

## Activité expérimentale 2. Étude des deux thermistances dopées N et P

### Commentaires

Les CTN et CTP sont utilisées pour les mesures et le contrôle de la température, la suppression d'impulsions transitoires, le contrôle de la température pour la protection des éléments tels que moteurs...

Le premier document permet la compréhension du dopage d'un semi-conducteur.

L'expérience permet d'aborder les ordres de grandeur des variations de résistance en fonction de celles de la température.

### Réponses

#### 1. a. Protocole expérimental :

- préparer un bain d'eau glacée (eau et glaçons coexistent à 0°C) ;
- immerger la CTN qui doit être convenablement isolée (voir le **document 11**) et le thermomètre, en maintenant la sonde thermométrique et la CTN à proximité l'un de l'autre (utiliser un élastique par exemple) ;
- mettre en route l'agitation et le chauffage ;
- relever, dans un tableau, les valeurs de la résistance de la CTN lors de la remontée en température du milieu.

Pour que l'expérience ait une durée raisonnable, il faut chauffer fortement ; la remontée en température est ainsi assez rapide, il faut noter la valeur de la résistance « au vol » ce qui signifie que le calibre de l'ohmmètre doit être choisi pour n'afficher que le nombre de chiffres significatifs adapté. Voici les deux tableaux de mesures.

#### Pour la CTN

<i>T</i> (en °C)	20,2	20,3	20,6	20,9	21	21,2	21,5	22	22,5	23	23,5	24	24,5	25	25,5	26
<i>R</i> (en Ω)	682	680	667	656	653	646	635	618	600	585	568	553	537	523	508	495

<i>T</i> (en °C)	26,5	27	27,5	28	28,5	29	29,5	30	30,5	31	31,5	32	32,5	33	33,5	34
<i>R</i> (en Ω)	480	467	453	442	431	419	408	397	385	376	365	356	353	344	334	327

<i>T</i> (en °C)	34,5	35	35,5	36	36,5	37	37,5	38	38,5	39	39,5	40	40,5	41	41,5	42,5
<i>R</i> (en Ω)	320	311	302	294	286	279	272	265	258	251	247	239	232	228	221	210

<i>T</i> (en °C)	43	43,5	44	44,5	45	45,5	46	46,5	47	47,5	48	48,5	49	49,5	50	
<i>R</i> (en Ω)	205	200	194	189	185	180	175	172	167	162	159	155	151	147	144	

#### Pour la CTP

<i>T</i> (en °C)	8	9	9,5	10	10,5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>R</i> (en Ω)	878	884	886	894	897	900	907	914	920	925	934	943	953	960	963

<i>T</i> (en °C)	21	22,5	23	23,5	24	24,5	25	25,5	26	26,5	27	27,5	28	28,5	29,5
<i>R</i> (en Ω)	972	984	987	993	997	1000	1004	1008	1013	1017	1023	1027	1032	1035	1039

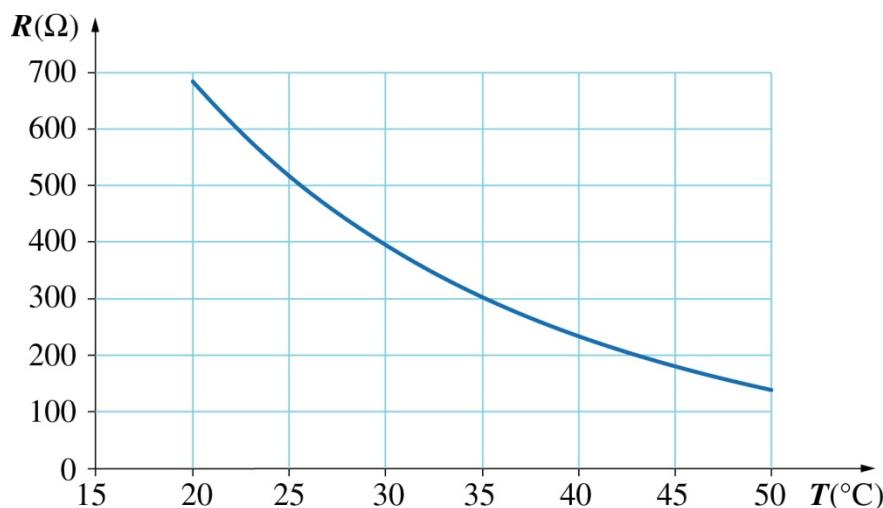
<i>T</i> (en °C)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
<i>R</i> (en Ω)	1044	1050	1055	1060	1077	1086	1100	1105	1110	1115	1121	1137	1143	1148	1150

<i>T</i> (en °C)	45	46	47	48	49	50									
<i>R</i> (en Ω)	1159	1176	1180	1186	1194	1200									

**2. a.** Pour étudier l'évolution de la résistance en fonction de la température, il faut mesurer ces deux grandeurs et mettre en œuvre un protocole pour faire varier la température ; un chauffage permet une évolution plus rapide de la température qu'un refroidissement.

