

TS SPÉ Thème : Son et musique	<u>ECE : Tracer le diagramme de directivité d'un émetteur US</u>
-------------------------------------	---

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

Compétences exigibles du B.O.	<p>Son et musique Émetteurs et récepteurs sonores</p>
Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet on demande au candidat de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proposer un montage permettant de réaliser les mesures nécessaires au tracé du diagramme de directivité d'un émetteur d'ultrasons. • Réaliser ces mesures. • Effectuer sur ces mesures les calculs permettant le tracé du diagramme pour en déduire un domaine angulaire d'émission.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) ; coefficient 2 • Réaliser (REA) ; coefficient 3 • Valider (VAL) ; coefficient 1
Préparation du poste de travail	<p>Précaution de sécurité : tous les appareils électriques qui doivent être connectés au secteur le seront avant l'arrivée du candidat.</p> <p>Prévoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Imprimer à l'avance les solutions partielles ou totales à remettre aux élèves selon leur difficulté. • L'ordinateur est en fonctionnement et le tableur est ouvert et réduit dans la barre des tâches.
Déroulement de l'épreuve Gestion des différents appels	<p>Minutage conseillé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (20 min) • Réaliser (30 min) • Valider (10 min) <p>Il est prévu 4 appels obligatoires de la part du candidat. Lors de l'appel 1, l'examineur vérifie le schéma du protocole. Lors de l'appel 2, l'examineur vérifie une mesure. Lors de l'appel 3, l'examineur vérifie la formule de calcul et le tracé du diagramme. Lors de l'appel 4, l'examineur vérifie l'exploitation du diagramme et la conclusion.</p> <p>Le professeur observe le candidat en continu. Dans la partie « réaliser » le professeur est attentif à la façon dont le candidat évolue dans l'environnement du laboratoire, organise son poste de travail, utilise le matériel avec pertinence, respecte les procédures et les règles de sécurité.</p>
Remarques	

1. Pour chaque poste

Paillasse élèves :

- 1 x émetteur d'ultrasons
- 1 x récepteur d'ultrasons
- 1 x générateur électrique adapté à l'alimentation de l'émetteur
- 1 x disque gradué type disque optique d'étude de la réfraction ou feuille avec cercle gradué imprimé
- 1 x multimètre
- 1 x oscilloscope
- 1 x ordinateur allumé avec OpenOffice ou LibreOffice ouvert

Paillasse professeur :

- petits morceaux de tissus (autant que de groupes)
- rouleau de papier adhésif pour bloquer l'émetteur ou le récepteur

Documents mis à disposition des élèves :

- éventuellement une notice logiciel pour programmer une formule dans OpenOffice ou LibreOffice

2. Particularités du sujet, conseils de mise en œuvre

Il est conseillé de disposer des pièces de tissu sur la surface du disque gradué entre l'émetteur et le récepteur. Cela évite certains phénomènes d'onde stationnaire pouvant perturber les mesures. Cette pièce pourra être ajoutée juste après le contrôle du montage.

La présence de papier adhésif est fortement recommandée car l'émetteur, à cause des fils d'alimentation, peut bouger pendant la rotation du disque. Il est alors nécessaire de le rendre solidaire du disque.

L'oscilloscope est présent dans le cas où le candidat souhaiterait observer la forme du signal reçu et en déduire le calibre à utiliser ou pour mesurer directement la tension maximale. Dans ce sujet, on n'entre pas dans la distinction tension maximale, tension efficace. Le professeur est libre de le mettre ou non à disposition du candidat.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

Compétences travaillées (capacités et attitudes) :

- **ANA** : proposer le schéma d'un protocole expérimental répondant à une consigne donnée.
- **REA** : réaliser le montage, réaliser les mesures, tracer le diagramme.
- **VAL** : exploiter les mesures pour répondre au problème posé.

