrow K = \frac{n_1(\text{ester}) \cdot n_1(\text{eau})}{n_1(\text{acide}) \cdot n_1(\text{alcool})}$
 $= \frac{(4,2 \cdot 10^{-2})^2}{(1,1 \cdot 10^{-2}) \cdot (2,1 \cdot 10^{-2})}$
 $= 3,1$

$\Rightarrow K = 4$

4/b) a) l'équilibre de la réaction

$n_1(\text{acide}) = n_1(\text{base})$
 $\Rightarrow n_1(\text{acide}) = 2,1 \cdot 10^{-2}$
 $n_1(\text{base}) = 10^{-2} \text{ mol}$
 $n_1(\text{ac}) = n_1 - x_2 \Rightarrow x_1 = n_1 - n_1(\text{ac})$

donc $x_2 = 2,1 \cdot 10^{-2} - 10^{-2} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

b) $T_1 = \frac{n_1(\text{est}) \cdot n_1(\text{eau})}{n_1(\text{ac}) \cdot n_1(\text{al})} = 3,1$
 $= \frac{(1,1 \cdot 10^{-2})^2}{(1,1 \cdot 10^{-2}) \cdot (2,1 \cdot 10^{-2})}$
 $= 0,476$

$T_1 = 0,476$

On constate que $T_1 \neq K$

\Rightarrow la réaction ne correspond pas à un état d'équilibre

5/a) $T_1 = \frac{n_1(\text{est}) \cdot n_1(\text{eau})}{n_1(\text{ac}) \cdot n_1(\text{al})} = \frac{0,3 \times 0,4}{0,1 \times 0,2} = 6$

On a $T_1 \neq K \Rightarrow$ le système n'est pas en état d'équilibre dynamique

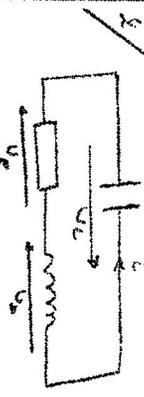
4/b) $T_1 < K \Rightarrow$ le système évolue spontanément dans le sens qui diminue T_1 pour atteindre le même état

réaction spontanée de produit spontanément \Rightarrow le système évolue spontanément dans le sens de la diminution de T_1

Physique 35

Exercice n°2

1/ Lorsque le commutateur est en position 1, le condensateur se charge par le générateur. Au moment où on bascule le commutateur en la position 2, le condensateur se décharge à travers la bobine et le conducteur ohmique.



d'après la loi de maille: $U_C + U_R + U_b = 0$

$\Rightarrow U_C + R i + L \frac{di}{dt} + r i = 0$
 $\Rightarrow U_C + (R+r) i + L \frac{di}{dt} = 0$

$U_C = \frac{q}{C} = \frac{d}{dt}(C U_C) = C \frac{dU_C}{dt}$
 $\Rightarrow C \frac{dU_C}{dt} + (R+r) i + L \frac{di}{dt} = 0$

$L C \frac{d^2 U_C}{dt^2} + (R+r) C \frac{dU_C}{dt} + U_C = 0$

$\Rightarrow \frac{d^2 U_C}{dt^2} + \frac{R+r}{L} \frac{dU_C}{dt} + \frac{1}{LC} U_C = 0$
 l'équation différentielle s'écrit sous la forme

$\frac{d^2 U_C}{dt^2} + d \frac{dU_C}{dt} + p U_C = 0$
 avec $d = \frac{R+r}{L}$ et $p = \frac{1}{LC}$



3) a) $E = E_c + E_m = \frac{1}{2} C \dot{q}^2 + \frac{1}{2} L i^2$
 $= \frac{1}{2} C \dot{q}^2 + \frac{1}{2} L i^2$

b) $\frac{dE}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} C \dot{q}^2 + \frac{1}{2} L i^2 \right)$
 $= C \dot{q} \frac{dq}{dt} + L i \frac{di}{dt}$
 or $i = C \frac{dq}{dt}$

$\frac{dE}{dt} = i \left(C + L \frac{di}{dt} \right)$
 et après l'équation différentielle
 $U_c \rightarrow L \frac{di}{dt} = U_c + LC \frac{di}{dt}$
 $= (R+r) C \frac{di}{dt} - (R+r) i$
 $i = \frac{dE}{dt} = i (- (R+r) i)$
 $= - (R+r) i^2$

or $\frac{dE}{dt} = - (R+r) i^2 \Rightarrow dE = - (R+r) i^2 dt$
 \Rightarrow l'énergie totale du circuit diminue au cours du temps
 cette diminution due à la perte d'énergie sous forme de chaleur par effet Joule

4) a) valeur $E_1 = 10 \cdot 10^{-4}$
 valeur $U_1 = U_1 = 5V$
 valeur $T = 25 \cdot 10^{-3} A$
 valeur $E_1 = E_{q1} + E_{L1} = E_{q1} + LC i^2$ (4)

$\Rightarrow C = \frac{2 E_1}{U_1^2} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{(5)^2}$
 $C = 2 \cdot 10^{-7} F$

valeur E_0 à l'instant $t=0$ le condensateur est chargé par le générateur
 $\Rightarrow U_0 = U_1 \Rightarrow E_0 = 5V$

b) valeur de i_2
 La pente de la tangente D est la charge de l'énergie est $a = - (R+r) i^2$
 $\Rightarrow i_2 = - \frac{a}{R+r}$
 après la course de $U_2 = 1V$ à l'instant $t_2 = 3 \cdot 10^{-3} s$ le condensateur est déchargé tel que la courbe est décroissante
 $\frac{dq}{dt} < 0 \Rightarrow i_2 < 0$
 $d i_2 = - \sqrt{\frac{2 E_2}{R+r}}$

valeur $a = \frac{5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-3}} = -210 \frac{J}{s}$

valeur $i_2 = - \sqrt{\frac{-2 \cdot 10^{-4}}{50}} = -6,32 \cdot 10^{-3} A$

valeur $E_{L2} = E_2 - E_{q2} = E_2 - \frac{1}{2} C U_2^2 = 5 \cdot 10^{-4} - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-7} (1,5)^2 = 4,11 \cdot 10^{-6} J$

valeur de L
 $E_{L2} = \frac{1}{2} L i_2^2 \Rightarrow L = \frac{2 E_{L2}}{i_2^2}$
 $L = \frac{2 \cdot 4,11 \cdot 10^{-6}}{(6,32 \cdot 10^{-3})^2} = 9,25 \cdot 10^{-2} H$

exercice 22
 1/ L'établissement du courant à chaque départ de courant n'est pas instantané. Il y a un certain retard de temps le retard est d'ic à première vue d'ordre inductif qui apparaît dans le circuit

2/ La loi de mailles donne
 $E - U_c - U_R = 0$
 $\Rightarrow E = U_c + U_R = r i + L \frac{di}{dt} + R i$
 en régime permanent $i = a$
 $\Rightarrow i = I$ or $\frac{di}{dt} = 0$

3/ $E = r I + R I = (r + R) I$
 $\Rightarrow I = \frac{E}{R+r}$

La tension de la bobine est $U_b = r i + L \frac{di}{dt}$
 en régime permanent $\frac{di}{dt} = 0$
 $\Rightarrow U_b = r I$
 $U_b = r \cdot \frac{E}{R+r}$ (5)

3/ La loi de mailles donne
 $E - U_c - U_R = 0$
 $\Rightarrow E = U_c + U_R = r i + L \frac{di}{dt} + R i$
 $= (r + R) i + L \frac{di}{dt}$
 $\Rightarrow \frac{1}{r + R} \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{r + R}$

Equation différentielle Newt. sous forme $\alpha \frac{dx}{dt} + x = \beta$
 avec $\alpha = \frac{L}{R+r}$
 $\beta = \frac{E}{R+r}$

La constante de temps avec grandeur physique caractéristique du circuit appelée la constante de temps notée τ

b/ les courbes ont un
 tangente $t=0, i=0$
 tangente $t \rightarrow +\infty, i = I = \frac{E}{R+r}$
 1^{er} expression $i = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{R+r}{L} t})$

$t=0, i = \frac{E}{R+r} = 0 \Rightarrow i = \frac{E}{R+r}$
 $t \rightarrow +\infty, e^{-\frac{R+r}{L} t} = 0 \Rightarrow i = \frac{E}{R+r}$
 Cette expression vérifie les conditions initiales.

2^{ème} expression : $i(t) = \frac{E}{R+r} \left(1 - e^{-\frac{R+r}{L}t}\right)$ 38

$\left\{ \begin{array}{l} \text{point } t=0 : i = \frac{E}{R+r} \\ \text{pt } t \rightarrow \infty : i = 0 \end{array} \right.$

ni est pas en accord avec les conditions initiales.

On L'expression de l'intensité qui est solution de l'équation différentielle est

$$i(t) = \frac{E}{R+r} \left(1 - e^{-\frac{R+r}{L}t}\right)$$

4) a/ On a la courbe n°1
 $I = 200 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

On a la courbe n°2

valeur E : $E = U_b(t=0) \Rightarrow E = 12 \text{ V}$

valeur U_b : $U_b = 2 \text{ V}$

→ valeur de τ :

la tangente à l'origine du temps

à la courbe n°1 ($i = f(t)$)

coupe l'asymptote à cette

courbe au point d'abscisse τ

$$\tau = 10 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Autre méthode :

$t = \tau : i = 0,63 \cdot I_0 = 0,63 \times 200 \cdot 10^{-3}$
 $= 126 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

→ la tangente à l'origine du temps à la courbe n°2 ($U_b = g(t)$) coupe à l'asymptote à cette courbe au point d'abscisse τ .

b/ valeur R :

$$U_R = E - U_b = 12 - 2 = 10 \text{ V}$$

$$U_R = R I \Rightarrow R = \frac{U_R}{I} = \frac{10}{200 \cdot 10^{-3}} = 50 \Omega$$

valeur de r :

$$I = \frac{E}{r+R} \Rightarrow r+R = \frac{E}{I}$$

$$\Rightarrow r = \frac{E}{I} - R$$

$$\text{AN } r = \frac{12}{200 \cdot 10^{-3}} - 50 = 10 \Omega$$

valeur L :

$$\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow L = (R+r) \tau$$

$$\text{AN } L = 60 \times 10 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ H}$$

S/

$$U_R(t) = R i(t)$$

$$= R \cdot I \left(1 - e^{-\frac{R+r}{L}t}\right)$$

$$= R \cdot I \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

AN

$$U_R(t) = 10 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

t	0	τ	3τ	5τ
$U_R(\text{V})$	0	6,32	9,5	10

$$(\tau = 10 \cdot 10^{-3} \text{ s})$$

(6)



Lycée Hédi Chaker Sfax

Epreuve Sciences Physique
Devoir de synthèse

Décembre 2011

M. Abdmouleh
Nabil

Nom :

Prénom :

Classe :

