

50376
1986
139.2

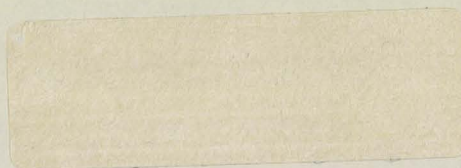
50376
1986
139
2

Mohamed EL KADIRI



**SUR LA CARACTERISATION ELECTRIQUE DE MATERIAUX
ISOTROPES ET ANISOTROPES PAR SPECTROSCOPIES
TEMPORELLE ET FREQUENTIELLE.
APPLICATION A L'ETUDE DES MECANISMES DE
CONDUCTION DANS LES POLYMERES ELECTROACTIFS**

**Fichier de Résultats
Expérimentaux**



PRESENTATION DU FICHIER

Ce fichier qui accompagne notre mémoire de thèse a pour objectif de mettre à la disposition du lecteur les résultats expérimentaux que nous avons obtenus sur de nombreux polymères électroactifs. Ces résultats concernent divers matériaux avec différents dopants et dopages.

Nous avons classé ces résultats par matériau. Pour chaque matériau nous précisons en tête de fiche, et chaque fois que cela est possible, les principales informations concernant :

- la formule chimique
- la méthode de synthèse
- le laboratoire d'origine
- le dopage et le type de dopant
- le conditionnement
- la stabilité à l'air libre et la reproductibilité de manipulations
- une liste des résultats présentés.

FICHE	N°1	<u>Poly(méthylthiophène)</u>	P. 3
	N°2	<u>Poly(paraphénylène)</u>	P. 13
	N°3	<u>Polyacétylène</u>	P. 35
	N°4	<u>Poly(pyrrole)</u>	P. 42
	N°5	<u>Polydiméthylpyrrole</u>	P. 50

- 2 -
à une température donnée

La mesure de l'impédance présentée par l'échantillon permet d'obtenir la conductivité complexe $\sigma^* (\omega)$ reliée à la permittivité complexe $\epsilon^* (\omega)$ par la relation : $\sigma^* (\omega) = j \omega \epsilon_0 \epsilon^* (\omega)$.

Les principaux paramètres présentés dans ce fichier sont :

- la partie réelle de la conductivité complexe ou conductivité totale, en fonction de la fréquence et souvent à différentes températures. Elle est notée $\sigma (\omega, T)$.

- la conductivité dynamique $\sigma_{ac} (\omega, T)$. Elle est déduite de la conductivité totale par la relation :

$$\sigma_{ac} (\omega, T) = \sigma (\omega, T) - \sigma_{dc} (T)$$

où σ_{dc} représente la conductivité statique (indépendante de la fréquence).

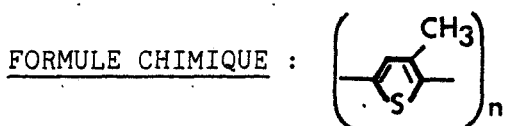
- la partie imaginaire de la conductivité complexe en fonction de la fréquence avec la température comme paramètre. Elle est notée $\sigma'' (\omega, T)$.

- la permittivité du matériau en fonction de la fréquence pour différentes températures. Elle est reliée à σ'' par la relation :

$$\epsilon' = \frac{\sigma'' (\omega)}{\omega \epsilon_0} \quad \text{où } \epsilon_0 \text{ est la permittivité du vide.}$$

FICHE N°1

DENOMINATION DU MATERIAU : Polymethylthiophène



LABORATOIRE D'ORIGINE : Laboratoire de l'Utilisation du Rayonnement
Electromagnétique (LURE) - Orsay

SYNTHESE : Electrochimique

Dopage : Contre ion $\text{SO}_3 \text{CF}_3$

CONDITIONNEMENT : Matériau en poudre ou en film

STABILITE A L'AIR : parfaite. Pas de dégradation observable.