ANA

REA

VAL

20

CONTEXTE

En mission chez expUISif.fr, site internet de vente de systèmes pour éloigner les rongeurs par ultrasons, vous êtes chargé(e) de produire une partie de la notice d'un nouvel émetteur répulsif de rongeurs. Le directeur du site, M. Fobidérah, qui vous a embauché(e) pour vos capacités d'adaptation, précise : « Il s'agit pour vous de réaliser le diagramme de directivité de cet émetteur et d'en déduire dans quel domaine d'angle ce nouveau système sera le plus efficace pour nos clients. Et vous savez combien j'espère qu'ils seront nombreux cette année, les clients pas les rats ! (quoique ...). Je sais pouvoir compter sur vous. Voici trois documents pour vous aider mais si vous pensez mettre trop de temps, n'hésitez pas à me demander de l'aide. »

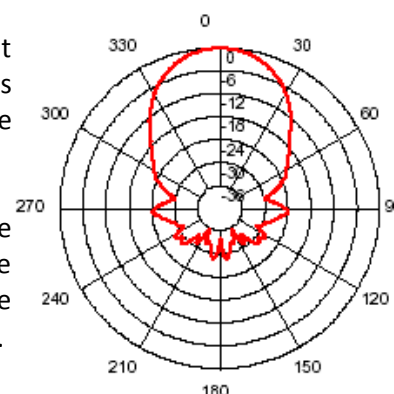
DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION

Document 1 : Tracer un diagramme de directivité

La directivité d'un émetteur est son aptitude à émettre des ultrasons suivant une ou plusieurs directions. Un émetteur *omnidirectionnel* émet dans toutes les directions avec la même puissance ; un émetteur *directif* émet dans une direction privilégiée.

L'axe de l'émetteur est l'axe défini par l'angle $\theta = 0^\circ$, la cellule émettrice pointant vers la graduation 0° (les valeurs ne sont données qu'à titre d'exemple dans la figure ci-contre). On déplace un récepteur d'ultrasons le long d'un cercle centré sur l'émetteur. Chaque position du récepteur est repérée par un angle θ .

Le diagramme de directivité représente le niveau d'émission, L exprimé en dB, en fonction de l'angle θ (voir l'exemple ci-contre).



Document 2 : Calculer un niveau d'émission

On compare la réponse du récepteur pour une position, à celle obtenue lorsque le récepteur était en $\theta = 0^\circ$. Cela permet de calculer un niveau d'émission, noté L exprimé en dB, par la relation :

$$L = 20 \times \log \left(\frac{U}{U_0} \right)$$

où U est la tension mesurée par le récepteur en θ et U_0 est la tension mesurée pour $\theta = 0^\circ$.

Une valeur négative traduit un émetteur qui émet moins puissamment les ultrasons dans la direction d'angle θ que dans la direction de référence (0°).

Document 3 : Comment orienter votre [expUISif](http://expUISif.fr) (extrait de la notice)

Des mesures effectuées sur des rats de laboratoire ont montré que le caractère répulsif de notre dispositif [expUISif](http://expUISif.fr) se manifeste dès lors que le niveau est compris entre 0 et -3 dB. Pensez à bien orienter votre [expUISif](http://expUISif.fr) !

TRAVAIL A EFFECTUER

1. Analyse et compréhension de l'objectif (20 min conseillées)

Proposer le schéma du montage permettant ensuite d'effectuer les mesures nécessaires au tracé du diagramme de directivité de l'émetteur fourni.

APPEL N°1 Appeler le professeur pour lui présenter le schéma ou en cas de difficulté.

2. Réalisation du protocole expérimental proposé et tracé du diagramme (30 minutes conseillées).

2.1. En utilisant le matériel à votre disposition, réaliser votre protocole expérimental et utiliser la colonne « U(V) » de la feuille de calcul fournie au format OpenOffice pour présenter vos mesures.

APPEL N°2 Appeler le professeur pour lui présenter une mesure ou en cas de difficulté.

2.2. Dans la feuille de calcul, programmer la formule de calcul de la valeur du niveau d'émission dans la colonne « L (dB) ». La recopier ci-dessous :

.....
.....

2.3. Tracer le diagramme d'émission sur la feuille de diagramme jointe.

APPEL N°3 Appeler le professeur pour lui présenter la formule puis le diagramme ou en cas de difficulté.