39

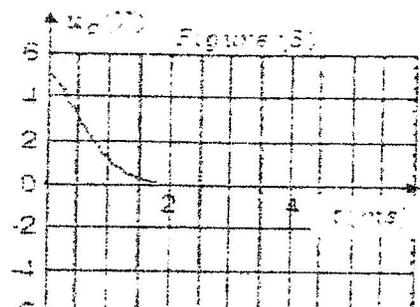
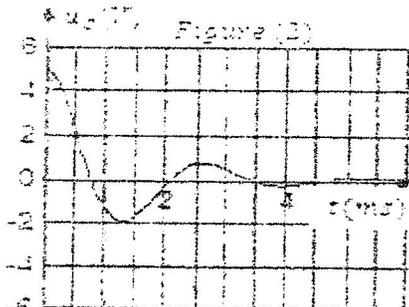
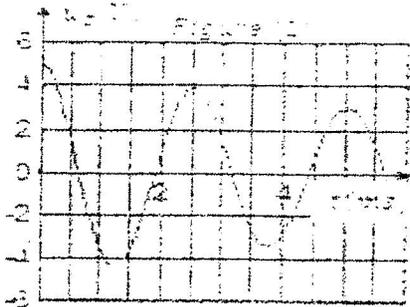
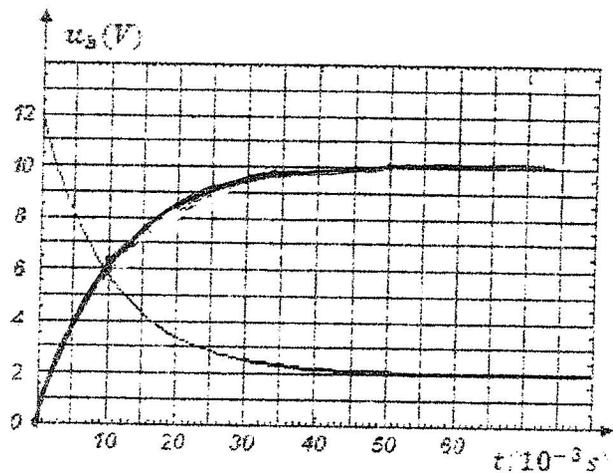
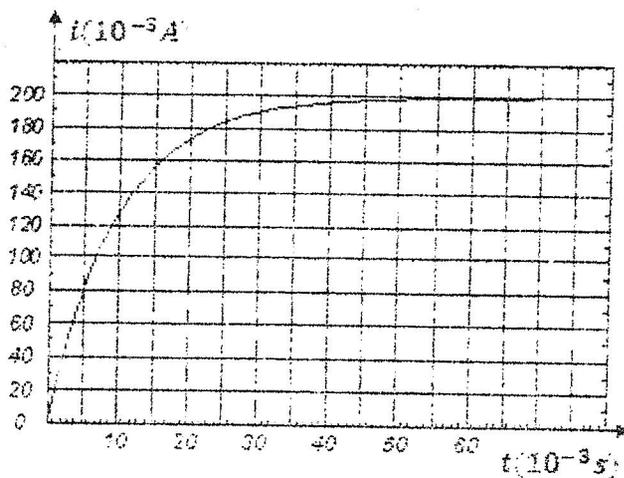


Figure n°	3	1	3
Valeur de la résistance R (Ω)	560	30	280
Régime d'oscillation	<i>a périodique</i>	<i>pseudopériodique</i>	<i>pseudopériodique</i>

Document-1-



Document-2-



a- Montrer que l'oscillogramme (a) correspond à la tension $u_{R_1}(t)$.

b- Quelle est l'influence de la bobine lors de l'établissement du courant dans le circuit ?

a- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_{R_1}(t)$.

b- La solution de cette équation différentielle est : $u_{R_1}(t) = U_1 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$.

Déterminer les expressions des constantes U_1 et τ .

i) a- Déterminer graphiquement :

* La f e m E du générateur.

* L'intensité du courant en régime permanent.

* La valeur de la tension aux bornes de la bobine en régime permanent. Déduire la valeur de r

* La constante de temps τ .

b- Déduire de deux façons la valeur de R_2 .

i) Calculer l'énergie emmagasinée dans la bobine en régime permanent.

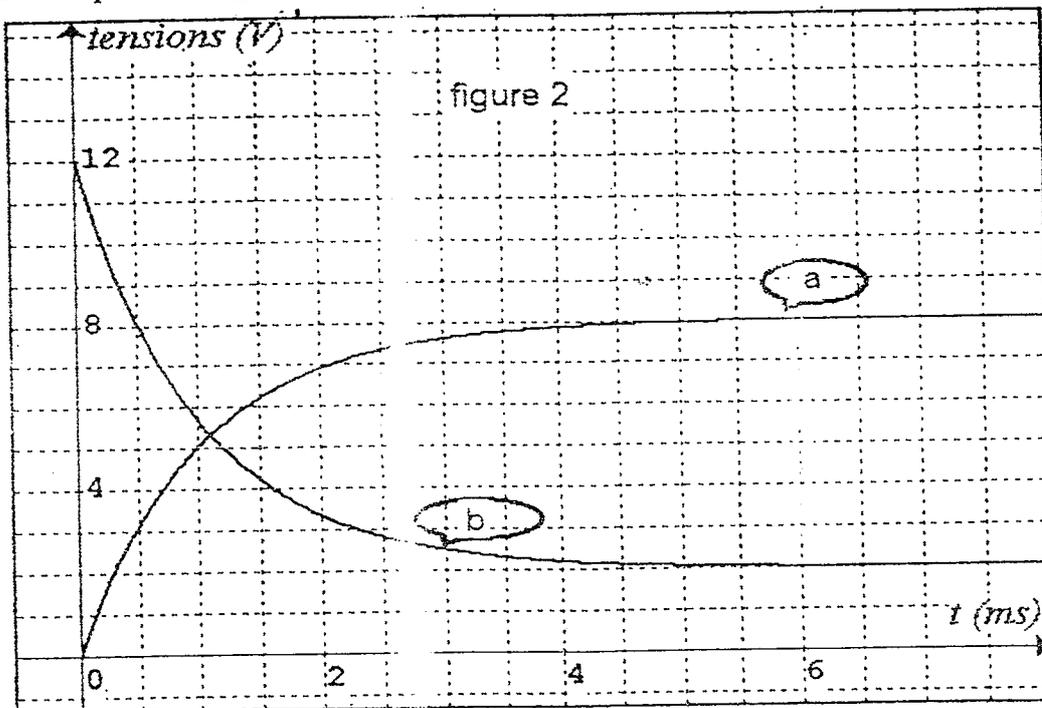
ii) Le régime permanent étant établi. A une nouvelle origine des temps $t' = 0$, on ouvre l'interrupteur K

a- Donner l'expression de la constante de temps τ_1 du dipôle AB .

b- Quel est le phénomène le plus rapide ; l'établissement ou la rupture du courant dans le dipôle AB ? Justifier.

c- Représenter l'allure de la tension $u_{R_1}(t)$ au cours de cette rupture en précisant les points remarquables

d- Que se passe-t-il pour l'énergie qui était dans la bobine ? Calculer la partie qui apparaît dans chaque dipôle.



Exercice n°2 :

Le montage permettant d'étudier expérimentalement les oscillations libres d'un circuit RLC série comporte :

* Un générateur idéal de tension de f e m constante $E = 10V$.

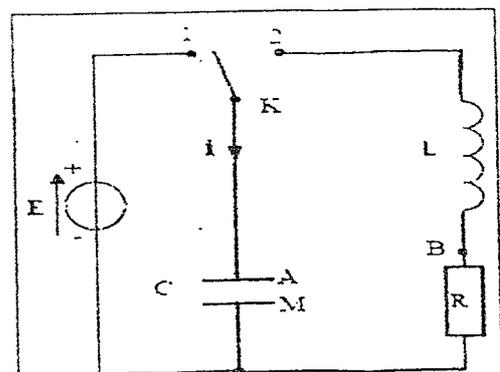
* Un condensateur de capacité $C = 4 \mu F$.

* Une bobine purement inductive d'inductance $L = 1 H$.

* Un résistor de résistance $R = 254 \Omega$.

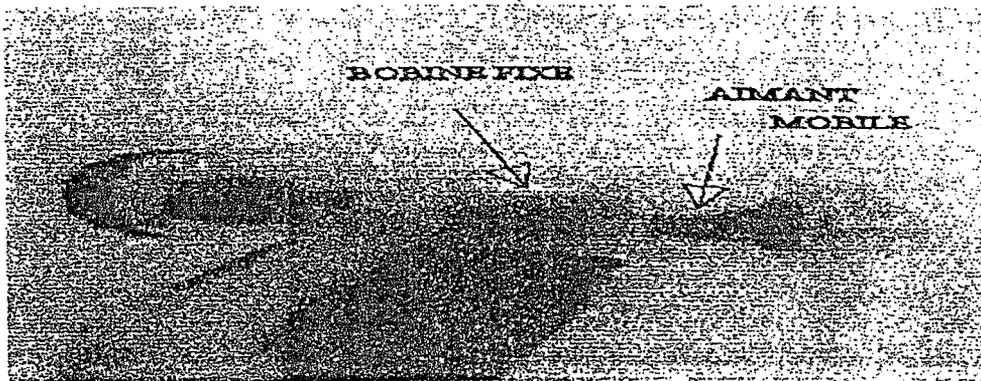
* Un commutateur K . (voir figure ci-contre)

On charge complètement le condensateur.



Exercice n°3 :

Une lampe de poche qui ne nécessite aucune pile



En 1821 M. Faraday a découvert l'induction électromagnétique: Le principe général est qu'un aimant passant dans un bobinage de fil produit un courant.

La lampe à induction est une lampe de poche qui ne nécessite aucune pile.

Cette lampe se charge en la secouant. Il n'est pas nécessaire de secouer avec force mais plutôt avec régularité. L'objectif est d'obtenir le déplacement de l'aimant principal à travers le bobinage.

Le mouvement de va et vient de l'aimant lorsque on secoue la lampe produit une énergie qui est transformée en électricité. L'énergie électrique produite est alors stockée dans un condensateur capable de la conserver pendant des mois et capable d'être rechargé plus d'un million de fois.

Le condensateur se charge puis se décharge dans une diode électroluminescente (DEL). La DEL a une durée de vie estimée d'au moins 50 000 heures, même exposée à des chocs répétés.

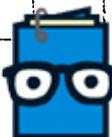
La lampe à induction peut délivrer de 30 à 50 minutes de luminosité pour 20 à 30 min d'agitation.

De ce fait la "Night Star" fournira toujours une lumière efficace sans utiliser de pile ni nécessiter le changement d'aucune pièce.

Secouer : agiter rapidement et plusieurs fois.

Questions:

- 1) Expliquer le phénomène physique origine du courant dans la lampe.
- 2) Préciser l'inducteur et l'induit dans cette lampe.
- 3) Quelles sont les formes d'énergie qui apparaissent dans cette lampe. Justifier.
- 4) Donner les avantages d'une lampe à induction par rapport à une lampe de poche traditionnelle.



II / A $t=0$, on bascule K sur la position -2-

On observe, sur l'oscilloscope, la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor (figure 3).

1) a- Pourquoi la tension $u_R(t)$ est dite grandeur oscillante?

b- De quel régime oscillatoire s'agit-il ? Justifier.

2) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la tension u_C .

3) a- Calculer la valeur algébrique de la charge q_M de l'armature M du condensateur à l'instant $t=0$.

b- Déterminer la pseudo-période T des oscillations puis la comparer à T_0 période propre du même oscillateur non amorti. Comment peut-on qualifier cet amortissement ?

c- Pour $t \in \left[0; \frac{T}{4}\right]$: Quel est le signe de l'intensité du courant

dans le circuit? Représenter sur un schéma le sens de i et le sens de déplacement des électrons dans le circuit RLC fermé.

4) a- Donner l'expression de l'énergie totale E_T dans le circuit, puis montrer qu'elle diminue au cours du temps.

