

Modifications majeures du cours (document d'origine = version février 2020)

En rouge, modifications majeures (partie Réglementation)

INTRODUCTION

Intro- 2

Avant juin 2021, une bonne réponse donnait 3 points, une mauvaise réponse retirait 1 point et aucun point n'était compté quand aucune réponse n'était choisie. Le calcul des points donnait une note sur 60.

Intro - 4) Stratégie pour passer le certificat d'opérateur

a Jusqu'à la mise en application de l'arrêté du 2/03/21 (le lundi 6 juin), **un point négatif sera décompté pour chaque réponse fautive**, 3 points pour une bonne réponse et 0 points pour pas de réponse. Il faut donc assurer un certain nombre de réponses et ne répondre que si on est certain.

- Si on ne répond qu'à 10 ou 11 questions, aucune faute ne sera permise : $(10 \times 3) - 1 = 29 < 30$;
- Si on répond à 12 questions, une seule faute est tolérée : $(11 \times 3) - 1 = 32$
- **Si on répond à 13 questions, deux fautes sont possibles** : $(11 \times 3) - 2 = 31$
- Si on répond à 14 questions, trois fautes sont autorisées : $(11 \times 3) - 3 = 30$

C'est l'objectif de 13 questions au minimum dont on est certain de la réponse qu'il faut viser.

b L'arrêté du 2 mars 2021 (qui entrera en vigueur le lundi 6 juin 2021 dans les sessions d'examen) a modifié le calcul des points : une bonne réponse donnera 1 point et une mauvaise réponse (ou pas de réponse) donnera 0 point. Pour valider une épreuve, il faut obtenir la moyenne (10/20). En conséquence, il faudra **modifier la stratégie en répondant à toutes les questions**. Avec un peu de chance, si on répond correctement à 7 questions et au hasard pour les 13 autres, la moyenne serait obtenue $(7 + (13 \times 1/4) = 10,25)$. Bien entendu, pour « assurer la note », l'objectif est de répondre correctement à 10 questions.

REGLEMENTATION

Modification partielle du § R-1.1c

En vertu de l'article L42-4 du CPCE, le ministre chargé des communications électroniques fixe les conditions d'obtention du certificat d'opérateur et les modalités d'attribution des indicatifs utilisées par les stations radioélectriques. En fait, c'est le Premier Ministre qui a signé l'arrêté du 21/09/00 fixant les conditions d'obtention des certificats d'opérateur du service amateur. Ce second texte fondamental a été complété par un arrêté modificatif daté du 30/01/09 qui précise les conditions d'attribution et de retraits des indicatifs, un arrêté modificatif du 23/04/12 qui a supprimé l'examen de code Morse et le certificat « novice » (ex-F0) et un arrêté modificatif du 02/03/21 qui a modifié les conditions d'examen (suppression du point négatif en cas de mauvaise réponse) et a mis à jour le programme des épreuves.

Modification du § R-1.1d9 (et création d'un signet R-1.1d10)

d9 Le 6 mars 2021, deux arrêtés (tous deux datés du 2 mars) sont publiés au JO : le premier modifie les conditions d'obtention de l'examen (**suppression du point négatif en cas de réponse fautive**) et étoffe le programme de l'épreuve de technique (**traitement numérique du signal**) conformément à la recommandation T/R 61-02. Le second arrêté met à jour les conditions d'exploitation et les bandes autorisées dans les Collectivités d'Outre-Mer où l'Arcep n'est pas compétente.

d10 Un décret créant l'article D99-4 du CPCE pourrait autoriser la connexion à un réseau ouvert au public (le projet de texte a été présenté lors d'une consultation écrite en 2018 et, à la date de publication de ce document, n'est pas encore publié)

Complément du § R-1.2a (préfixe définissant la bande passante nécessaire)

- o la largeur de bande nécessaire est codée par un préfixe composé de 3 chiffres et 1 lettre et commence par un chiffre compris entre 1 et 9. La lettre (G pour GHz, M pour MHz, K pour kHz et H pour Hz) remplace

- la virgule décimale : 90 Hz = 90H0, 400 Hz = 400H, 2,7 kHz = 2K70 et 6 MHz = 6M00. Le code ayant 4 caractères, les nombres seront arrondis si nécessaire : 15,84 GHz = 15G8 et 15,85 GHz = 15G9
- des détails sur le signal transmis et la nature du multiplexage forment un suffixe facultatif à 2 lettres.