3. Exploiter le diagramme d'émission (10 minutes conseillées).

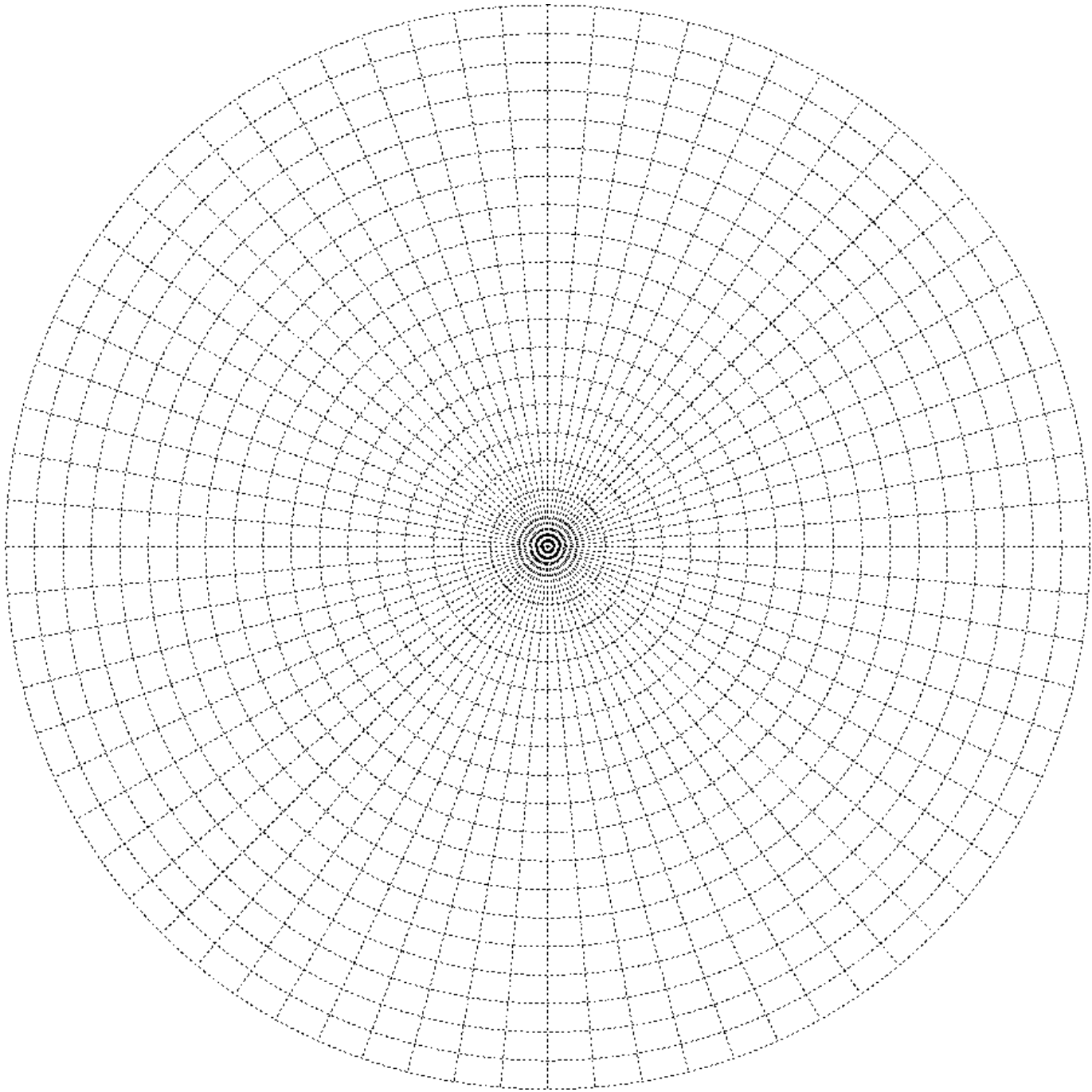
Donner le domaine angulaire d'utilisation de notre émetteur *expU/Sif*.

.....
.....
.....
.....
.....

APPEL N°4 Appeler le professeur pour lui présenter l'exploitation, en cas de difficulté ou de retard pressenti.

NOM : _____

CLASSE : _____



Le candidat est en situation d'évaluation, l'examineur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.

Les erreurs détectées par le professeur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ouvert si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse.

1. Analyse et compréhension de l'objectif

La compétence **ANA** est mobilisée et évaluée lors de l'appel 1.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence ANA est le suivant : *Proposer et justifier un protocole.*

Le candidat doit être capable :

- d'identifier la place centrale de l'émetteur et extérieure du récepteur sur le dispositif sans que ce positionnement n'entraîne d'erreurs systématiques ;
- de comprendre l'intérêt du cercle gradué fourni sur papier ou sur un dispositif d'étude de la réfraction pour la mesure des angles ;
- d'en réaliser un schéma légendé.