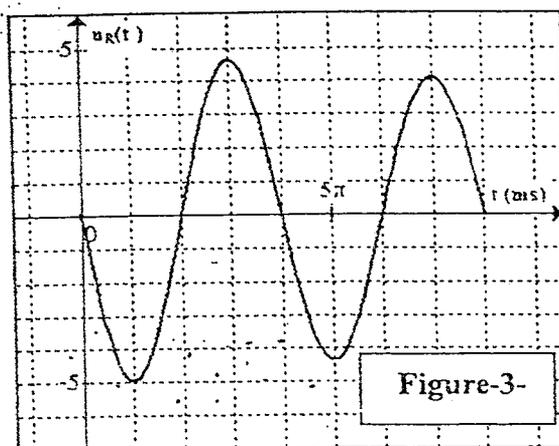
b- Sous quelles formes se trouve l'énergie dans l'oscillateur à chacune des dates $t_0=0$ et $t_1=\frac{T}{4}$?

c- Calculer la variation de l'énergie dans l'oscillateur entre les deux instants t_0 et t_1 . Interpréter cette variation.

d- Sachant que l'oscillateur perd 6 % de son énergie chaque demi-oscillation:

- Calculer l'énergie totale de l'oscillateur à $t = T$.

- Déduire la valeur de la tension aux bornes du condensateur à cette date.



II / Dans une 2^{ème} expérience, on réalise un circuit (L, C) formé par le condensateur de capacité $C = 4 \mu\text{F}$

chargé sous la tension $U=10\text{V}$ et la bobine purement inductive d'inductance $L=1 \text{ H}$

1) Quelle est la nature des oscillations électriques dans ce circuit ?

2) a- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la charge q du condensateur.

b- La solution de cette équation différentielle est : $q(t) = Q_{\max} \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$

Déterminer les valeurs de ω_0 , Q_{\max} et φ_q , en prenant pour origine des temps l'instant où $q = -Q_{\max}$.

c- Déterminer l'expression de l'intensité du courant dans le circuit.

3) a- Montrer que l'énergie totale se conserve, calculer sa valeur.

b- Donner les expressions de E_C (énergie électrostatique, et de E_L (énergie magnétique) en fonction de la charge q du condensateur. Pour quelles valeurs de q a-t-on $E_C = E_L$?

c- Représenter les courbes de E_C et de E_L en fonction de q en précisant les points remarquables.



Chimie

Ex.1. hydrolyse d'un ester (E)
de formule brute $C_4H_8O_2 \rightarrow$
alcool (A) et un acide carboxylique (B)
la constante d'équilibre: $K = \frac{1}{(1,5)^2} = \frac{1}{2,25}$
 $T = \text{constante}$
durée de la réaction 2 heures

1) équation de la réaction? / H
(0,5) (A) : alcool secondaire $\rightarrow R_1 - \overset{H}{\underset{|}{C}} - OH$
ou puisque l'ester contient 4 carbones \rightarrow l'alcool contient 3 carbones
et l'acide 1 carbone d'où
la formule de l'alcool est $CH_3 - CH - OH$
la formule de l'ester est: $\overset{CH_3}{\underset{|}{C}} - \overset{O}{\parallel} - R'$
 $R - \overset{O}{\parallel} - O - R' \rightarrow H - \overset{O}{\parallel} - O - CH - CH_3$
l'acide a pour formule CH_3
 $R - \overset{O}{\parallel} - OH \rightarrow H - \overset{O}{\parallel} - OH$

l'équation de la réaction est:
ester (E) + eau \rightleftharpoons acide (B) + alcool (A)
 $H - \overset{O}{\parallel} - O - \underset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_3 + H_2O \rightleftharpoons H - \overset{O}{\parallel} - OH + \underset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - OH$

2) Pour accélérer cette réaction
(0,25) - on augmente la température ou
- on ajoute un catalyseur (H_2SO_4)
ou encore on fait les deux opérations
a) les caractères de cette réaction?
(0,5) - athermique ($T = cte$)
- lente (durée = 2 heures)

3) 1^{re} expérience: mélange équimolaire
 n_1 mol d'ester et n_1 mol d'eau.

A l'équilibre on a $2 \cdot 10^{-2}$ mol d'alcool

(0,25) a) Tableau descriptif de cette hydrolyse
 $H - \overset{O}{\parallel} - O - \underset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_3 + H_2O \rightleftharpoons H - \overset{O}{\parallel} - OH + \underset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - OH$
à $t=0$ n_1 n_1 0 0 (mol)
à $t>0$ $n_1 - x$ $n_1 - x$ x x (mol)
à t_f $n_1 - x_f$ $n_1 - x_f$ x_f $x_f = 2 \cdot 10^{-2}$ (mol)

b) $n_1 = ?$

(0,5) $K = \Pi_{eq, dyn} = \frac{[A]_{eq} [B]_{eq}}{[E]_{eq} [eau]_{eq}} = \frac{(\frac{x_f}{V})(\frac{x_f}{V})}{(\frac{n_1 - x_f}{V})(\frac{n_1 - x_f}{V})}$
 $K = \frac{x_f^2}{(n_1 - x_f)^2} = \frac{1}{(1,5)^2} \Rightarrow \frac{x_f}{n_1 - x_f} = \frac{1}{1,5} \Rightarrow$

$1,5 x_f = n_1 - x_f \Rightarrow 2,5 x_f = n_1$ donc

$n_1 = 2,5 x_f = 2,5 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

page 1

c) Composition du mélange à l'équilibre
(0,25) $(n_{al})_f = (n_{al})_i = x_f = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$(n_{est})_f = (n_{est})_i = n_1 - x_f = 5 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-2} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

d) le taux d'avancement final?

(0,25) $\bar{x}_f = \frac{x_f}{x_{max}}$ or $x_f = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
 $\Rightarrow x_{max} = n_1 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$\bar{x}_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-2}} = \frac{2}{5} = 0,4 < 1$
 \rightarrow réaction limitée

4) Taux d'avancement? / $\Pi = 0,25$

(0,5) $\bar{x} = \frac{x}{x_{max}}$ avec $x_{max} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
 $\Pi = \frac{x^2}{(n_1 - x)^2} = 0,25 = 25 \cdot 10^{-2} = (5 \cdot 10^{-1})^2$

$\Rightarrow \frac{x}{n_1 - x} = 5 \cdot 10^{-1} = 0,5 \Rightarrow$
 $0,5(n_1 - x) = x$

$0,5n_1 - 0,5x = x \Rightarrow 1,5x = 0,5n_1$
 $\Rightarrow x = \frac{0,5}{1,5} n_1 = \frac{1}{3} n_1 = \frac{1}{3} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$\bar{x} = \frac{x}{x_{max}} = \frac{\frac{1}{3} n_1}{n_1} = \frac{1}{3} = 0,333$

2^e méthode $\bar{x} = \frac{x}{x_{max}} = \frac{x}{n_1} \Rightarrow$
 $x = n_1 \bar{x}$
 $\Pi = \frac{x^2}{(n_1 - x)^2} = \frac{(n_1 \bar{x})^2}{(n_1 - n_1 \bar{x})^2} = \frac{\bar{x}^2}{(1 - \bar{x})^2} = 0,2$

$\Rightarrow \frac{\bar{x}}{1 - \bar{x}} = 0,5 \Rightarrow 0,5(1 - \bar{x}) = \bar{x} \Rightarrow$

$0,5 - 0,5\bar{x} = \bar{x} \Rightarrow 1,5\bar{x} = 0,5 \Rightarrow$

$\bar{x} = \frac{0,5}{1,5} = \frac{1}{3} = 0,333$

5) 2^e expérience

A $t=0$ on a $(n_{est})_0 = 10^{-2} \text{ mol}$

(0,25) $(n_{al})_0 = (n_{al})_0 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
a) sens d'évolution du système?

$\Pi_0 = \frac{[A]_0 [B]_0}{[E]_0 [eau]_0} = +\infty$ car $[eau]_0 = 0$
 $(n_{eau})_0 = 0$

$\Pi_0 = +\infty > K = \frac{1}{(1,5)^2} \Rightarrow$
le système évolue spontanément
dans le sens inverse (c.à.d dans
le sens de l'estérification).

b) pourcentage de l'ester dans le
(0,5) mélange à l'équilibre?

$(E) + \text{eau} \rightleftharpoons (A) + (B)$
à $t=0$ 10^{-2} 0 $2 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ (mol)
à $t>0$ $10^{-2} + x$ x $2 \cdot 10^{-2} - x$ $2 \cdot 10^{-2} - x$
à t_f $10^{-2} + x_f$ x_f $2 \cdot 10^{-2} - x_f$ $2 \cdot 10^{-2} - x_f$

A l'équilibre on a $K = \Pi_{eq, dyn} = \frac{(2 \cdot 10^{-2} - x_f)^2}{(10^{-2} + x_f)^2}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \tau = \frac{L}{R_1 + R_2 + r} = \frac{L}{R} \text{ avec } R = R_1 + R_2 + r \\ U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + r} E = \frac{R_1}{R} E \end{cases}$$

3/1 a) Déterminons graphiquement:

* $E = ?$

on a $u_b + u_{R_1} + u_{R_2} = E$

à $t = 0, u_{R_1} = u_{R_2} = 0$ car $i = 0$

(0,25) $\Rightarrow u_b = E$

d'après la courbe (b), à $t = 0, u_b = 12V$

donc $E = 12V$

* l'intensité du courant en régime permanent?

(0,25) $u_{R_1, \max} = R_1 I_{\max} \Rightarrow I_{\max} = \frac{u_{R_1, \max}}{R_1}$

avec $u_{R_1, \max} = U_1 = 8V$ et $R_1 = 200 \Omega$

$I_{\max} = \frac{8V}{200 \Omega} = 0,04A = 40mA$

* u_b en régime permanent, $r = ?$

(0,5) $u_b = 2V$

$u_b = r I_{\max} \Rightarrow r = \frac{u_b}{I_{\max}} = \frac{2V}{0,04A} = 50 \Omega$

donc $r = 50 \Omega$

* la constante de temps $\tau = ?$

(0,25) à $t = \tau \Rightarrow u_{R_1} = U_1 (1 - e^{-1})$

$u_{R_1} = 0,63 U_1 = 0,63 \cdot 8V = 5,04V$

$u_{R_1} = 5,04V \rightarrow \tau = 1ms = 10^{-3}s$

d'après la courbe (a)

b) déduire de $R_2 = ?$

(0,5) 1^{re} méthode: $\tau = \frac{L}{R_1 + R_2 + r}$

$\Rightarrow (R_1 + R_2 + r) \tau = L$

$R_2 \tau + (R_1 + r) \tau = L$

$R_2 \tau = L - (R_1 + r) \tau$

$R_2 = \frac{L}{\tau} - (R_1 + r) = \frac{0,3}{10^{-3}} - (200 + 50)$

$R_2 = 300 - 250 = 50 \Omega$

$R_2 = 50 \Omega$

2^{de} méthode: en régime permanent

on a $(R_1 + R_2 + r) I_{\max} = E$

$\Rightarrow R_2 I_{\max} = E - (R_1 + r) I_{\max}$

$\Rightarrow R_2 = \frac{E}{I_{\max}} - (R_1 + r)$

$R_2 = \frac{12}{0,04} - (200 + 50)$

$R_2 = 300 - 250 = 50 \Omega$

$R_2 = 50 \Omega$

4) Energie emmagasinee dans la bobine en régime permanent?

