

# **Brevet de technicien supérieur**

## **Fluides Énergies Domotique**

**Option : DBC**

**Épreuve E32**

**Physique et Chimie**

Session 2021

Durée : 2 heures  
Coefficient : 1

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.  
L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

### **Important**

Ce sujet comporte, en plus de cette page de garde, 11 pages.

# Mise en service d'une C. T. A.



## Présentation du système

L'entreprise Air2nothing assure la mise en service d'une Centrale de Traitement de l'Air pour un laboratoire d'analyses médicales, dans la région de Brest. La production d'eau chaude est assurée par une chaudière à condensation.

Le technicien effectue l'ensemble des mesures permettant le bon fonctionnement de cette installation.

L'alimentation électrique de secours est assurée par un système de cogénération électrique/chaudière, l'énergie électrique étant fournie par une pile à combustible.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 1/11       |

## A. Contrôles électriques

### I. Mesure de la tension en sortie d'une pile à combustible

Le technicien contrôle l'alimentation de secours assurée par une pile à combustible.

1. Indiquer l'appareil utilisé par le technicien pour mesurer la tension à la sortie de la pile à combustible et préciser la position du commutateur (AC ; DC ; AC+DC).
2. Indiquer le type de convertisseur à installer en aval de la pile pour fournir le courant au réseau d'alimentation de la CTA.

### II. Mesure de la chute de tension aux bornes du câble d'alimentation du moteur du ventilateur

Pour déterminer la chute de tension aux bornes du câble d'alimentation du moteur du ventilateur, le technicien décide d'évaluer la valeur de la résistance du câble en cuivre, d'une longueur de 112 m, qui relie le sectionneur situé dans le TGBT et le moteur du ventilateur de la CTA. Le moteur est alimenté par un courant d'intensité nominale égale à 19,3 A.

1. Le technicien effectue plusieurs mesures de la résistance  $R$  du câble, c'est-à-dire de l'ensemble des deux fils qui le constituent. Ces valeurs sont consignées dans la tableau ci-dessous.

| n° de la mesure                                    | 1        | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|--|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $R (\Omega)$                                       | 0,466    | 0,468 | 0,467 | 0,469 | 0,466 | 0,469 |
| Écart type expérimental<br>$\sigma_{n-1} (\Omega)$ | 0,001378 |       |       |       |       |       |

1.1. Calculer l'incertitude de type A,  $U(R)$ , sur les mesures de la résistance à partir de l'annexe 1. Le résultat sera donné avec 2 chiffres significatifs pour un niveau de confiance de 95 %.

1.2. En déduire l'intervalle des valeurs de la résistance  $R$ .

1.3. Déterminer alors l'intervalle des valeurs de la chute de tension notée  $\Delta U_1$  aux bornes du câble.

2. Finalement, le technicien décide d'effectuer une mesure directe de tension aux bornes du moteur puis de la tension au niveau du sectionneur.

Il a reporté les valeurs dans le tableau ci-dessous.

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Mesure amont                | Sectionneur    |
| Tension                     | 232 V          |
| Mesure aux bornes du moteur | Bornier moteur |
| Tension                     | 223 V          |

Calculer la chute de tension correspondante notée  $\Delta U_2$  aux bornes du câble et la comparer avec la valeur précédente  $\Delta U_1$ .

### III. Mesure de puissance absorbée nominale par le moteur

Le technicien mesure la puissance absorbée nominale par le moteur et obtient 4 010 W.

Indiquer si la valeur mesurée est cohérente avec les indications de la plaque signalétique du moteur donnée sur l'annexe 2.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 2/11       |

## B. Contrôle échangeur

### I. Qualité de l'eau

Le technicien doit évaluer la qualité de l'eau.

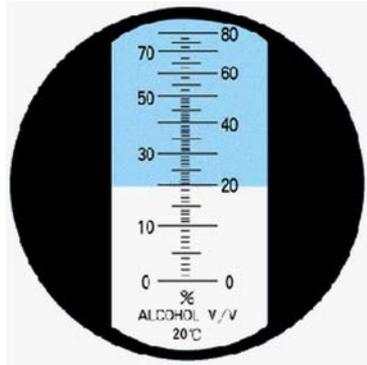
Pour cela, il effectue plusieurs mesures sur l'échangeur.

#### 1. Teneur en glycol

1.1. À partir de l'annexe 3, citer deux conséquences de l'utilisation du glycol dans l'eau sur les performances d'un échangeur thermique.