R-1.2b (exemple avec la BLU)

J3E = Téléphonie ; modulation d'amplitude BLU, porteuse supprimée (= BLU, sans différenciation BLI / BLS)
(avec une bande passante de 2,7 kHz (BF de 300 à 3000 Hz), le code avec préfixe sera : 2K70J3E)

R-1.3c (rayonnements non essentiels)

Réécriture du paragraphe §R-1.3c (pas de modification dans l'esprit ni informations complémentaires)

R-2.1b (tableau des fréquences attribuées) :

Suppression du commentaire (8) lié à la mise à jour du tableau avec le projet d'arrêté pour la région 3 (CTOM non gérées par l'ARCEP), modification des renvois 6 et 7 en renvois a et b dans le tableau des fréquences et dans les commentaires

R-3.3 (déroulement d'un contact) :

D'autre part, l'annexe de la décision 12-1241 prévoit que l'utilisateur d'une station du service d'amateur:

- s'assure préalablement que ses émissions ne brouilleront pas des émissions déjà en cours d'autres utilisateurs radioamateurs (toujours écouter la fréquence avant de passer en émission...).
- ne doit pas utiliser la même fréquence en permanence
- ne pas brouiller volontairement des émissions déjà en cours;
- ne pas installer une station répétrice, ou utiliser une classe d'émission, pour un usage personnel ou pour un groupe restreint.

R-4.2a (portable, mobile ou maritime mobile) :

Pour une utilisation portable, mobile ou maritime, l'indicatif d'appel personnel devra être complété de la lettre /P, /M ou /MM (dernier alinéa de l'article 7 de l'arrêté du 21/09/00 modifié) dans les cas suivants :

a R-4.3) Les installations de radio-club sont utilisées sous la responsabilité du titulaire de l'indicatif d'appel du radio-club. Le responsable des installations du radio-club doit être titulaire d'un certificat d'opérateur HAREC (« classe unique » français ou équivalent). **Pour la demande d'un nouvel indicatif de radio-club, un récépissé de déclaration de l'association délivré par l'autorité compétente doit être fourni.** La station d'un radio-club peut être exploitée par tout opérateur titulaire d'un indicatif d'appel, en utilisant l'indicatif du radio-club suivi de son indicatif personnel (article 7 de l'arrêté du 21/09/00 modifié). L'utilisateur de la station doit émettre sur une bande, dans un mode et avec une puissance autorisés à sa classe d'opérateur. Outre les mentions habituelles (voir §R-4.1), le journal de bord du radio-club indique les indicatifs d'appel des utilisateurs de la station.

Suppression du paragraphe relatif au projet de modification de l'arrêté du 21/09/00 (tutorat)

Exemple : un opérateur manœuvrant la station d'un radio-club s'identifiera par « F6KGL/F6GPX » en CW ou « Foxtrot 6 Kilo Golf Lima opéré par Foxtrot 6 Golf Papa X-ray » en téléphonie.