(0,25) $E_L = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} L I_{\max}^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,3 \cdot (0,04)^2 = 2,4 \cdot 10^{-4} J$

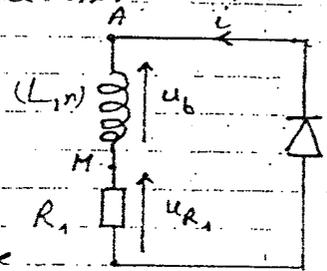
$E_L = 0,24 \cdot 10^{-3} J = 0,24 mJ$

5/1 le régime permanent étant établi

A $t = 0$ on ouvre K.

a) Expression de la constante de temps τ_1 du dipôle AB.

(0,25) $\tau_1 = \frac{L}{R_1 + r}$



b) le phénomène le plus rapide?

(l'établissement ou la rupture du courant.)

(0,25) $\tau = \frac{L}{R_1 + R_2 + r} < \tau_1 = \frac{L}{R_1 + r}$

\Rightarrow l'établissement du courant électrique est plus rapide que sa rupture dans le dipôle AB.

c) $u_{R_1}(t) = U_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}}$ avec $U_1 = u_{R_1, \max} = 8V$

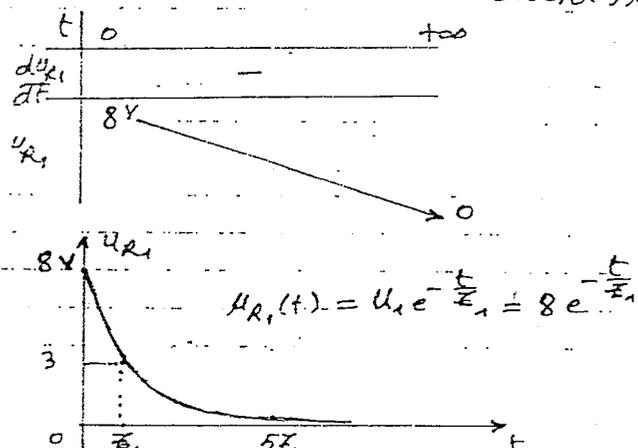
(0,5) et $\tau_1 = \frac{L}{R_1 + r} = \frac{0,3}{250} = 1,2 \cdot 10^{-3} s = 1,2 ms$

à $t = 0 \Rightarrow u_{R_1} = U_1 = u_{R_1, \max} = 8V$

à $t \rightarrow +\infty \Rightarrow u_{R_1} = 0$

à $t = \tau_1 \Rightarrow u_{R_1} = 0,37 U_1 = 2,96V \approx 3V$

$\frac{d u_{R_1}}{dt} = -\frac{U_1}{\tau_1} e^{-\frac{t}{\tau_1}} < 0 \Rightarrow u_{R_1}(t)$ est décroissante



d) l'énergie emmagasinee dans la bobine est dissipée par effet Joule dans la bobine ($r \neq 0$) et dans la résistance R_1 .

E_L est l'énergie dissipée dans $(R_1 + r)$.

(0,5) \Rightarrow pour $R_1 + r \rightarrow E_L$

$r \rightarrow E(r) = \frac{r}{R_1 + r} E_L$

$R_1 \rightarrow E(R_1) = \frac{R_1}{R_1 + r} E_L$

$E(r) = \frac{r}{R_1 + r} E_L = \frac{50}{250} \cdot 2,4 \cdot 10^{-4} = 0,48 \cdot 10^{-4} J$

$E(R) = \frac{R_1}{R_1 + r} E_L = \frac{200}{250} \cdot 2,4 \cdot 10^{-4} = 1,92 \cdot 10^{-4} J$

$$\Rightarrow 2,25(2 \cdot 10^{-4} - x_f)^2 = (10^{-2} + x_f)x_f$$

$$2,25(4 \cdot 10^{-4} + x_f^2 - 4 \cdot 10^{-2}x_f) = 10^{-2}x_f + x_f^2$$

$$9 \cdot 10^{-4} + 2,25x_f^2 - 9 \cdot 10^{-2}x_f = 10^{-2}x_f + x_f^2$$

$$1,25x_f^2 - 0,1x_f + 9 \cdot 10^{-4} = 0$$

$$ax_f^2 + bx_f + c = 0 \text{ avec } a = 1,25$$

$$b = -0,1$$

$$c = 9 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 0,01 - 0,0045$$

$$\Delta = 55 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 7,42 \cdot 10^{-2}$$

$$(x_f)_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-0,1 + 0,0742}{2,5} = 0,07$$

$$(x_f)_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{0,1 - 0,0742}{2,5} = 0,01$$

$$a \quad 0 \leq x \leq 2 \cdot 10^{-2} = 0,02$$

donc la 1^{re} solution (0,07) est à rejeter et on prend la 2^e solution c.à.d. $x_f = 0,01 \text{ mol}$
 $x_f = 10^{-2} \text{ mol}$

$$(n_{\text{ester}})_f = 10^{-2} + x_f = 10^{-2} + 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$(n_{\text{eau}})_f = x_f = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$(n_{\text{ac}})_f = (n_{\text{al}})_f = 2 \cdot 10^{-2} - x_f = 2 \cdot 10^{-2} - 10^{-2} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$(n_T)_f = (n_{\text{ester}})_f + (n_{\text{eau}})_f + (n_{\text{ac}})_f + (n_{\text{al}})_f$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} + 10^{-2} + 10^{-2} + 10^{-2}$$

$$(n_T)_f = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

dans $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ du mélange on a $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
 ou $100 \text{ mol} \rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 100}{5 \cdot 10^{-2}} = 40$ d'ester

donc le pourcentage d'ester est de 40%
 ou encore $\frac{(n_{\text{ester}})_f}{(n_T)_f} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-2}} = \frac{2}{5} = 0,4$
 $\Rightarrow \% \text{ ester} = 40\%$

c) on veut augmenter ce pourcentage
 (0,25) \Rightarrow faut-il ajouter ou diminuer la quantité d'eau?

$K = \Pi_{\text{aq}} \cdot d_{\text{m}} = \frac{(n_{\text{ac}})_{\text{aq}} \cdot (n_{\text{al}})_{\text{aq}}}{(n_{\text{ester}})_{\text{aq}} \cdot (n_{\text{eau}})_{\text{aq}}}$
 pour augmenter ce pourcentage il faut augmenter le nombre de mole d'ester final \Rightarrow déplacer l'équilibre dans le sens inverse (l'estérification)
 $\Rightarrow \Pi$ doit être supérieur à K
 $\Pi > K \Rightarrow$ il faut diminuer le nombre de mol d'eau (eau)

Ex 2: $A_{\text{aq}}^{3+} + B_{\text{aq}}^{-} \rightleftharpoons C_{\text{aq}}^{2+}$
 $K = 1000 = 10^3$ à une température
 1) A $t=0$ et à T on mélange
 $(n_{A^{3+}})_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ et $(n_{B^{-}})_0 = 2 \cdot 10^{-4}$
 \rightarrow solution de volume $V = 450 \text{ ml}$
 $V = 0,45 \text{ L}$

a) Tableau descriptif

0,25	A^{3+}	B^{-}	\rightleftharpoons	C^{2+}
a' t=0	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$		0 (mol)
t > 0	$2 \cdot 10^{-4} - x$	$2 \cdot 10^{-4} - x$		x
t ₁	$2 \cdot 10^{-4} - x_f$	$2 \cdot 10^{-4} - x_f$		x_f

b) $\Pi = f(x)$?
 (0,5) $\Pi = \frac{[C^{2+}]^1}{[A^{3+}]^1 [B^{-}]^1} = \frac{x}{\left(\frac{2 \cdot 10^{-4} - x}{V}\right) \left(\frac{2 \cdot 10^{-4} - x}{V}\right)}$
 $\Pi = V \cdot \frac{x}{(2 \cdot 10^{-4} - x)^2}$

2) a' t = t₁ on a $n_{B^{-}} = 4 n_{C^{2+}}$

a) le système est-il en équilibre à t₁ ?
 (0,5) $n_{B^{-}} = 4 n_{C^{2+}}$ à t₁ \Rightarrow

$$2 \cdot 10^{-4} - x_1 = 4 x_1 \Rightarrow 5 x_1 = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$\rightarrow x_1 = \frac{2}{5} \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$= 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\Pi_1 = 0,45 \cdot \frac{0,4 \cdot 10^{-4}}{(2 \cdot 10^{-4} - 0,4 \cdot 10^{-4})^2} = \frac{0,45 \cdot 0,4}{(1,6)^2 \cdot 10^{-4}}$$

$$\Pi_1 = 703,125 \approx 703$$

$$\Pi_1 = 703 < K = 1000$$

$\Pi_1 \neq K$ le système n'est pas en équilibre

b) Composition du mélange à l'équilibre ?
 $\Rightarrow x_f = ?$

on a $\Pi_{\text{eq}} = K = V \cdot \frac{x_f}{(2 \cdot 10^{-4} - x_f)^2} = 1000$
 (0,5) $\Rightarrow 0,45 \cdot x_f = 1000 (2 \cdot 10^{-4} - x_f)^2$

$$0,45 x_f = 1000 (4 \cdot 10^{-8} + x_f^2 - 4 \cdot 10^{-4} x_f)$$

$$0,45 x_f = 4 \cdot 10^{-5} + 1000 x_f^2 - 4 \cdot 10^{-1} x_f$$

$$10^3 x_f^2 - 0,85 x_f + 4 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$x_f^2 - 8,5 \cdot 10^{-4} x_f + 4 \cdot 10^{-8} = 0$$

$$\Delta = (8,5 \cdot 10^{-4})^2 - 4 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 10^{-8} =$$

$$\Delta = 72,25 \cdot 10^{-8} - 16 \cdot 10^{-8} = 56,25 \cdot 10^{-8}$$

$$\rightarrow \sqrt{\Delta} = 7,5 \cdot 10^{-4}$$

$$(x_f)_1 = \frac{+8,5 \cdot 10^{-4} - 7,5 \cdot 10^{-4}}{2} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-4}$$

$$(x_f)_1 = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$(x_f)_2 = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{2} = 10^{-4} \text{ mol}$$

$$(x_f)_2 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$0 \leq x \leq 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
 donc ce dernier résultat est à rejeter

on a donc $x_f = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \Rightarrow$

$$(n_{A^{3+}})_f = (n_{B^-})_f = 2 \cdot 10^{-4} - x_f = 2 \cdot 10^{-4} - 0,5 \cdot 10^{-4} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$(n_{C^{2+}})_f = x_f = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

3/ a) $A^{3+} + B^- \rightleftharpoons C^{2+}$

à t ₀	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$0,5 \cdot 10^{-4}$
à t=0	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4} + 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-4} + 10^{-5}$
à t=0	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$0,6 \cdot 10^{-4}$

$$\Pi' = \sqrt{\frac{0,6 \cdot 10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 1,6 \cdot 10^{-4}}} = 0,45 \cdot \frac{0,6 \cdot 10^4}{1,5 \cdot 1,6}$$

$$\Pi' = 1,125 \Rightarrow K = 1000$$

\Rightarrow le système évolue spontanément dans le sens inverse

$\Rightarrow n_{A^{3+}}$ augmente

b) la nouvelle composition du mélange lorsque l'équilibre est atteint et $(n_f)_{eq} = 3,74 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$A^{3+} + B^- \rightleftharpoons C^{2+}$

à t=0	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$0,5 \cdot 10^{-4}$
t > 0	$1,5 \cdot 10^{-4} + x$	$1,6 \cdot 10^{-4} + x$	$0,5 \cdot 10^{-4} - x$
t _{eq}	$1,5 \cdot 10^{-4} + x_f$	$1,6 \cdot 10^{-4} + x_f$	$0,5 \cdot 10^{-4} - x_f$

$$(n_f)_{eq} = 1,5 \cdot 10^{-4} + x_f + 1,6 \cdot 10^{-4} + x_f + 0,5 \cdot 10^{-4} - x_f$$

$$(n_f)_{eq} = x_f + 3,7 \cdot 10^{-4} = 3,74 \cdot 10^{-4}$$

$$\Rightarrow x_f = (3,74 - 3,7) \cdot 10^{-4} = 0,04 \cdot 10^{-4}$$

$$x_f = 0,04 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

donc la composition finale est:

$$(n_{A^{3+}})_f = 1,5 \cdot 10^{-4} + x_f = 1,5 \cdot 10^{-4} + 0,04 \cdot 10^{-4} = 1,54 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$(n_{B^-})_f = 1,6 \cdot 10^{-4} + x_f = 1,6 \cdot 10^{-4} + 0,04 \cdot 10^{-4} = 1,64 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$(n_{C^{2+}})_f = 0,5 \cdot 10^{-4} - x_f = 0,5 \cdot 10^{-4} - 0,04 \cdot 10^{-4} = 0,46 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

③

1. analyse:

EX1 E=?