Dans la gamme de température choisie, la variation de la résistance est notable pour les deux thermistances et leur comportement est contraire : on vérifie l'allure des courbes proposées au **document 10**, la résistance de la CTN décroît, celle de la CTP croît lorsque la température augmente.

**b.** Pour la CTN :



Modélisation de la résistance de la CTN :

$$R_{\text{CTN}} = R_0 \times \exp \left[ B \left( \frac{1}{273+T} - \frac{1}{298} \right) \right]$$

On trouve :  $R_0 = 550 \Omega$      $B = 5647 \text{ K}^{-1}$

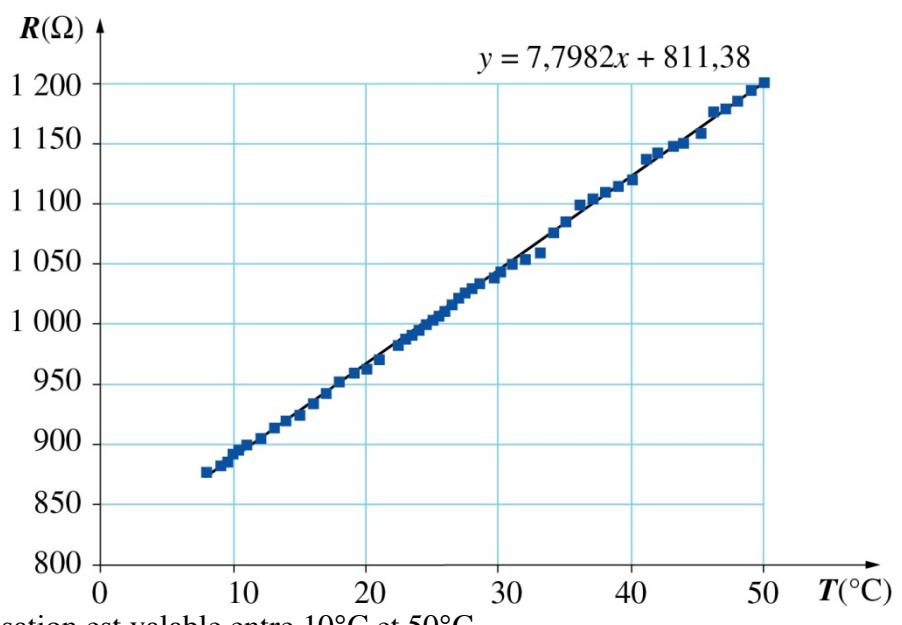
**3. a.** Le phosphore a le numéro atomique  $Z = 15$  sa structure électronique est :  $(K)^2 (L)^8 (M)^5$ ; sa couche de valence comporte  $5 e^-$ , tandis que pour le silicium  $Z = 14$  ( $5 e^-$  de valence).

En dopant au phosphore, on ajoute un électron (chargé négativement) par atome remplacé. On remplace en fait un atome qui a mis en commun 4 électrons périphériques par un atome qui en a 5. Le dopage apporte un électron (chargé négativement) qui peut assurer la conduction : il est de type N.

**b.** Sur le **document 8**, on constate une faible différence entre les niveaux  $E_d$  et  $E_c$ . Une augmentation de la température permet à davantage d'électrons de sauter le gap d'énergie qui les sépare de la bande de conduction, ce qui augmente la conductivité de la CTN.

**c.** Le bore a 5 électrons de valence ; le dopage crée une lacune de charge négative que l'on appelle « trou » et qui équivaut à une charge positive, c'est pourquoi le dopage est de type P.

**d.** Une modélisation possible pour la CTP est donnée ci-après :



Cette linéarisation est valable entre  $10^{\circ}\text{C}$  et  $50^{\circ}\text{C}$ .