a R-4.4) Sanctions : l'article 7-3 de l'arrêté du 21/09/00 modifié a rétabli les sanctions et prévoit qu'en cas de manquement à la réglementation ou aux **conditions d'utilisation d'un réseau ouvert au public** ou en cas d'usurpation d'indicatif, **l'indicatif attribué** par l'administration **peut être suspendu** pour une durée maximum de trois ans **ou révoqué définitivement**. La décision de suspension ou de révocation est motivée, proportionnelle à la gravité du manquement et notifiée à l'intéressé. Elle est prise, dans le cadre d'une procédure contradictoire, par l'autorité administrative qui a délivré l'indicatif à son initiative, sur proposition de l'ANFR, de l'ARCEP, des départements ministériels chargé de la sécurité publique, de la justice, de la défense nationale ou à la vue de rapports d'infractions transmis par des administrations

étrangères ou des organismes internationaux spécialisés ». La sanction ne peut donc pas être prise à la demande directe d'une personne ou d'une association.

R-4.6) Formation des indicatifs d'appel : *tous les indicatifs d'appel français sont formés selon les règles de la disposition S19-68 du RR et de l'annexe 4 (grille de codification des indicatifs des services d'amateur) de l'arrêté du 21/09/00 modifié. L'adresse déclarée de la station détermine son préfixe. Les indicatifs d'appel sont notifiés par l'ANFR pour l'année civile et sont reconduits tacitement (avant 2015 : par le Ministère, par le Haut-Commissaire de la République en Nouvelle Calédonie et en Polynésie Française, par l'Administrateur supérieur à Wallis & Futuna et dans les Terres Australes Antarctiques Françaises ou par le Préfet à Mayotte). Pour les notifications d'indicatifs d'appel personnel, le document comporte : le nom, le prénom, la date de naissance, l'adresse déclarée, le numéro de certificat d'opérateur délivré au titulaire et la date de délivrance.*

R-4.6c (indicatifs spéciaux) :

La demande, déposée au moins 20 jours ouvrables avant la date d'utilisation de l'indicatif, comportera : le nom, l'adresse et l'indicatif du demandeur (qui ne peut être qu'un opérateur HAREC), le lieu d'installation de la station (adresse physique et position au format WGS84), la liste des opérateurs, l'intitulé de l'évènement et les dates d'utilisation. Le demandeur joindra une copie de sa notification d'indicatif d'appel, cette copie n'est pas nécessaire pour les autres opérateurs déclarés. L'adresse et la position de la station temporaire étant définies dès la demande, l'exploitation en portable ou en mobile est interdite. La notification de l'indicatif d'appel reprendra tous les éléments de la demande. La suppression de la taxe annuelle s'applique aussi aux indicatifs spéciaux (24 € avant 2019)

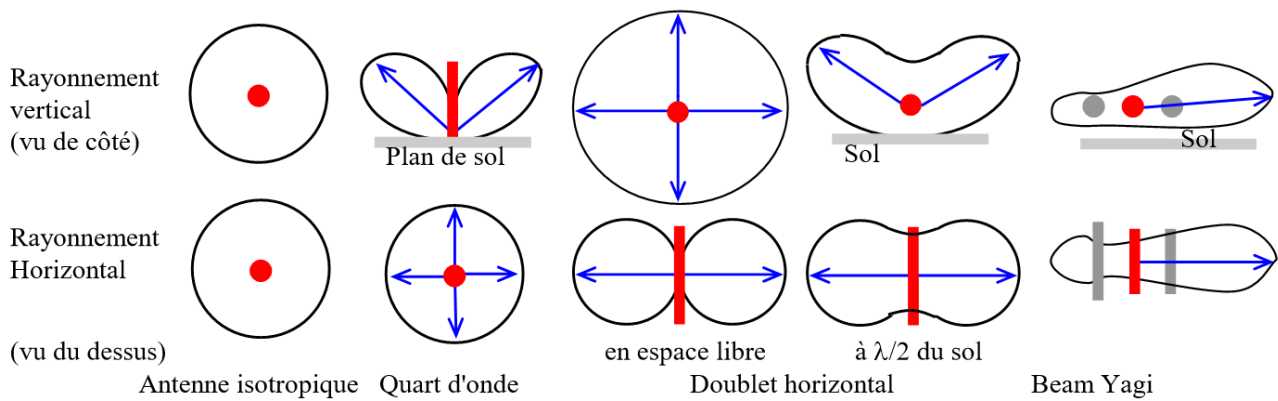
R-4.6e (annuaire ANFR) :