$L = 0,3 \text{ H}$; $r = ?$

$R_1 = 200 \Omega$; $R_2 = ?$

à t=0, on ferme K $\rightarrow \begin{cases} u_{R_1}(t) \\ u_b(t) \end{cases}$

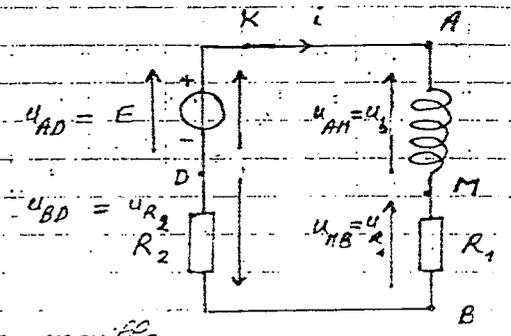
a) a) m.g. l'oscillogramme (a) $\rightarrow u_{R_1}(t)$?

à t=0, i=0 $\rightarrow u_{R_1} = R_1 \cdot i = 0$
 et progressivement il s'établit un courant permanent \Rightarrow (a) $\rightarrow u_{R_1}(t)$

b) l'établissement du courant permanent n'est pas instantané (régime transitoire ou s'établit avec un retard) car la bobine oppose par son inductance L (ou par sa f.e.m d'auto-induction)

à l'établissement du courant dans le circuit.

2) a) éq. diff. en $u_{R_1}(t)$



0,5

loi de mailles:

$$u_{AB} + u_{MB} + u_{BD} + u_{DA} = 0$$

$$u_b + u_{R_1} + u_{R_2} - E = 0$$

$$r i + L \frac{di}{dt} + R_1 i + R_2 i = E \quad \text{ou}$$

$$L \frac{di}{dt} + (R_2 + r) i + u_{R_1} = E \quad u_{R_1} = R_1 \cdot i \Rightarrow i = \frac{u_{R_1}}{R_1}$$

$$\frac{L}{R_1} \frac{du_{R_1}}{dt} + \frac{(R_2 + r) \cdot u_{R_1}}{R_1} + u_{R_1} = E$$

$$\frac{L}{R_1} \frac{du_{R_1}}{dt} + \frac{(R_1 + R_2 + r) \cdot u_{R_1}}{R_1} = E$$

$$\frac{L}{R_1} \frac{du_{R_1}}{dt} + (R_1 + R_2 + r) u_{R_1} = R_1 E \quad \text{ou}$$

$$\frac{du_{R_1}}{dt} + \frac{(R_1 + R_2 + r) u_{R_1}}{L} = \frac{R_1 E}{L}$$

éq. diff. du 1^{er} ordre en u_{R_1} avec second membre non nul.

b) la solution de cette éq. diff. est

0,5 $u_{R_1}(t) = U_1 (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \rightarrow \begin{cases} U_1 = ? \\ \tau = ? \end{cases}$

à t=0, $u_{R_1} = 0$

à t $\rightarrow +\infty \Rightarrow u_{R_1} = U_1$

$\frac{du_{R_1}}{dt} = \frac{U_1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \rightarrow$ on remplace ds l'éq. diff.

$$\Rightarrow \frac{U_1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{(R_1 + R_2 + r) U_1}{L} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = \frac{R_1 E}{L}$$

$$\left(\frac{1}{\tau} - \frac{R_1 + R_2 + r}{L} \right) U_1 e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{(R_1 + R_2 + r) U_1}{L} = \frac{R_1 E}{L}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{\tau} - \frac{R_1 + R_2 + r}{L} = 0 \\ \text{et} \\ \frac{(R_1 + R_2 + r) U_1}{L} = \frac{R_1 E}{L} \end{cases}$$



EX.2: oscillations libres d'un circuit RLC série

$E = 10 \text{ V}$; $C = 4 \mu\text{F} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ F}$
 bobine purement inductive $L = 1 \text{ H}$
 $R = 25,4 \Omega$

on charge complètement le condensateur

I) A.t. = 0, on bascule K au la position 2. $\rightarrow u_p(t)$

1) a) Au cours du temps, la tension

$u_p(t)$ prend des valeurs positives et négatives (alternativement) $\Rightarrow u_p(t)$ est une grandeur oscillante

b) Il s'agit d'un régime pseudo-

périodique car $u_p(t)$ oscille mais l'amplitude des oscillations diminue au cours du temps.

2) Equation différentielle en u_c ?

Loi des mailles

$u_{AM} + u_{NB} + u_{BA} = 0$

$u_c + u_R + u_L = 0$

$u_c + Ri + L \frac{di}{dt} = 0$

avec $i = \frac{dq}{dt}$ et $q = C \cdot u_c$

$\Rightarrow i = C \frac{du_c}{dt}$ et $\frac{di}{dt} = C \frac{d^2u_c}{dt^2}$

$\Rightarrow LC \frac{d^2u_c}{dt^2} + R \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$

ou $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0$

eq. diff. du second ordre en u_c avec second membre nul.

3) a) $q_H = ?$ a.t. = 0.

a.t. = 0 le condensateur est chargé

et se charge $q = q_A = C \cdot u_c = CE$

$q = C \cdot E = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ C} > 0$

ou $q_H = -q = -CE = -4 \cdot 10^{-5} \text{ C} < 0$

b) la pseudo-période T ?

5 div $\rightarrow 5\pi$ } $T = 4 \text{ div} = 4\pi \text{ ms}$

1 div $\rightarrow \pi$ } $T = 4\pi \text{ ms}$

(0,5)

ou la période propre est $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{1 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} = 2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

$T_0 = 4\pi \cdot 10^{-3} \text{ s} = 4\pi \text{ ms}$

$T = T_0 = 4\pi \text{ ms} \Rightarrow$ amortissement faible.

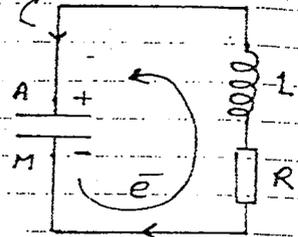
c) pour $t \in [0, \frac{T}{4}]$, signe de l'intensité du courant ?

$u_R < 0 \rightarrow i < 0$ car $u_R = Ri$

$i < 0 \Rightarrow i$ circule dans le sens contraire du sens choisi arbitrairement.

- le courant i sens arbitraire

réel i circule de A vers M à travers le circuit



- les électrons circule dans le sens inverse du courant réel, c.a.d. de M vers A à travers le circuit.

4) a) Expression de l'énergie totale E_T dans le circuit

$E_T = E_C + E_L = \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2$

$\frac{dE_T}{dt} = C u_c \frac{du_c}{dt} + L i \frac{di}{dt}$ car $i = C \frac{du_c}{dt}$

$\frac{dE_T}{dt} = i (u_c + L \frac{di}{dt}) = i (-Ri) = -Ri^2$

d'après l'éq. de $\frac{dE_T}{dt} = -Ri^2 < 0 \Rightarrow E_T$ est une fonction décroissante

(E_T diminue au cours du temps)

b) a.t. = 0, $u_p = 0 \Rightarrow i = 0 \Rightarrow E_L = 0$

donc $E_T = E_C + E_L = E_C$

l'énergie est purement électrostatique

a.t. = $\frac{T}{4}$; $u_R = -u_{Rmax} \Rightarrow E_L$ est max

et E_C minimale E_C pratiquement nulle.

donc $E_T = E_C + E_L = E_L$ l'énergie est purement magnétique.

c) $\Delta E = E_1 - E_0$

$E_0 = \frac{1}{2} C u_{cmax}^2 = \frac{1}{2} C \cdot E^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 10^{-6} (10)^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

$E_1 = \frac{1}{2} L I_{max}^2 = \frac{1}{2} L \left(\frac{u_{Rmax}}{R} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{L}{R^2} u^2$

$E_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{(25,4)^2} (-5)^2 = 1,9375 \cdot 10^{-4} \text{ J} \approx 1,94 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

$\Delta E = E_1 - E_0 = (1,94 - 2) \cdot 10^{-4} \text{ J}$

$\Delta E = -0,0625 \cdot 10^{-4} \text{ J} = -6 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

$\Delta E = -6 \cdot 10^{-6} \text{ J} = -6 \mu\text{J}$ cette variation est due à l'énergie dissipée par effet Joule dans la cause de la résistance.



a) 2 oscillations perd 6% de son énergie chaque demi-oscillation.

* $E_T(t=T) = ?$

$E'(T) = E_0 - 0,06E_0 = 0,94E_0$

$E(T) = E' - 0,06E' = 0,94E'$
 $= 0,94(0,94E_0) = (0,94)^2 E_0$

$(0,25)$ $= (0,94)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 1,7672 \cdot 10^{-4} J$

$E(T) = 1,77 \cdot 10^{-4} J = 0,177 mJ$

* $u_c = ?$ pour $t = T$

$E_T = \frac{1}{2} C u_{c,max}^2$ à $t=T \Rightarrow u_c = u_{c,max}$

$\Rightarrow u_c = u_{c,max} = \sqrt{\frac{2E_T}{C}}$

$(0,25)$ $u_c = u_{c,max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,7672 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-6}}} = 9,4 V$

$u_c = u_{c,max} = 9,4 V$ à $t = T$

II / circuit (L, C), $C = 4 \mu F$

$U = 10 V$ $L = 1 H$ (pure)

a) les oscillations se produisent sans agent extérieur (générateur) et sans résistance (amortissement)

$(0,25)$ \Rightarrow les oscillations sont libres non amorties (oscillations sinusoïdales)

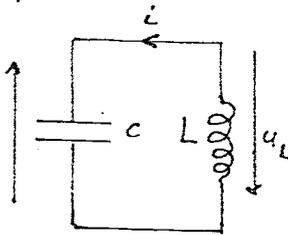
2) a) eq. diff. en q ?