1.2. Le technicien mesure la quantité de glycol de l'eau employée avec un réfractomètre dont l'afficheur est représenté ci-dessous.

Donner la température de gel  $T_G$  et la capacité thermique  $C$  de l'eau glycolée du circuit.



Réfractomètre

#### 2. Mesure du $pH$

Le technicien mesure une valeur de  $pH$  égale à 7,2.

Citer deux méthodes de mesure d'un  $pH$  et indiquer la méthode plus probablement mise en œuvre par le technicien.

#### 3. Mesure du titre hydrotimétrique

La dureté d'une eau est donnée par son Titre Hydrotimétrique ( $TH$ ) exprimé en degrés français (°f), les concentrations étant exprimées en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  :

$$TH = ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) \cdot 10^4$$

| TH (°f) | 0 à 7      | 7 à 15 | 15 à 25           | 25 à 45 | > à 45    |
|---------|------------|--------|-------------------|---------|-----------|
| Eau     | Très douce | Douce  | Moyennement douce | Dure    | Très dure |

Le technicien mesure une valeur de  $TH$  égale à 14 °f.

Indiquer l'influence du titre hydrotimétrique de l'eau sur les performances d'un échangeur.

#### 4. Communication des résultats

Rédiger un compte rendu sur la qualité de l'eau à partir des mesures effectuées par le technicien.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 3/11       |

## II. Maintenance du filtre de protection de l'échangeur

Pour contrôler l'encrassement du filtre qui protège l'échangeur, un contrôleur de pression différentielle est installé au niveau du filtre.

1. Déterminer les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur à partir de l'annexe 4.
2. Pour les besoins de l'installation, le filtre est de classe M6.

Le capteur installé est le PX274-05DI.

Justifier le choix de ce capteur à partir des valeurs des pertes de charges données dans l'annexe 5.

3. Le technicien souhaite régler une alarme indiquant que le filtre est encrassé.

Cette alarme doit se déclencher lorsque les pertes de charge atteignent 90 % de la valeur des pertes de charge finales.

Le technicien sélectionne la plage « 0 - 6,25 mbar » du capteur.

Déterminer la valeur de la grandeur de sortie du capteur qui doit déclencher l'alarme.

## C. Contrôle des alarmes

L'ensemble des alarmes est géré par une centrale d'alarmes et les informations sont transmises au centre de contrôle de l'entreprise via une fibre optique dont l'atténuation du signal ne doit pas dépasser 1 dBm.

Le technicien décide de vérifier le bon fonctionnement de ce système.

Le contrôle d'une fibre optique est réalisé avec un photomètre dont la fiche technique est donnée en annexe 6.

1. À l'aide de la documentation, indiquer la grandeur physique mesurée par le photomètre en précisant les unités possibles.
2. Préciser le domaine des longueurs d'onde, utilisées par l'appareil, qui sont comprises entre 850 nm et 1 550 nm.
3. Le technicien souhaite contrôler la conformité de la fibre.

L'appareil envoie un signal d'une puissance égale à 2 500 mW.

La puissance du signal au retour est égale à 2 310 mW.

Indiquer si l'atténuation du signal est conforme en justifiant la réponse à partir des informations de l'annexe 7.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 4/11       |

## **Estimer une incertitude**

**L'incertitude d'une mesure correspond à la zone au sein de laquelle se trouve probablement la valeur vraie.**

**Cette zone reflète la qualité d'un instrument ou d'une méthode employée. Elle représente donc un indicateur de qualité.**

### **Estimation d'une incertitude de type A**

Une part importante du travail expérimental réside dans l'estimation de l'intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné exprimé en %.

Lorsque les incertitudes sont évaluées par des méthodes statistiques, l'évaluation est dite **de type A**.

Soient  $n$  mesures effectuées dans les mêmes conditions expérimentales dites conditions de répétabilité (même opérateur, même matériel, ...).

La valeur retenue comme valeur mesurée est **la moyenne** :

$$\bar{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i$$

L'écart-type expérimental a pour expression :  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots$

**( $\sigma_{n-1}$  des calculatrices)**

Pour un  $n > 50$ , l'incertitude est telle que :  $U(M) = \frac{2 \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$

Pour un  $n < 50$ , on utilise la relation de Student :  $U(M) = \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$

$t$  est un coefficient qui dépend du nombre de mesures (voir tableau ci-dessous).

Coefficient de Student pour un niveau de confiance de 95 %.