Les stations de radio-club, les relais et les balises et leurs responsables ne peuvent figurer en liste orange. Pour les indicatifs spéciaux dont la date de validité n'est pas échue, l'annuaire comporte l'indicatif attribué, la période de validité et l'intitulé de l'évènement, le nom, le prénom, l'adresse et l'indicatif personnel du radioamateur responsable

R-4.7e (RA étrangers en séjour pour plus de 3 mois) :

e Pour **les séjours de plus de 3 mois en France**, les radioamateurs étrangers titulaires d'un certificat d'opérateur conforme à la recommandation CEPT T/R 61-02 (HAREC) ou originaires d'un pays ayant signé un accord avec la France doivent demander un indicatif d'appel temporaire (*article 7-2 de l'arrêté du 21/09/00 modifié, depuis 2019, il n'y a plus de taxe annuelle*). **Les demandeurs devront apporter la preuve que leur certificat étranger est bien un équivalent HAREC et devront fournir un justificatif de validité de leur indicatif étranger et de leur résidence effective de plus de 3 mois sur le territoire national.** Selon le pays d'origine, le suffixe de l'indicatif d'appel sera de la série VAA à VZZ ou WAA à WZZ (*annexe 4 de l'arrêté du 21/09/00 modifié, voir § R-4.6a*). Malheureusement, tous les pays ne proposent pas cette opportunité pour les séjours de longue durée. Dans de nombreux pays de la CEPT, les radioamateurs étrangers auront à repasser les examens locaux pour obtenir un indicatif du pays visité.

R-5.2g diagramme de rayonnement (modification du rayonnement vertical du doublet en espace libre et ajout du diagramme de rayonnement du doublet à $\lambda/2$)



TECHNIQUE

Modification image de l'exemple n°2 (§ 3.2)

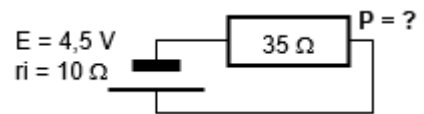
2) Calculer la puissance dissipée dans la résistance

Réponse :

calcul de I_R : $I = U / R = E / (R + r_i) = 4,5 / (35 + 10) = 0,1 \text{ A}$

calcul de P_R : $P = R \cdot I^2 = 35 \times 0,1^2 = 35 \times 0,01 = 0,35 \text{ W} = 350 \text{ mW}$

ajout des caractéristiques de la pile à gauche du schéma et suppression du commentaire



Refonte du § 4.3b (et ajout de signets complémentaires)

b Le **facteur Q** définit la qualité d'un circuit. Si L et C sont en parallèle (circuit bouchon ou parallèle), Q est le rapport obtenu en divisant l'impédance à la résonance (Z) par la partie réactive de la bobine ou du condensateur (X_L ou X_C , les deux valeurs étant identiques à la résonance). Si L et C sont en série, le rapport est inversé. Plus Q est faible, plus l'oscillation du circuit s'amortit rapidement car l'énergie disponible est dissipée dans R.

b1 Calcul du **facteur Q d'un circuit bouchon** : $Q_{\text{bouchon}} = Z_{\text{bouchon}} / X_L$ ou $Q_{\text{bouchon}} = Z_{\text{bouchon}} / X_C$

On a vu que : $Z_{\text{bouchon}} = L / (C \times R)$ et on verra au §4.6a que $X_L (=X_C) = \sqrt{L / C}$. En remplaçant les valeurs Z_{bouchon} et $X_L (=X_C)$: $Q_{\text{bouchon}} = [L / (C \times R)] / [\sqrt{L / C}]$. Après transformation : $Q_{\text{bouchon}} = \sqrt{L / C} / R$,

b2 Calcul du **facteur Q d'un circuit série** : $Q_{\text{série}} = X_L / Z_{\text{série}} = X_L / R$ ou $Q_{\text{série}} = X_C / Z_{\text{série}} = X_C / R$