Loi des mailles

$u_c + u_L = 0$

$\frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} = 0$

$(0,25)$ α $i = \frac{dq}{dt}$



$\Rightarrow L \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{C} \cdot q = 0$ ou eq. diff. du second ordre en q avec second membre nul.

b) la solution de cette équation est:

$q(t) = \varphi_{max} \sin(\omega_0 t + \alpha_q)$

$(0,25)$ $\omega_0 = ?$ $\varphi_{max} = ?$ $\alpha_q = ?$ à $t=0$

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{1 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}} = 500 \text{ rad.s}^{-1}$

$\varphi_{max} = CE = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 4 \cdot 10^{-5} C$

à $t=0$, $\left\{ \begin{array}{l} q = \varphi_{max} \sin \alpha_q \\ q = -\varphi_{max} \end{array} \right\} \Rightarrow$

$\sin \alpha_q = -1 \Rightarrow \alpha_q = -\frac{\pi}{2}$

donc $q(t) = 4 \cdot 10^{-5} \sin(500t - \frac{\pi}{2})$

c) $i(t) = ?$

$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = \omega_0 \varphi_{max} \cos(\omega_0 t + \alpha_q)$

$(0,25)$ $i(t) = \omega_0 \varphi_{max} \sin(\omega_0 t + \alpha_q + \frac{\pi}{2})$

$i(t) = 500 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \sin(500t - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2})$

$i(t) = 0,02 \sin(500t)$

$i(t) = I_{max} \sin(\omega_0 t + \alpha_i)$ avec

$I_{max} = 0,02 A$, $\alpha_i = 0$
 $\omega_0 = 500 \text{ rad.s}^{-1}$

3) arm. q. E se conserve?

$(0,25)$ $E = E_c + E_L = \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2$

$\frac{dE}{dt} = C u_c \frac{du_c}{dt} + L i \frac{di}{dt} = i(u_c + L \frac{di}{dt})$

$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow E = \text{constante}$ // l'énergie E se conserve

$E = E_{c,max} = E_{L,max} = \frac{1}{2} C \varphi_{max}^2$

$E = \frac{1}{2} L I_{max}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot (0,02)^2 = 2 \cdot 10^{-4} J$

b) $E_c = f(q)$? $E_L = g(q)$?

$(0,25)$ $E_c = \frac{1}{2C} q^2$ or $E = E_c + E_L$

$E_L = E - E_c = E - \frac{1}{2C} q^2$

$E_c = E_L \Rightarrow \frac{1}{2C} q^2 = E - \frac{1}{2C} q^2$
 $= \frac{1}{2C} \varphi_m^2 - \frac{1}{2C} q^2$

$(0,25)$ $\Rightarrow 2q^2 = \varphi_m^2 \Rightarrow q = \pm \frac{\varphi_m}{\sqrt{2}}$

$q = \pm \frac{4 \cdot 10^{-5}}{1,414} = \pm 2,829 \cdot 10^{-5} C$

$q = \pm 2,83 \cdot 10^{-5} C$

c) les courbes $E_c = f(q)$ et $E_L = g(q)$

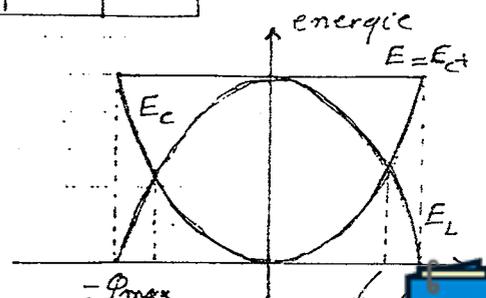
$E_c = \frac{1}{2C} q^2$ branche parabolique de concavité dirigée

$E_L = -\frac{1}{2C} q^2 + E$ vers le haut $(\frac{1}{2C})$

E_L est une branche parabolique de concavité dirigée vers le bas $-\frac{1}{2C}$ avec $q \in [-\varphi_m, \varphi_m]$

q	$-\varphi_m$	0	φ_m
E_c	$E_{c,max}$	0	$E_{c,max}$
E_L	0	$E_{L,max}$	0

$(0,25)$



$(0,25)$

Ex III

1) le mouvement de l'aimant
à travers la bobine produit
un courant induit. c'est le
phénomène d'induction
électromagnétique.

2) l'inducteur est l'aimant
l'induit est la bobine

3) Energie lumineuse (rayonnante)
due à E_c électrostatique dans le
condensateur
 E_m magnétique dans la
bobine

4) Les avantages de cette lampe
à induction

sans pile
sans pièce de rechange

Lycée El Khatij Sfax Professeur : M ^r Mourad Fgaier	Devoir de contrôle N°2 Sciences physiques	Durée : 2 ^h	Date : 19-01-12	Classe : 4 ^{ème} Math
---	--	------------------------	--------------------	-----------------------------------

- Le sujet comporte :

Chimie : - Loi de modération.
- Loi d'action de masse appliquée aux réactions acide- base.

Physique : -Oscillations électriques libres non amorties.
-Oscillations électriques forcées.

- Le sujet est réparti sur 4 pages numérotées de 1 à 4.
- La page -4- est à remplir et à remettre avec la copie.

CHIMIE : (7 points)

Exercice N°1 : (3,25 points)

Dans un récipient préalablement vide de volume V, on mélange **0,8 mol** de monoxyde de carbone CO(gaz) et **1,5 mol** de dihydrogène H₂ (gaz) à une température T₁.

L'équation de la réaction ayant lieu est : $\text{CO}_{(\text{gaz})} + 2 \text{H}_{2(\text{gaz})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{gaz})}$.

Un dispositif approprié permet de mesurer le nombre de mole de H₂ (gaz) restant à un instant t. Les mesures ont montré que lorsque l'équilibre est atteint le nombre de mole de dihydrogène restant est égal à **0,9 mol**.

1°/ Déterminer la valeur du taux d'avancement final de la réaction à la température T₁.

2°/ L'équilibre précédent étant atteint, on augmente la température à pression constante on constate que le nombre de mole de dihydrogène présent à la fin de la réaction augmente. Préciser, en le justifiant, le caractère énergétique de la réaction de synthèse du méthanol.

3°/ La température étant maintenue constante et égale à T₁. Préciser, en le justifiant, l'effet d'une augmentation de la pression sur l'équilibre et sur la constante d'équilibre de la réaction.

4°/ Comment varie la quantité de monoxyde de carbone CO présent à l'équilibre, si on additionne à température et volume constants du dihydrogène H₂? Justifier la réponse.

Exercice N°2 : (3,75 points)

Un mélange de volume V contient à l'état d'équilibre dynamique les entités chimiques suivantes :

Entité chimique	HF	C ₂ O ₄ ²⁻	HC ₂ O ₄ ⁻	F ⁻
Quantité de matière (mol)	10 ⁻²	10 ⁻²	2,5.10 ⁻³	4.10 ⁻³

1°/

- Donner les couples acide base formés à partir des quatre entités chimiques inscrites dans le tableau.
- Ecrire l'équation de la réaction qui met en jeu les deux couples tel que HC₂O₄⁻ est un réactif.
- Calculer la constante d'équilibre K de la réaction.
- Classer les deux couples selon la force croissante de leurs bases.

2°/ On ajoute au système en équilibre **1,5.10⁻³ mol** de HC₂O₄⁻ à la même température.

- Indiquer, en justifiant la réponse, le sens d'évolution spontané de la transformation.
- Calculer la nouvelle composition du mélange à l'équilibre.



PHYSIQUE (13 points)

Exercice N°1 : (6,5 points)

On étudie les oscillations libres non amorties d'un oscillateur électrique formé d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance $L = 0,2 \text{ H}$ et de résistance nulle. Figure-1-. Le condensateur est initialement chargé sous une tension U_0 .

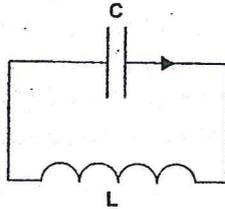


Figure-1-

1°/

- a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.
 b- Vérifier que $u_c(t) = U_0 \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_{u_c}\right)$ est solution de l'équation différentielle précédente.

2°/ Les courbes (1) et (2) de la figure-2- représentent l'évolution en fonction du temps de la tension instantanée $u_c(t)$ aux bornes du condensateur et de l'intensité instantanée $i(t)$ du courant qui traverse le circuit.

- a- Montrer que la courbe (1) correspond à $u_c(t)$.
 b- Soit I_m : l'intensité maximale de $i(t)$.
 Montrer que la capacité C du condensateur est exprimée par : $C = \frac{L \cdot I_m^2}{U_0^2}$. Calculer sa valeur.

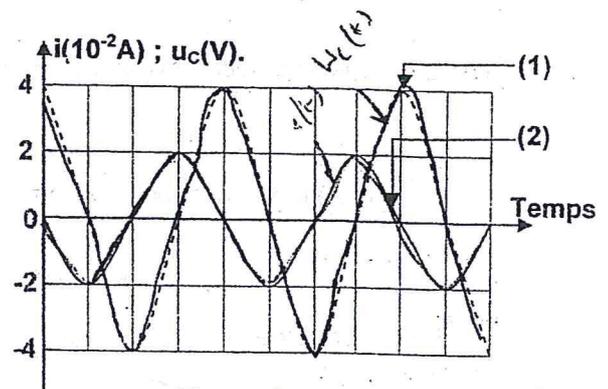


Figure-2-

3°/

- a- Déterminer l'expression de $i(t)$ et celle de la charge $q(t)$ du condensateur. On précisera pour chacune de ces grandeurs l'amplitude, la pulsation et la phase initiale.
 b- Etablir la relation liant q^2, i^2, ω_0^2 et Q_0^2 tel que ω_0 et Q_0 sont respectivement la pulsation propre de l'oscillateur et la charge maximale acquise par le condensateur.
 c- Déduire les valeurs de i lorsque $q = \frac{1}{\sqrt{2}} Q_0$.

4°/

- a- Montrer que l'énergie électromagnétique totale E emmagasinée par l'oscillateur étudié est constante.
 b- Calculer sa valeur.

5°/ En exploitant le caractère conservatif de l'oscillateur étudié retrouver l'équation différentielle établie précédemment.

6°/

- a- Montrer que l'énergie électrostatique $E_e(t)$ emmagasinée dans le condensateur et l'énergie magnétique $E_m(t)$ s'écrivent sous la forme de :

$$E_e(t) = \frac{1}{2} E [1 - \cos(2\omega_0 t + \pi)] \text{ et } E_m(t) = \frac{1}{2} E [1 + \cos(2\omega_0 t + \pi)].$$

- b- La courbe de la figure-3- de la page-4- représente l'évolution en fonction du temps de l'une de ces deux formes d'énergies. Laquelle? Justifier.
 c- Préciser l'échelle sur la figure-3- de la page-4- et tracer la courbe correspondante à l'autre forme d'énergie.



Exercice N°2 : (6,5 points)

Le circuit électrique de la figure-4- comporte en série :
 Un résistor de résistance $R = 80\Omega$.
 Une bobine d'inductance L et de résistance r .
 Un condensateur de capacité $C = 16\mu F$.
 Un ampèremètre de résistance négligeable.
 Un générateur G de basse fréquence impose aux bornes de l'ensemble une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt + \varphi_u)$ de fréquence N réglable et d'amplitude U_m constante.
 Lorsqu'on ajuste la fréquence N à la valeur $N_1=50\text{Hz}$, un oscilloscope bicourbe à deux entrées Y_1 et Y_2 permet de visualiser les oscillogrammes de la figure -5-.