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $n$ | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| $t$ | 12,7 | 4,30 | 3,18 | 2,78 | 2,57 | 2,45 | 2,37 | 2,31 |

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $n$ | 10   | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   | 30   | 50   |
| $t$ | 2,26 | 2,20 | 2,16 | 2,13 | 2,11 | 2,09 | 2,04 | 2,01 |

### **Ecriture du résultat final**

**$M = m \pm U(M)$  unité**                      ou                       **$m - U(M)$  unité <  $M$  <  $m + U(M)$  unité**

Pour l'incertitude  **$U(M)$**  on garde 1 chiffre significatif (2 au maximum) arrondi en le majorant.

Pour la valeur mesurée  **$m$** , on garde le même nombre de décimales imposé par l'incertitude. Ainsi le dernier chiffre significatif de la valeur mesurée doit être à la même position décimale que le dernier chiffre de l'incertitude.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 5/11       |

## Plaque signalétique du moteur



Mot 1~PLS250MP-T  
N° 146829MJ001 kg 50



|                  |               |                         |            |              |          |
|------------------|---------------|-------------------------|------------|--------------|----------|
| <b>IP 23 K09</b> | <b>I cl F</b> | <b>40 °C</b>            | <b>S 1</b> |              |          |
| <b>V</b>         | <b>Hz</b>     | <b>min<sup>-1</sup></b> | <b>kW</b>  | <b>Cos φ</b> | <b>A</b> |
| 230              | 50            | 2950                    | 3,6        | 0,9          | 19,3     |

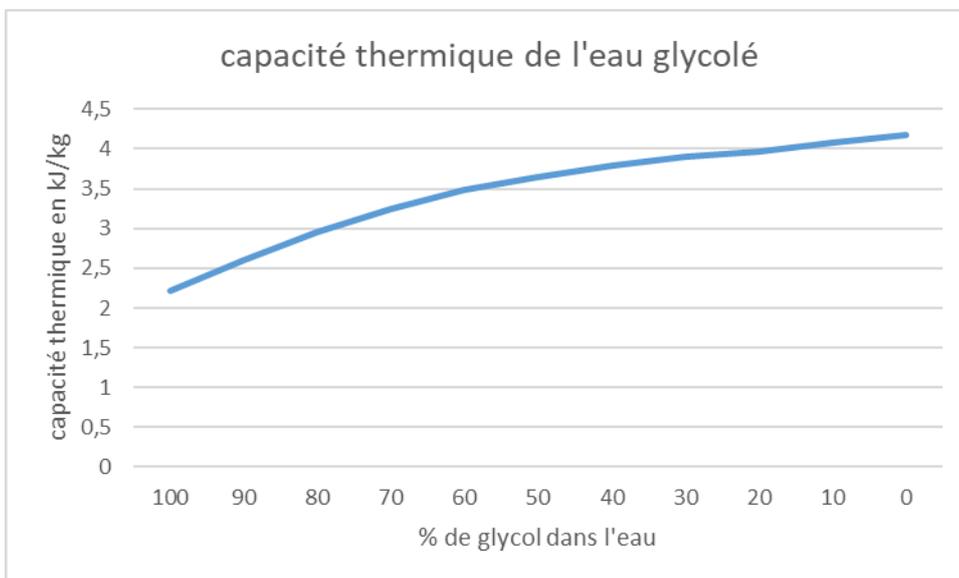
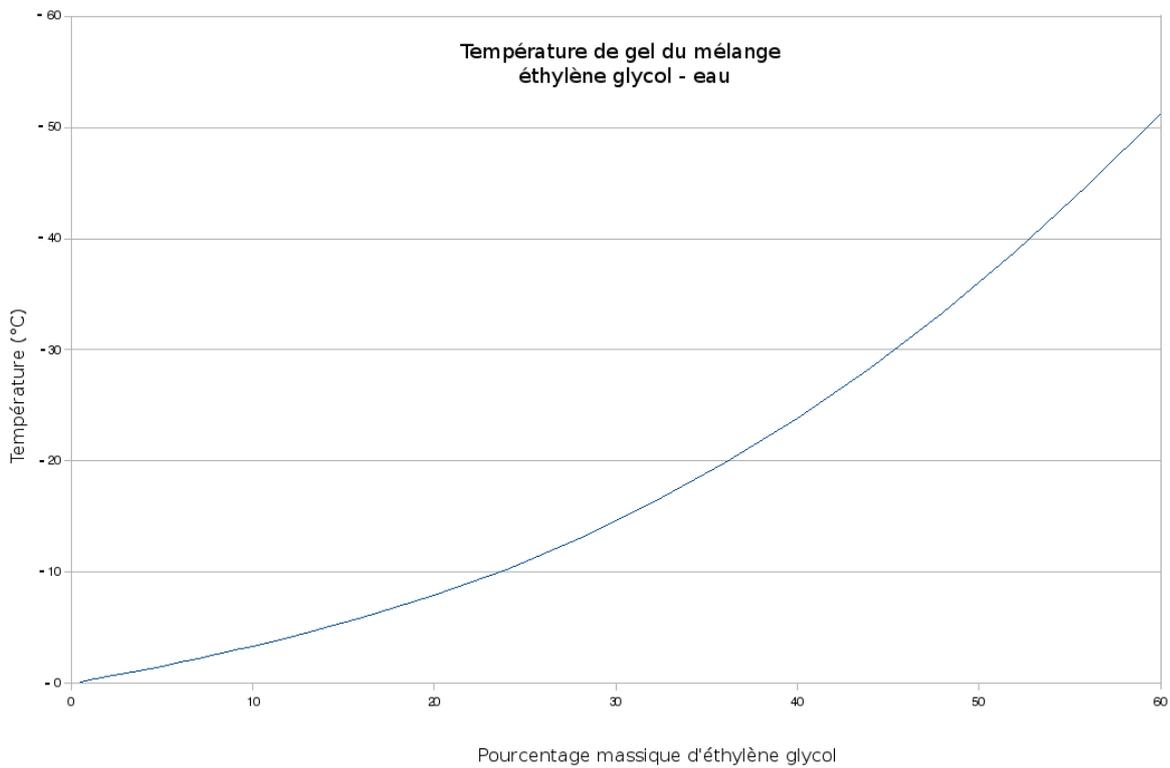
Rendement 0,9