On verra au §4.6a que $X_L (=X_C) = \sqrt{L / C}$ et on a vu que $Z_{\text{série}} = R_{\text{série}}$. En remplaçant les valeurs $X_L (=X_C)$ et $Z_{\text{série}}$, on obtient donc : $Q_{\text{série}} = \sqrt{L / C} / R$ soit la même formule que Q_{bouchon}

Autre présentation : $Q = \sqrt{L/C/R^2}$ ou formule simplifiée : $Q_{\text{bouchon}} = Q_{\text{série}} = \sqrt{[L(\mu\text{H}) / C(\text{pF})] / R(\text{k}\Omega)}$

Dans l'exemple du circuit bouchon ou du circuit série : $X_L = 2\pi FL = 6,28 \times 3,18.10^6 \times 25.10^{-6} = 499,26 \Omega \approx 500 \Omega$

ou $X_C = 1/(2\pi FC) = 1/(6,28 \times 3,18.10^6 \times 100.10^{-12}) = 1/(1,997.10^{-3}) = 500,75 \Omega \approx 500 \Omega$

donc : $Q_{\text{bouchon}} = Z_{\text{bouchon}} / X_L = Z_{\text{bouchon}} / X_C = 12500 / 500 = 25$

ou $Q_{\text{bouchon}} = \sqrt{L / C} / R = \sqrt{25.10^{-6} / 100.10^{-12}} / 20 = \sqrt{0,25.10^6} / 20 = 0,5.10^3 / 20 = 500 / 20 = 25$

$Q_{\text{série}} = X_L / R = 500 / 20 = 25$ (le résultat est identique à Q_{bouchon} bien que la formule ne soit pas la même)

Sur une calculette :

en écriture naturelle : $Q = \sqrt{[L / C] / R} = \sqrt{[25.10^{-6} / 100.10^{-12}] / 20} = 25$

formule simplifiée : $Q = \sqrt{[L(\mu\text{H}) / C(\text{pF})] / R(\text{k}\Omega)} = \sqrt{(25/100) / 0,02} = 0,5 / 0,02 = 25$

b3 Dans le circuit parallèle, L et C étant en parallèle, on a : $Q_{\text{parallèle}} = Z_{\text{parallèle}} / X_L = Z_{\text{parallèle}} / X_C = R / X_L = R / X_C$ et, comme verra au §4.6a, $X_L = X_C = \sqrt{L / C}$ d'où : $Q_{\text{parallèle}} = R / [\sqrt{L / C}]$

Dans l'exemple du circuit parallèle : $Q_{\text{parallèle}} = R / X_L = R / (2\pi FL) = 12500 / (6,28 \times 3,18.10^6 \times 25.10^{-6}) = 12500 / 500 = 25$
ou $Q_{\text{parallèle}} = R / [\sqrt{L / C}] = 12500 / [\sqrt{25.10^{-6} / 100.10^{-12}}] = 12500 / \sqrt{0,25.10^6} = 12500 / 500 = 25$. Avec des valeurs pour L et C identiques et lorsque $R_{\text{parallèle}} = X_L^2 / R_{\text{bouchon}} = X_C^2 / R_{\text{bouchon}} = (L/C) / R_{\text{bouchon}}$, le circuit parallèle et le circuit bouchon ont le même facteur Q.

b4 La tension aux bornes d'un circuit bouchon à la fréquence de résonance sera fonction de la puissance du signal à l'entrée du circuit et de son impédance à la résonance (d'où l'autre nom du facteur Q pour un circuit bouchon : **coefficient de surtension**). Dans notre exemple de circuit bouchon, avec une puissance de 50 pW, correspondant à un signal S9 (soit 50 μV sous 50 Ω , voir §11.4), la tension aux bornes du circuit bouchon sera de : $U = \sqrt{P \times$