L'examineur attend que le candidat présente le schéma avant d'associer un niveau à la compétence **ANA** suivant les conditions suivantes :

- le schéma est d'emblée présenté avec l'émetteur au centre, le récepteur et l'angle θ . Dans ce cas **ANA = A**.

Si certains points sont flous ou non présents, l'examineur pourra les faire préciser au candidat à l'aide de questions ouvertes. L'examineur attend que le candidat sache corriger seul un oubli ou une maladresse. Si le candidat y parvient le niveau acquis pour ANA reste le **niveau A : ANA = A**.

- Si malgré le questionnement ouvert de l'examineur, le protocole proposé (appel 1) est toujours incomplet, l'examineur fournira au candidat une solution partielle adaptée en fonction des besoins du candidat. Le niveau acquis est alors le **niveau B : ANA = B**. Des exemples de solutions partielles permettant d'apporter une aide ciblée dans la proposition du protocole sont proposés ci-après. Cette liste n'est pas exhaustive. On pourra aussi imaginer apporter une solution partielle à l'oral plutôt que par une fiche « coup de pouce » pour valider les points correspondant à l'appel 1.

- Si deux solutions partielles (pas nécessairement celles proposées) sont fournies au candidat, le niveau acquis est le **niveau C : ANA = C**.

- Si malgré les deux solutions partielles, le candidat est toujours en échec, la solution totale lui est fournie. Le niveau acquis est le **niveau D : ANA = D**.

Exemples de solutions partielles

Solution partielle 1 : Je ne sais pas quoi faire !

Relire attentivement les deux premiers documents dans le but de comprendre :

- où placer l'émetteur et le récepteur ;
- quelle(s) grandeur(s) mesurer et comment.

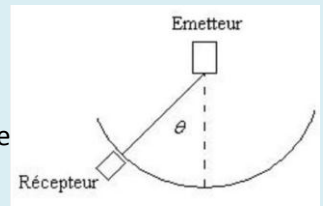
Solution partielle 2 : Je ne mesure pas correctement l'angle !

Regarder attentivement le cercle gradué dans le but de comprendre comment sont mesurés les angles.

En déduire le positionnement de l'émetteur ou du récepteur pour éviter une erreur systématique.

Solution totale

- Placer l'émetteur au centre du cercle gradué ;
- placer le récepteur au bord du cercle gradué, l'orienter vers le centre ;
- identifier l'angle θ entre la direction de référence en pointillé sur le schéma ci-contre (0°) et celle du récepteur.



2. Réalisation du protocole expérimental et tracé du diagramme

La compétence **REA** est mobilisée et évaluée lors des appels 2 et 3.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence REA sont les suivants : Réaliser le dispositif expérimental ; maîtriser certains gestes techniques autour du matériel de mesure ; réaliser correctement le calcul à effectuer ; réaliser une série de mesures ; relever les résultats obtenus (tableau, graphique, ...).

Le candidat doit être capable :

- **Appel 2 :**
 - de réaliser le montage associé au schéma ;
 - de placer le récepteur pour une valeur de l'angle θ donnée ;
 - de mesurer *la tension efficace* OU *la tension maximale* délivrée en sortie du récepteur.
- **Appel 3 :**
 - de faire calculer le niveau d'émission par le tableur-grapheur.
 - de tracer le diagramme de directivité en s'appuyant sur l'exemple donné.

L'examineur attend que les deux tâches aient été réalisées avant d'associer un niveau à la compétence **REA**.

L'examineur observera les candidats pendant la mise en œuvre de leur protocole. Il pourra ajouter, sur le sol entre l'émetteur et le récepteur, avant le début des mesures une petite pièce de tissu pour éviter les réflexions parasites ainsi que des phénomènes d'ondes stationnaires. Si nécessaire, il interviendra oralement (sous forme de questions) et de façon très ponctuelle pour réguler la mise en œuvre du protocole, l'utilisation du matériel, la réalisation des mesures, l'écriture de la formule ou la réalisation du diagramme. Les candidats ne seront alors pas pénalisés. De la même façon, un candidat demandant une aide très ciblée, claire et bien explicitée ne le sera pas non plus.