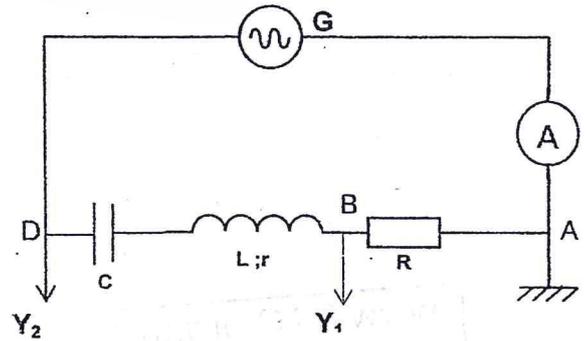


Figure-4-

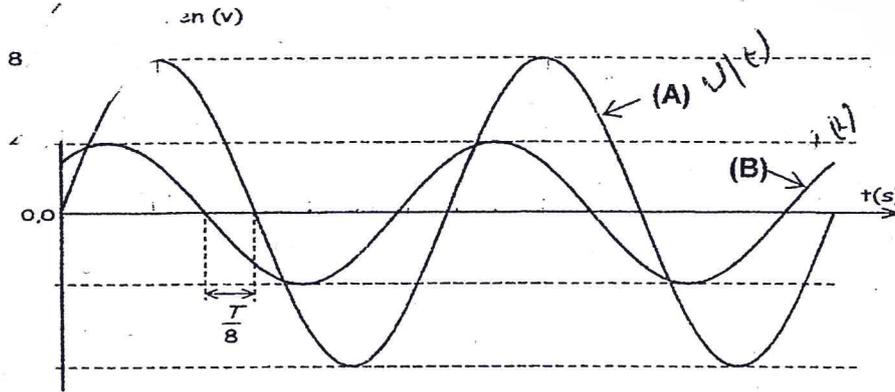


Figure-5-

1°/ En utilisant les oscillogrammes de la figure-5- :

- a- Montrer que l'oscillogramme (A) correspond à la tension $u(t)$.
- b- Quelle grandeur électrique, autre que la tension, peut être déterminée à partir de l'oscillogramme (B)?
- c- Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ de la tension $u(t)$ par rapport à $i(t)$.
Déduire si le circuit est inductif, capacitif ou résistif.
- d- Préciser les valeurs U_m , U_{Rm} et I_m . Calculer U_{Cm} .

2°/ L'équation différentielle reliant $i(t)$, sa dérivée première $\frac{di}{dt}$ et sa primitive $\int i dt$ est :

$$L \frac{di}{dt} + (R+r) i(t) + \frac{1}{C} \int i dt = U_m \sin(2\pi Nt + \varphi_u)$$

Cette équation différentielle admet comme solution $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$

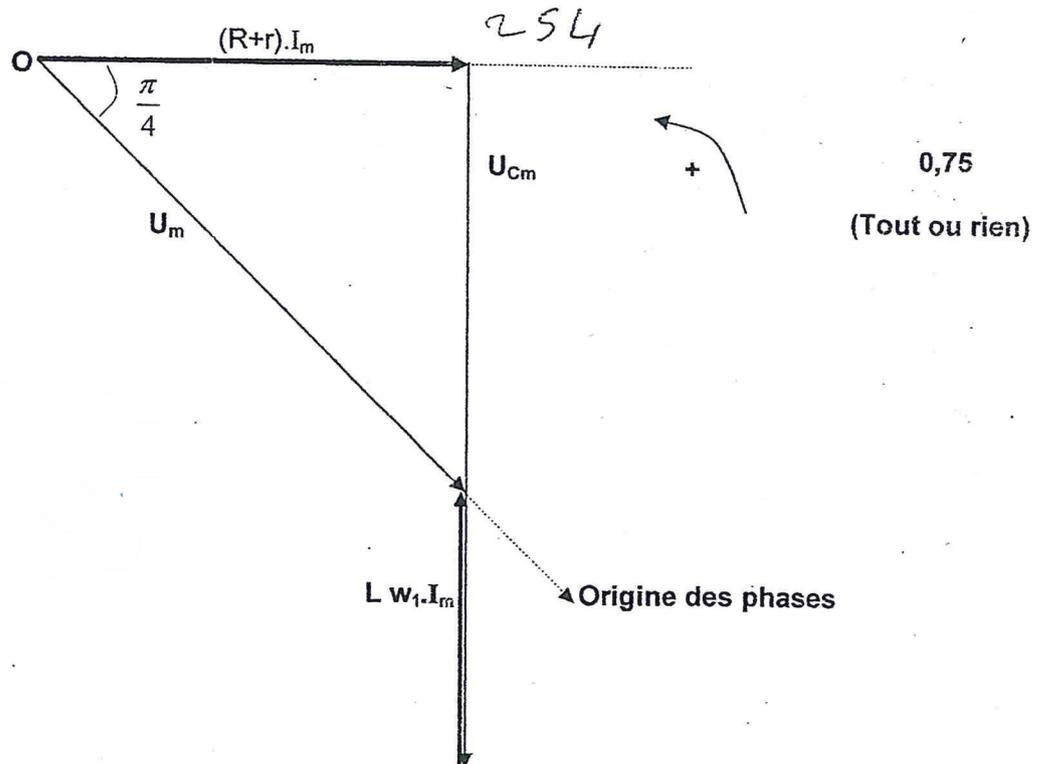
- a- Compléter la construction de Fresnel sur la figure -6- de la page -4- sur laquelle est représentée le vecteur qui correspond à la fonction sinusoïdale $\frac{1}{C} \int i dt$: Echelle : 1cm pour 1V.
- b- Déduire les valeurs de L et r .

3°/ Lorsqu'on ajuste la fréquence N du générateur à la valeur N_2 différente de N_1 , on constate que :

$$U_{BA} = 2 \cdot U_{DB}$$

- a- Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité.
- b- Déterminer l'expression de l'intensité du courant $i(t)$.
- c- Calculer le rapport $\frac{U_{Cm}}{U_m}$. De quel phénomène s'agit-il ?
- d- Représenter dans le même système d'axes les tensions $u(t)$ et $u_R(t)$ pour $N=N_2$.

Suite d'ex n° 2



b- $(R+r).I_m = 6V$ alors $r = \frac{6}{I_m} - R$ AN: $r = \frac{6}{0,05} - 80 = 40\Omega$ 0,25

$L w_1 . I_m = 3,9V$ alors $L = \frac{3,9}{w_1 I_m}$ AN: $L = \frac{3,9}{100\pi \cdot 0,05} = 0,248H \approx 0,25H$ 0,25

3°/

a- On a $U_{BA} = U_{DB} \Rightarrow Z_{BA} I = Z_{DB} I \Rightarrow Z_{BA} = Z_{DB} \Rightarrow R = 2 \sqrt{r^2 + (\frac{1}{Cw_2} - Lw_2)^2} \Rightarrow$

$R^2 = 4 r^2 + (\frac{1}{Cw_2} - Lw_2)^2 \Rightarrow (\frac{1}{Cw_2} - Lw_2)^2 = R^2 - 4 r^2$. AN: $(\frac{1}{Cw_2} - Lw_2)^2 = 80^2 - 4 \times 40^2 = 0 \Rightarrow$ 0,5

$\frac{1}{Cw_2} - Lw_2 = 0 \Rightarrow \frac{1}{Cw_2} = Lw_2 \Rightarrow w_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = w_0$ d'où le circuit est en état de résonance d'intensité.

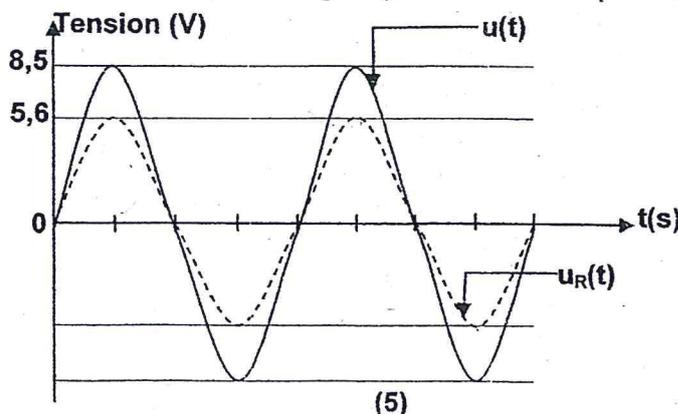
b- $i(t) = I_m \sin(w_2 t + \varphi_i)$. Avec $I_m = \frac{U_m}{R+r}$. AN: $I_m = \frac{8,5}{80+40} = 0,07A$, $w_2 =$

$w_2 = \frac{1}{\sqrt{0,25 \times 16 \cdot 10^{-6}}} = 500 \text{ rad.s}^{-1}$ et $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0$ alors $\varphi_i = \varphi_u =$

$i(t) = 0,07 \sin(500t)$ (A). 0,5

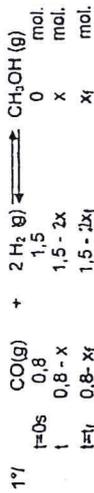
c- $\frac{U_{Cm}}{U_m} = \frac{9,94}{8,5} = 1,17 > 1$ alors il ya le phénomène de surtension. 0,5

d- $U_{Rm} = R I_m$. AN: $U_{Rm} = 80 \times 0,07 = 5,6$ A et $w_2 = w_0 = 500 \text{ rad.s}^{-1} > w_1 = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}$. 0,5



CHIMIE: (9 points)

Exercice N°1: (3,25 points)



* Détermination de X_m: On suppose que la réaction est totale et on a $\frac{n_{CO_2}}{1} > \frac{n_{H_2}}{2}$ alors

$1,5 - 2x_m = 0$ d'où $x_m = 0,75$ mol.

* Détermination de X_f: $n_{H_2, \text{restant}} = 1,5 - 2x_f = 0,9$ mol d'où $x_f = 0,3$ mol.

* Détermination de τ_f : $\tau_f = \frac{x_f}{x_m} \cdot \tau_f = \frac{0,3}{0,75} = 0,4$.

2°) Une augmentation de la température provoque l'augmentation du nombre de moles de dihydrogène restant c-a-d que l'équilibre a évolué dans le sens inverse qui est endothermique car d'après la loi de modération un système est en état d'équilibre à pression constante, une augmentation de la température favorise l'évolution du système dans le sens de la réaction endothermique par suite le sens direct (synthèse de méthanol) est exothermique.

3°) Un système est en état d'équilibre à température et à volume constants, une augmentation de la pression favorise la réaction qui tend à diminuer le nombre de mole du mélange gazeux (le sens direct) alors que la constante d'équilibre K reste constante, car elle dépend que de la température.

4°) Un système est en état d'équilibre à température et à volume constants, une augmentation de la concentration de H₂ favorise la réaction qui tend à diminuer la concentration de H₂ (sens direct) par suite la quantité de monoxyde de carbone CO diminue.

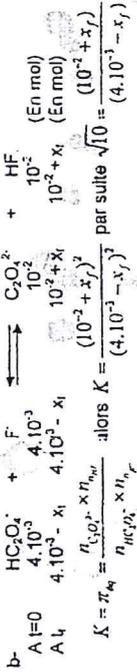
Exercice N°2: (3,75 points)



c- $K = \frac{[C_2O_4^{2-}][HF]}{[HC_2O_4^-][F^-]} = \frac{n_{C_2O_4^{2-}} \times n_{HF}}{n_{HC_2O_4^-} \times n_{F^-}} = \frac{10^{-2} \times 10^{-2}}{2,5 \cdot 10^{-3} \times 4 \cdot 10^{-3}} = 10$

d- $K = 10 > 1$, alors les espèces figurés dans les réactifs sont plus forts que ceux figurés dans les produits, par suite la base F⁻ est plus forte que C₂O₄²⁻.