$Z) = \sqrt{(50 \cdot 10^{-12} \times 12,5 \cdot 10^3)} = \sqrt{(625 \cdot 10^{-12+3})} = 7,9 \cdot 10^{-4} = 790 \mu V$ (soit un écart égal à la racine carrée du rapport des impédances : $790 / 50 = 15,8$ et $\sqrt{(12500 / 50)} = \sqrt{(250)} = 15,8$).

Dans un circuit série, le facteur Q est égal au rapport de la tension efficace aux bornes du condensateur U_C divisé par la tension efficace U aux bornes du circuit RLC lorsque le circuit est à la fréquence de résonance. En effet, $Q = X_C / R = X_C \cdot I / R \cdot I = U_C / U$. Si Q est grand, la tension aux bornes du condensateur peut prendre des valeurs élevées par rapport à la tension aux bornes de l'ensemble. Q apparaît comme un facteur de surtension.

b5 Les valeurs que prennent Z et Q selon le circuit utilisé sont récapitulées dans le tableau ci-contre. On verra au §4.6a une variante de la loi de Thomson : $X_L = X_C = \sqrt{L / C}$ à la résonance.

Circuit	Bouchon	Série	Parallèle
Z	$L / (C \cdot R)$	R	R
Q	$Q = Z / X_L$ $\sqrt{(L / C)} / R$	$Q = X_L / Z$ $\sqrt{(L / C)} / R$	$Q = Z / X_L$ $R / [\sqrt{(L / C)}]$