On s'assurera, lors des 2 appels, que le candidat a réalisé un positionnement correct de l'émetteur pour l'angle θ désiré ; on prendra connaissance des mesures de tension effectuées en vérifiant particulièrement le calibre du multimètre ; on vérifiera la formule programmée dans le tableur puis l'on inspectera le tracé. On acceptera un diagramme tracé avec les angles répartis sur la totalité du cercle, le niveau nul sur le cercle extérieur et une échelle de niveau satisfaisante décroissante vers le centre. Si une erreur est détectée, on commencera par poser une question ouverte au candidat. S'il corrige seul sa maladresse, le niveau acquis sera le **niveau A : REA = A**.

Si malgré le questionnement ouvert de l'examineur, la réalisation du protocole, l'écriture de la formule ou le tracé est encore imparfait, l'examineur fournit au candidat une solution partielle adaptée (orale ou écrite), en fonction des besoins du candidat. Le niveau acquis est alors le **niveau B : REA = B**.

Si deux solutions partielles (orales ou écrites) sont fournies au candidat, le niveau acquis est le **niveau C : REA = C**.

Si malgré les deux solutions partielles, le candidat est toujours en échec, la solution totale lui est fournie (le professeur réalise le montage et montre comment on effectue une mesure). Le niveau acquis est le **niveau D** : **REA = D**.

Il est ici important de veiller à ce que le candidat ne soit pas victime de sa lenteur et lui fournir le cas échéant soit le tableau de valeurs soit directement le graphique afin qu'il ait le temps d'être évalué sur la validation.

Exemples de solutions partielles et totales

Solution totale appel 2 : En cas d'absence de mesure ou faute de temps

Voici des mesures pour vous permettre de continuer :

Angle θ	U
(°)	(V)
0	0,64
5	0,64
10	0,62
15	0,61
20	0,50
25	0,40
30	0,31
35	0,21
40	0,18
-40	0,18
-35	0,21
-30	0,31
-25	0,40
-20	0,50
-15	0,61
-10	0,62
-5	0,64

Solution partielle 1 appel 3 : Je ne sais plus entrer une formule !

Dans un tableur-grapheur, pour entrer une formule, on commence par taper le symbole « = ».

Solution partielle 2 appel 3 : Je ne sais plus bloquer une cellule !

Dans un tableur-grapheur, bloquer une cellule dans un calcul se fait par le symbole « \$ ». Exemple : B\$3 bloque l'incrémentation du 3 (pas du B).

Solution totale appel 3 : En cas d'absence de calcul ou faute de temps

Voici la formule à programmer pour vous permettre de continuer : taper dans la cellule C3 ce qui est entre guillemets :

« =log(B3/B\$3) »