2°) a- D'après la loi de modération relative aux concentrations, toute augmentation de la concentration de l'un des constituants d'un système en état d'équilibre chimique, à pression et température constante favorise le sens qui tend à diminuer la concentration de ce constituant; par suite l'ajout de $1,5 \cdot 10^{-3}$ mol de $HC_2O_4^-$ au système en équilibre favorise le sens direct.



d'où $0,0026 - 4,16 \times x_f = 0$ on trouve alors $x_f = 6,24 \cdot 10^{-4}$ mol.

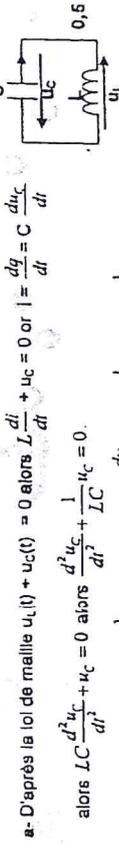
Composition molaire du mélange final:

$n_{HC_2O_4^-} = n_{F^-} = 4,1 \cdot 10^{-3} - x_f \cdot AN : n_{HC_2O_4^-} = n_{F^-} = 3,37 \cdot 10^{-3}$ mol.
 $n_{C_2O_4^{2-}} = n_{HF} = 10^{-2} + x_f \cdot AN : n_{C_2O_4^{2-}} = n_{HF} = 1,06 \cdot 10^{-1}$ mol.

PHYSIQUE: (13 points)

Exercice N°1: (6,5 points)

1°)



a- D'après la loi de maille $u_C(t) + u_L(t) = 0$ alors $L \frac{di}{dt} + u_C = 0$ or $u_C = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$

alors $LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} + u_C = 0$ alors $\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = 0$.

b- On a : $u_C(t) = U_0 \sin(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_{u_C})$ alors $\frac{du_C}{dt} = U_0 \frac{1}{\sqrt{LC}} \cos(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_{u_C})$

alors $\frac{d^2 u_C}{dt^2} = -U_0 \frac{1}{LC} \sin(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_{u_C})$

$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = -U_0 \frac{1}{LC} \sin(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_{u_C}) + U_0 \frac{1}{LC} \sin(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_{u_C}) = 0$.

$u_C(t) = U_0 \sin(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_{u_C})$ est une solution de l'équation différentielle précédente.

a- On a $u_C(t)$ est en quadrature retard par rapport à $i(t)$ or la courbe (7) atteint sa valeur max après la courbe (2) d'où la courbe (1) correspond à la tension $u_C(t)$.

b- On a $I_m = Q_0 \omega_0 \Rightarrow I_m^2 = Q_0^2 \omega_0^2 = (C^2 U_0^2) \times (\frac{1}{LC}) = \frac{CU_0^2}{L} \Rightarrow C = \frac{LI_m^2}{U_0^2}$

AN: $C = \frac{0,2 \times (2 \cdot 10^{-1})^2}{4} = 6 \cdot 10^{-9}$ F.

3°)

a- $i(t) = I_m \sin(\omega_0 t + \varphi_i)$ or $I_m = 2 \cdot 10^{-2}$ A ; $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ AN: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{0,25 \times 5 \cdot 10^{-9}}} = 10^3$ rad.s⁻¹.

à $t=0$ s, $i = I_m \sin \varphi_i = 0$ alors $\varphi_i = 0$ rad ou $\varphi_i = \pi$ rad or à $t=0$ s, la courbe (1) est décroissante alors $\frac{di(t)}{dt} < 0$ (alors $\cos \varphi_i < 0$ par suite $\varphi_i = \pi$ rad d'où $i(t) = 2 \cdot 10^{-2} \sin(10^3 t + \pi)$ (A).

* $q(t) = C \cdot u_C(t) = C \cdot U_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_{u_C})$ or $\varphi_{u_C} = \varphi_i$ donc $t=0$: $q = Q_0 \sin \varphi_i = Q_0$ alors $\sin \varphi_i = 1$ d'où $\varphi_i = \frac{\pi}{2}$ rad d'où $q(t) = 5 \cdot 10^{-9} \cdot 4 \cdot \sin(10^3 t + \frac{\pi}{2})$ (C).

b- On a : $q(t) = Q_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$ et $i(t) = Q_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_q)$ alors $q^2(t) = Q_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi_q)$ et $i^2(t) = Q_0^2 \omega_0^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi_q)$ alors

(2)



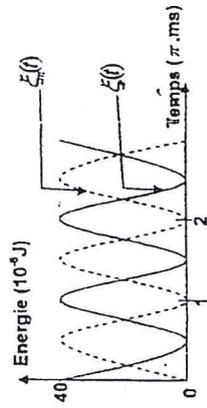


Figure-2-

Exercice N°2: (6,5 points)

1°)

a- on a $U_m = Z I_m$, avec $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (\frac{1}{C\omega} - L\omega)^2}$ et $U_{Rm} = Z_R I_m$, avec $Z_R = R$ alors $Z > Z_R$ par suite:

$U_m > U_{Rm}$. Or $U_{m,cosine(\omega t + \phi)}$ alors la courbe (A) correspond à la tension $u(t)$.

b- La grandeur électrique qu'on peut déterminer à partir de l'oscillogramme (B) est $i(t)$ puisque

$u_R(t) = R \cdot i(t)$ d'où $i(t) = \frac{u_R(t)}{R}$ et $R = \text{Constante} > 0$ alors $u_R(t)$ et $i(t)$ sont deux fonctions sinusoïdales

synchrones et en phase ($\phi_u = \phi_i$).

c- $\Delta\phi = \phi_u - \phi_i = \phi_u - \phi_i < 0$ puisque $u_R(t)$ est en avance de phase par rapport à $u(t)$ ($u_R(t)$ atteint

sa valeur maximale avant $u(t)$) par suite $\Delta\phi = \phi_u - \phi_i = -\omega \cdot \Delta t = -\frac{Z\pi}{f} \times \frac{f}{8} = -\frac{\pi}{4}$

Puisque $\Delta\phi = \phi_u - \phi_i = -\frac{\pi}{4}$ rad < 0 alors le circuit est capacitif.

d- $U_m = 8,5V$; $U_{Rm} = 4V$.

$U_{Rm} = R \cdot I_m$ alors $I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = \frac{4}{80} = 0,05A$.

$U_{Cm} = \frac{I_m}{2\pi N C} = \frac{0,05}{100\pi \cdot 16 \cdot 10^{-6}} = 9,947V \approx 9,95V$.

a- $L \frac{di}{dt} + (R+r)i(t) = U_m \sin(2\pi N t + \phi_u)$

$\frac{L\omega I_m \cos(\phi_i + \frac{\pi}{2})}{\sqrt{2}} + \frac{U_m \cos(\phi_i + \frac{\pi}{2})}{\sqrt{2}} = \frac{U_m \cos(\phi_i + \frac{\pi}{2})}{\sqrt{2}}$

Avec: $\omega = 100\pi$ rad.s⁻¹.

$U(t=0) = U_m \sin(\phi_u) = 0$ alors $\phi_u = 0$ ou $\phi_u = \pi$ rad.

Puisque $u(t)$ est croissante à $t=0$ alors $\cos(\phi_u) > 0$ donc $\phi_u = 0$ et par suite $\phi_i = \frac{\pi}{4}$ rad.

$\frac{q^2(t)}{Q_0^2} = \sin^2(\omega_0 t + \phi_0)$ et $\frac{i^2(t)}{Q_0^2 \omega_0^2} = \cos^2(\omega_0 t + \phi_0)$ alors $q^2(t) + i^2(t) = 1$ alors

$\frac{\omega_0^2 q^2(t) + i^2(t)}{Q_0^2 \omega_0^2} = 1$ alors $\omega_0^2 q^2(t) + i^2(t) = Q_0^2 \omega_0^2$ alors $i^2(t) = -\omega_0^2 q^2(t) + Q_0^2 \omega_0^2$.

c- Si $q = \frac{1}{\sqrt{2}} Q_0$ alors $i^2 = -\frac{1}{2} \omega_0^2 Q_0^2 + Q_0^2 \omega_0^2 = \frac{1}{2} \omega_0^2 Q_0^2$ alors $i = \pm \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_0 Q_0$.

AN: $i = \pm \frac{1}{\sqrt{2}} (2 \cdot 10^3 \times 10^3) = \pm 1,414 \cdot 10^2 A$.

4°) a- On a: $\xi = \xi_r + \xi_n = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L \cdot \dot{i}^2$.

$\frac{d\xi}{dt} = \frac{q}{C} \cdot \dot{i} + L \cdot \dot{i} \cdot \frac{di}{dt} = i \left(\frac{q}{C} + L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} \right)$ or après l'équation différentielle on a:

$L \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{C} = L \frac{d^2 i_C}{dt^2} + \frac{1}{C} i_C = 0$

alors l'énergie totale est conservée. $\frac{d\xi}{dt} = 0$ d'où

b- A $t=0$, on a $u_C = U_{Cm}$ alors $q = Q_0$ et $i=0$ alors $\xi = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C}$. AN: $\xi = \frac{1}{2} \frac{2 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^2 J$.

5°) On a: ξ est constante alors $\frac{d\xi}{dt} = 0$ alors $\frac{d\xi}{dt} = i \left(\frac{q}{C} + L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} \right) = 0$ or $i \neq 0$ d'où $\left(\frac{q}{C} + L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} \right) = 0$ alors

$L \frac{d^2 i_C}{dt^2} + \frac{1}{C} i_C = 0$ alors $\frac{d^2 i_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} i_C = 0$.

6°) a- $\xi_r(t) = \frac{1}{2} \frac{q(t)^2}{C}$ or $q(t) = Q_0 \sin(\omega_0 t + \phi_0)$ alors $\xi_r(t) = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} \sin^2(\omega_0 t + \phi_0)$ or

$\sin^2(\alpha) = \frac{1 - \cos(2\alpha)}{2}$ d'où $\xi_r(t) = \frac{1}{4} \frac{Q_0^2}{C} [1 - \cos(2\omega_0 t + 2\phi_0)]$. on a $E = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C}$ et $\phi_0 = \frac{\pi}{2}$ rad

par suite $\xi_r(t) = \frac{E}{2} [1 - \cos(2\omega_0 t + \pi)]$.

$\xi_n(t) = \frac{1}{2} L \dot{i}^2$ or $i(t) = Q_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t + \phi_0)$ alors $\xi_n(t) = \frac{1}{2} L \cdot Q_0^2 \omega_0^2 \cos^2(\omega_0 t + \phi_0)$ or

$\cos^2(\alpha) = \frac{1 + \cos(2\alpha)}{2}$ et $L \cdot \omega_0^2 = \frac{1}{C}$ d'où $\xi_n(t) = \frac{1}{4} \frac{Q_0^2}{C} [1 + \cos(2\omega_0 t + 2\phi_0)]$. on a $E = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C}$ et

$\phi_0 = \frac{\pi}{2}$ rad par suite $\xi_n(t) = \frac{E}{2} [1 + \cos(2\omega_0 t + \pi)]$.

b- A $t=0$, on a $U_C = U_0$ et $i=0$ alors $\xi_m = 0$ et $\xi_C = \xi_{Cmax} = \frac{1}{2} C U_0^2$ d'où la courbe de la figure-3 correspond à $\xi_r(t)$.

c- On a $\xi_r(t)$ est périodique et de période $T_{\xi_r(t)} = \frac{T_0}{2} = \frac{2\pi\sqrt{LC}}{2} = \pi\sqrt{LC}$.

AN: $T_{\xi_r(t)} = \pi\sqrt{0,2 \times 5 \cdot 10^{-6}} = \pi \cdot 10^{-3} s = \pi$ ms.