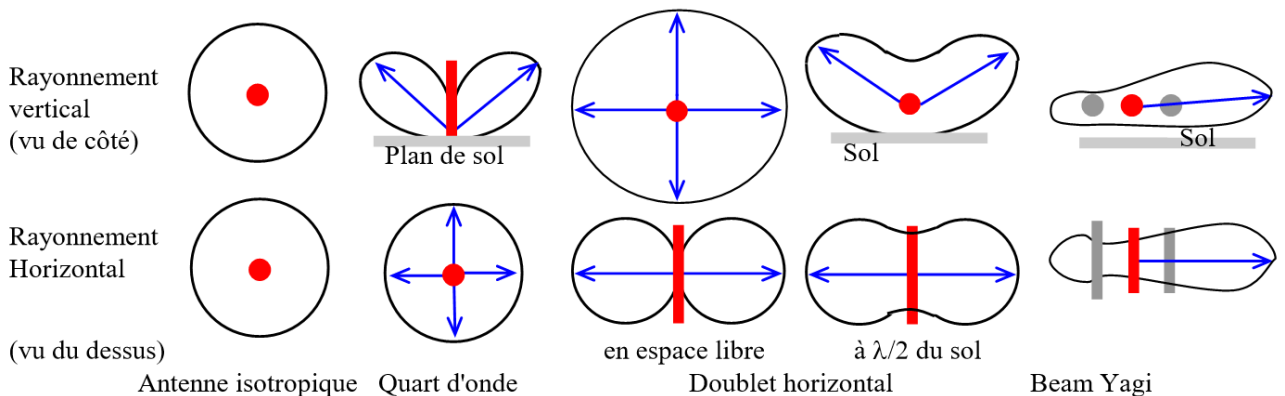
Mise à jour du §9.3g

g L'activité solaire est mesurée par deux indices fortement corrélés, F_s et R . F_s (ou ϕ , lettre grecque minuscule phi) est le flux solaire et est mesuré par le bruit solaire sur 2,8 GHz en $W/Hz/m^2$. F_s a une valeur comprise entre 60 et 300. L'indice R (ou nombre de Wolf) exprime le nombre relatif de taches solaires observées (les taches les plus grosses ont une valeur plus forte, IR_5 est la moyenne des indices R des cinq derniers mois). L'indice R a une valeur comprise entre 0 et 200. Plus les indices F_s et R sont élevés, plus forte est l'activité solaire. Les cycles de l'activité solaire durent en moyenne 11 ans et sont numérotés depuis 1755. Le dernier cycle ($n^\circ 24$) a débuté en 2009, a connu son maximum en 2014 ($R = 116$) et a eu l'activité la plus faible depuis 100 ans ($R = 0$ pendant plus de 100 jours en 2019). Le cycle $n^\circ 25$ a débuté au printemps 2020. Les éruptions solaires (générant les tâches) sont imprévisibles et provoquent instantanément une augmentation des rayons X et UV avec un effet significatif sur l'ionosphère.

L'activité magnétique terrestre influe sur la propagation car la magnétosphère est voisine de l'ionosphère. Cette activité est mesurée par les indices K et A . L'indice K (de 0 à 9) est fonction de l'intensité du champ magnétique (mesuré en nT, nanoteslas) pour une latitude donnée. L'indice A reflète l'activité géomagnétique issue des gaz ionisés chauds et magnétisés amenés par le vent solaire (particules éjectées du soleil lors des éruptions). Ces particules arrivent sur Terre en 2 ou 3 jours et le champ magnétique de la Terre les empêche de pénétrer sauf aux pôles créant des orages géomagnétiques (et des aurores boréales), ce qui nuit à la propagation des ondes car elles sont atténuées, notamment par la couche D.

Modification du §9.7 (b et c)

b Les lobes de rayonnement se dessinent dans le plan vertical (on fait une « coupe » selon l'axe du rayonnement maximum) ou horizontal (comme si on était au-dessus de l'antenne). Les diagrammes de rayonnement se représentent aussi par des volumes. Les volumes de chacun des diagrammes de rayonnement représentés ci-dessous doivent être égaux car le volume représente la puissance émise qui est répartie différemment selon le type d'antennes. Dans les diagrammes, le plan de sol, les éléments parasites et le sol sont représentés en gris.



c Les diagrammes sont issus de mesures du rayonnement de l'antenne. Cette mesure ne doit pas être effectuée dans la zone de champ proche (zone de Rayleigh, à moins d'une demi longueur d'onde). Tout obstacle (y compris le sol) à proximité de l'antenne (à moins de 3 longueurs d'onde de distance) amènera des déformations dans les diagrammes : en espace libre, le diagramme d'un doublet ressemble à un tore rond dont le centre est très fin alors qu'à $\lambda/2$ du sol, le diagramme prendra la forme d'une banane...

Modification du §Entraînement, page Bibliographie :

- Les sites non officiels proposant des entraînements à l'examen foisonnent. On retiendra les pages suivantes :
 - o **Exam'1** : <https://f6kgf-f5kff.fr/Exam1/>. Ce logiciel gratuit reflète les conditions réelles de l'examen et dispose de nombreux outils pour progresser et travailler en groupe. *René F5AXG nous a quittés en 2013 mais la base de données des questions est mise à jour régulièrement.*
 - o **Exam'1 Web** : Valentin F4HVV, membre lui aussi de l'ADRI38, a développé une version « full web » utilisable avec tous les navigateurs et hébergée sur les serveurs du REF à cette adresse : <https://exam1.r-e-f.org/>
 - o **Exam'1 Androïd** : *Jérémy F4HKA, membre de l'ADRI38 (F5KGA), a développé une application Android disponible sur : <https://play.google.com/store/apps/details?id=copernic.web.exam1android&hl=fr>. Depuis juin 2020, une nouvelle version développée par Maxime (avec une ergonomie proche de la version web et une mise à jour automatique de la base de données des questions lors du premier lancement de l'application) est disponible sur <https://play.google.com/store/apps/details?id=dev.favier.exam1radioamateur>*