|            |        |     |   |                |
|------------|--------|-----|---|----------------|
| <b>BE</b>  | 6317C3 | 040 | g | ESSO UNIREX N3 |
| <b>NDE</b> | 6314C3 | 950 | h |                |

**MOTEURS LEROY SOMER**

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 6/11       |

## Caractéristiques de l'eau glycolée.



|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 7/11       |

## Annexe 4

### Transmetteur de pression différentielle avec plages sélectionnables in situ sur chaque appareil



- Boîtier robuste NEMA 4 (IP-65) avec support de fixation externe
- Suppression jusqu'à 10 psi sans dérive du zéro.
- Protection contre les court-circuits et les inversions de polarité

## Description

Cliquez sur le lien pour plus d'informations sur les [transducteurs de pression](#)

Le PX274 est un transmetteur de pression différentielle robuste qui offre jusqu'à 6 plages sélectionnables in situ sur chaque dispositif. Il inclut un boîtier robuste NEMA 4 (IP65) antipoussière et étanche aux projections, avec un support de fixation externe.

| N° de modèle | Gammes (pouces d'eau) | Gammes (mbar)         |
|--------------|-----------------------|-----------------------|
| PX274-0.1DI  | 0-0,1 et $\pm 0,05$   | 0-0,25 ; $\pm 0,125$  |
| PX274-01DI   | 0-0,25 et $\pm 0,125$ | 0-0,625 ; $\pm 0,312$ |
| PX274-05DI   | 0-2,5 et $\pm 1,25$   | 0-6,25 ; $\pm 1,56$   |
| PX274-30DI   | 0-30 et $\pm 15$      | 0-75 ; $\pm 9,37$     |

## CARACTERISTIQUES

**Excitation** : 12 à 40 Vcc

**Signal de sortie** : 4 à 20 mA (2 fils)

**Précision** :  $\pm 1,0\%$  PE

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHBC1                 |                  | page 8/11       |