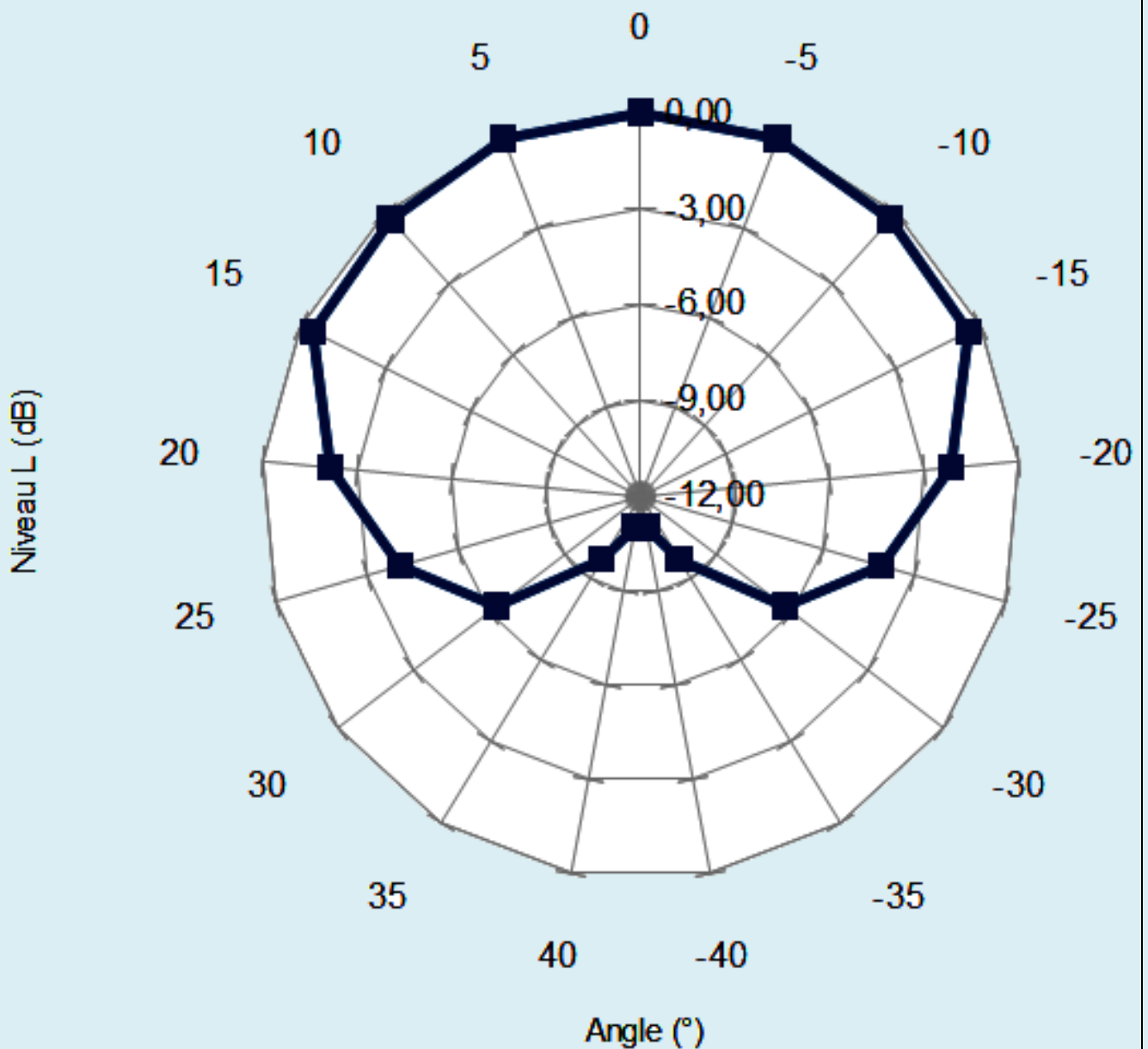
Solution partielle appel 3 : Je n'arrive pas à commencer le tracé du diagramme

Observer attentivement l'exemple de diagramme donné en document 1. Se poser des questions du type « Où est le 0° ? », « Où est le 90° ? », « Où est l'origine du niveau ? » et « dans quel sens graduer le niveau ? » ...

Solution totale appel 3 : En cas d'absence de diagramme ou faute de temps

Voici un diagramme tracé pour vous permettre de répondre à la question 3.2 :

**diagramme de directivité de l'émetteur
d'ultrasons de la marque expUISif**



3. Exploitation du diagramme d'émission

La compétence VAL est mobilisée et évaluée lors de l'appel 4.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence VAL est le suivant : *Interpréter les résultats, les mesures.*

Le candidat doit être capable :

- Comprendre un diagramme et l'interpréter pour répondre à la question posée.

L'examineur attend que le candidat ait donné le domaine d'usage angulaire ainsi que précisé dans le document 3 pour associer un niveau à la compétence **VAL**.

Le domaine d'usage angulaire est cohérent avec le diagramme : Attribuer **VAL = A**.

Si la détermination est imprécise, l'examineur pourra la faire préciser au candidat à l'aide de questions ouvertes. L'examineur attend que le candidat sache corriger seul une maladresse. Si le candidat y parvient seul, le niveau acquis reste : **VAL = A**.

Si malgré le questionnement ouvert de l'examineur, le diagramme peine à être interprété (appel 4), l'examineur fournira au candidat une solution partielle adaptée en fonction des besoins du candidat. Le niveau acquis est alors : **VAL = B**. On pourra aussi imaginer apporter une solution partielle à l'oral plutôt que par une fiche « coup de pouce » pour valider le point correspondant à l'appel 4.

Si deux solutions partielles (pas nécessairement celle proposée) sont fournies au candidat ET que le candidat en déduit un domaine d'usage angulaire correct, le niveau acquis est : **VAL = C**.

Si malgré les deux solutions partielles, le candidat est toujours en échec, la solution totale lui est fournie (le professeur donne le diagramme et montre comment on lit une mesure de niveau). Le niveau acquis est le **niveau D : VAL = D**.

Exemple de solution partielle

Solution partielle appel 4 : Je ne sais pas interpréter le diagramme

Relire le document 3 et identifier sur le diagramme comment les axes d'angles et de niveau sont gradués.