|   |
|---|
| <b>Classification des filtres à air</b> |
|---|

| <b>Classification des filtres à air</b> |               |   |  |   |
|---|---------------|---|--|---|
| <b>Groupe</b>                           | <b>Classe</b> | <b>Pertes de charge finales (test) Pa</b> | <b>Arrestance moyenne (Am) de la poussière synthétique %</b> | <b>Efficacité moyenne (Em) sur les particules de 0,4 µm %</b> |
| <b>Grosses particules</b>               | <b>G1</b>     | <b>250</b>                                | <b>50 ≤ Am ≤ 65</b>  |   |
|   | <b>G2</b>     | <b>250</b>                                | <b>65 ≤ Am ≤ 80</b>  |   |
|   | <b>G3</b>     | <b>250</b>                                | <b>80 ≤ Am ≤ 90</b>  |   |
|   | <b>G4</b>     | <b>250</b>                                | <b>90 ≤ Am</b>   |   |
| <b>Particules moyennes</b>              | <b>M5</b>     | <b>450</b>                                |  | <b>40 ≤ Em ≤ 60</b>   |
|   | <b>M6</b>     | <b>450</b>                                |  | <b>60 ≤ Em ≤ 80</b>   |
| <b>Particules fines</b>                 | <b>F7</b>     | <b>450</b>                                |  | <b>80 ≤ Em ≤ 90</b>   |
|   | <b>F8</b>     | <b>450</b>                                |  | <b>90 ≤ Em ≤ 95</b>   |
|   | <b>F9</b>     | <b>450</b>                                |  | <b>95 ≤ Em</b>  |

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 9/11       |

# Photomètre

**IDEAL**
**FiberMASTER™ Kit fibre optique monomode & multimode**

Les kits IDEAL INDUSTRIES FiberMASTER™ peuvent certifier une liaison fibre en mettant la source d'un côté et le wattmètre de l'autre et en mesurant ainsi la perte en dB ; ceci se fait après avoir réalisé un « zéro » avec la fonction d'étalonnage intégrée, évitant ainsi de noter la valeur référence et de faire ensuite des calculs pour obtenir la perte.

Avec le photomètre seul on peut aussi mesurer la puissance absolue (en mW ou dBm) sur un lien alimenté par un actif à l'autre extrémité pour valider le bon niveau de signal reçu.

Le design compact des 2 appareils qui s'emboîtent est très pratique et prend ainsi peu de place.

**Le kit FiberMASTER™ 33-931 inclue :**

- 33-929-source LED à 850 et 1300nm + Laser à 1310, 1550nm avec adaptateurs ST, SC et FC
- 33-927-photomètre 5 longueurs d'onde avec entrée universelle 2,5 mm et adaptateur FC
- 2 jarretières SC-SC multimodes 50µm
- 1 traversée SC/SC
- Sacoche de transport
- Manuel d'utilisation en plusieurs langues

**Spécifications du mesureur de puissance**

|                           |                                     |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Longueurs d'ondes         | 850, 1300, 1310, 1490, 1550 nm      |
| Détecteur                 | InGaAs                              |
| Gamme dynamique           | -60 à +3 dBm                        |
| Précision                 | ±5 %                                |
| Résolution d'écran        | 0,01                                |
| Connecteur                | Universel 2,5 mm avec adaptateur FC |
| Alimentation élect.       | 3 piles alcalines AAA               |
| Autonomie                 | 360 heures                          |
| Température d'utilisation | -10 à +60 °C                        |
| Température de stockage   | -25 à +70 °C                        |

**Spécifications de la source**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Longueurs d'onde          | LED : 850 et 1300 - Laser : 1310 et 1550nm |
| Niveau de sortie          | -6 à -7 dBm typ.                           |
| Stabilité                 | 0,05dB après 15min; 0,1dB après 8h         |
| Connecteur                | Ferrule 2,5 mm avec adaptateurs ST, SC, FC |
| Alimentation élect.       | 3 piles alcalines AAA                      |
| Autonomie                 | 40 heures                                  |
| Température d'utilisation | -10 à +60 °C                               |
| Température de stockage   | -25 à +70 °C                               |

| Réf.   | Description   |
|--------|---|
| 33-927 | FiberMASTER™ - Photomètre multi / mono - seul (livré avec housse et cordons)                |
| 33-928 | Kit FiberMASTER™ avec source 850nm & photomètre multi / mono (livré avec housse et cordons) |



|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 10/11      |

## Mesure d'atténuation fibre optique

Les mesures de puissance optique sont exprimées en unités de dBm. Le « m » de dBm se réfère à une puissance de référence de 1 milliwatt. Ainsi, une source d'un niveau de 0 dBm de puissance a une puissance de 1 milliwatt. Par exemple, -10 dBm correspond à 0,1 milliwatt et +10 dBm correspond à 10 milliwatts.

Pour une puissance, le décibel est défini de la manière suivante

$$P(dB) = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{P_{ref}}\right)$$

$P$  est la puissance en watts à transformer en décibels

$P_{ref}$  est la puissance en watts de référence.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC1                |                  | page 11/11      |