RESULTATS PRESENTES :

A. Pastille de Polymethylthiophène

- Figure F.1.1. Caractéristique I (v)
- Figure F.1.2. Caractéristique C (v)
- Figure F 1.3. Représentation dans le plan Z de l'impédance
de la cellule contenant l'échantillon
a : T = 20°C ; b : T = - 60°C
- Figure F 1.4. Partie réelle de la conductivité complexe en
fonction de la fréquence et pour différentes
températures $\sigma_{\text{totale}}(\omega, T)$
- Figure F.1.5. Conductivité dynamique $\sigma_{\text{ac}} = f(\omega, T)$
- Figure F.1.6. Partie imaginaire de la conductivité complexe
 $\sigma''(\omega, T)$
- Figure F.1.7. Permittivité $\epsilon'(\omega, T)$

B. Film de polymethylthiophène

- Figure F.1.8. $\sigma_{\text{total}}(\omega, T)$
- Figure F.1.9. $\sigma_{\text{ac}}(\omega, T)$
- Figure F.1.10. $\sigma''(\omega, T)$

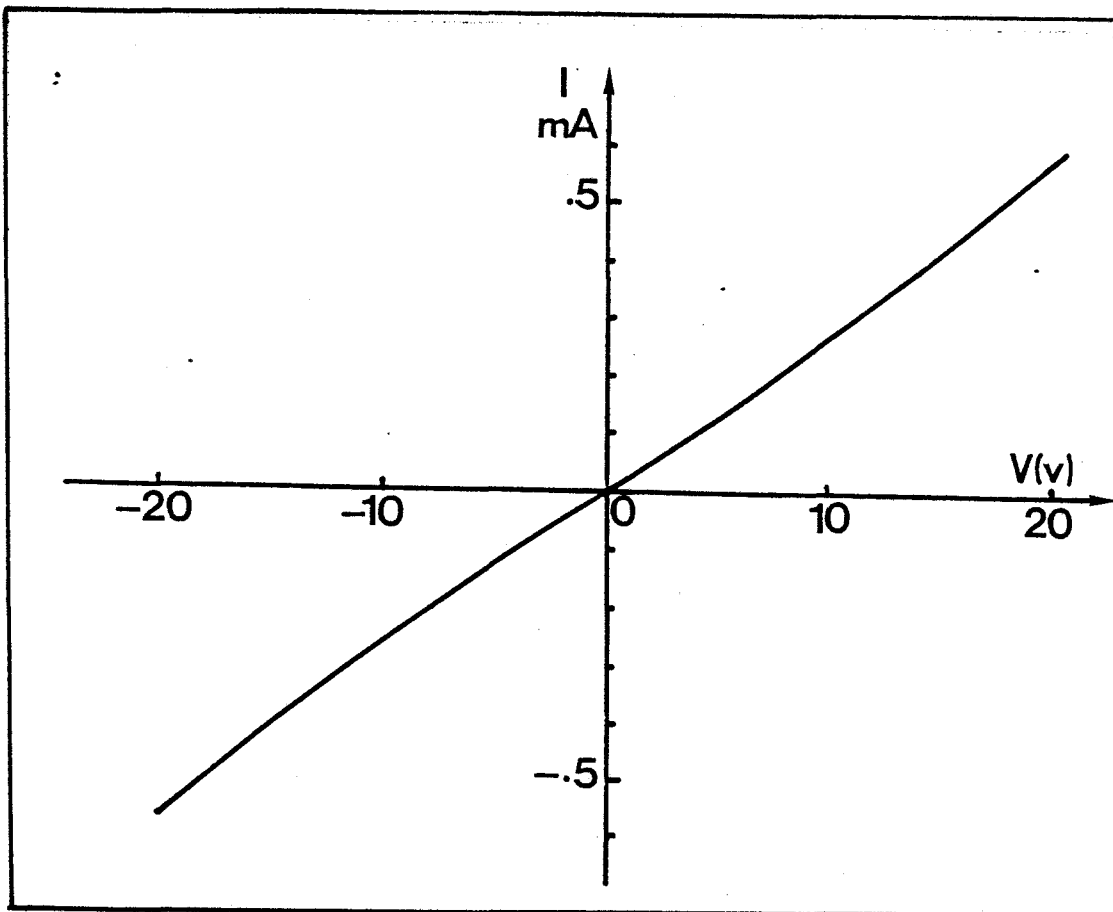


FIGURE F.1.1

Caractéristique I(V) d'un échantillon de polyméthylthiophène
PMet B1

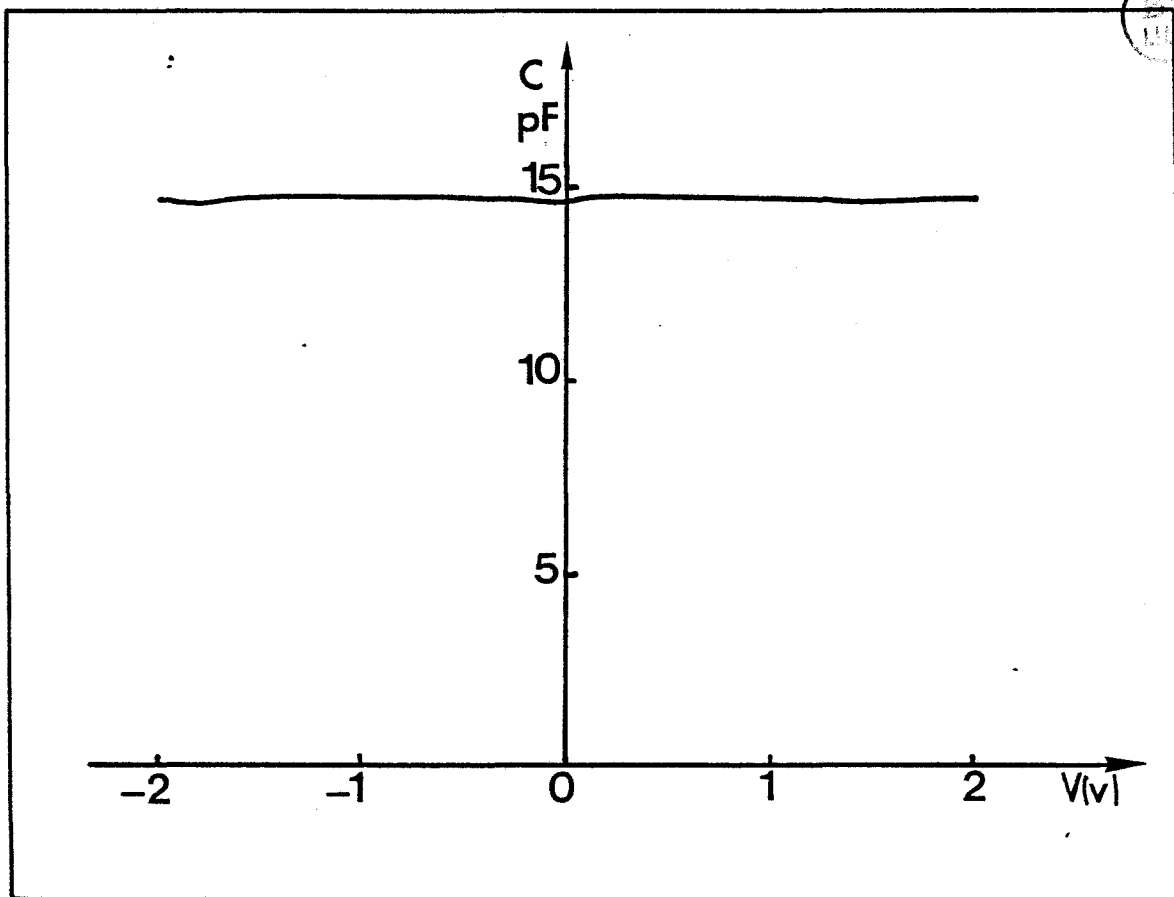


FIGURE F.1.2

Caractéristique C(V) d'un échantillon de polyméthylthiophène
PMet B1

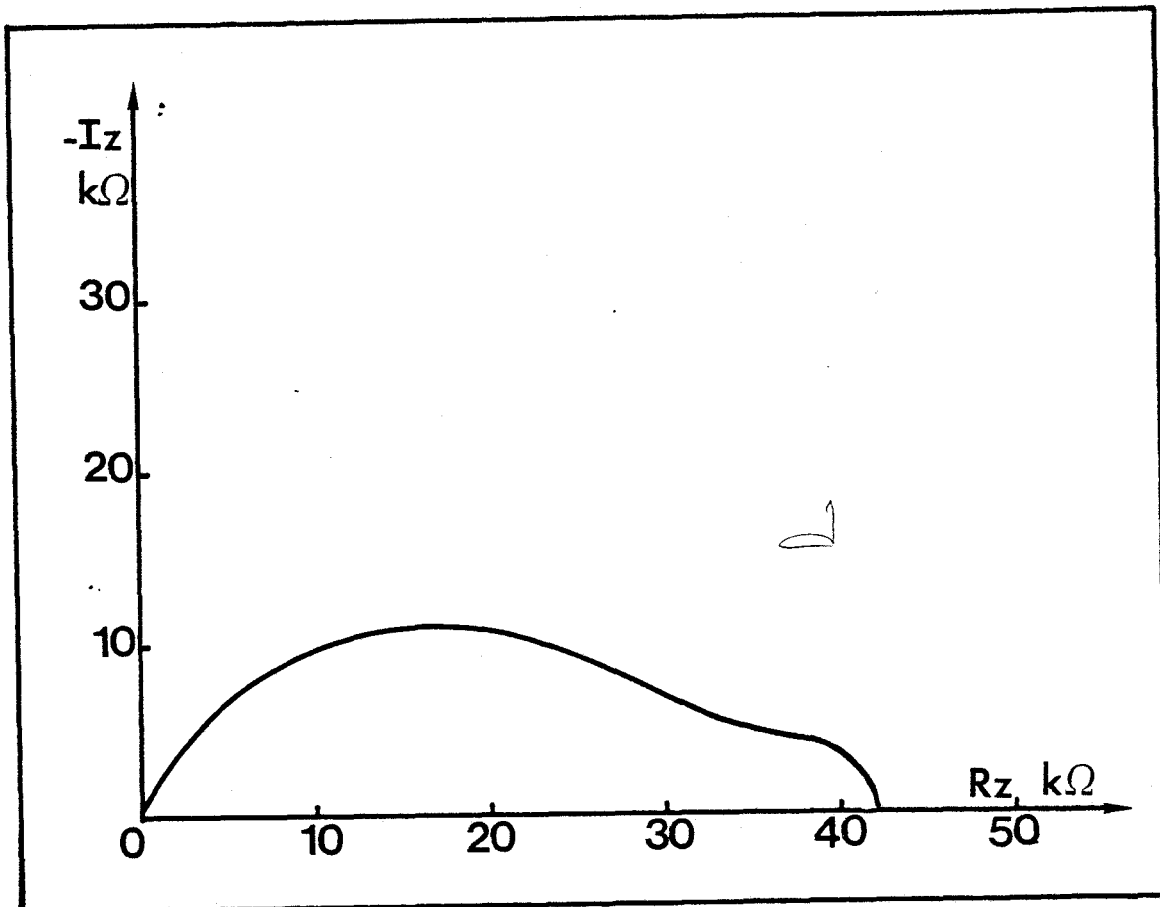


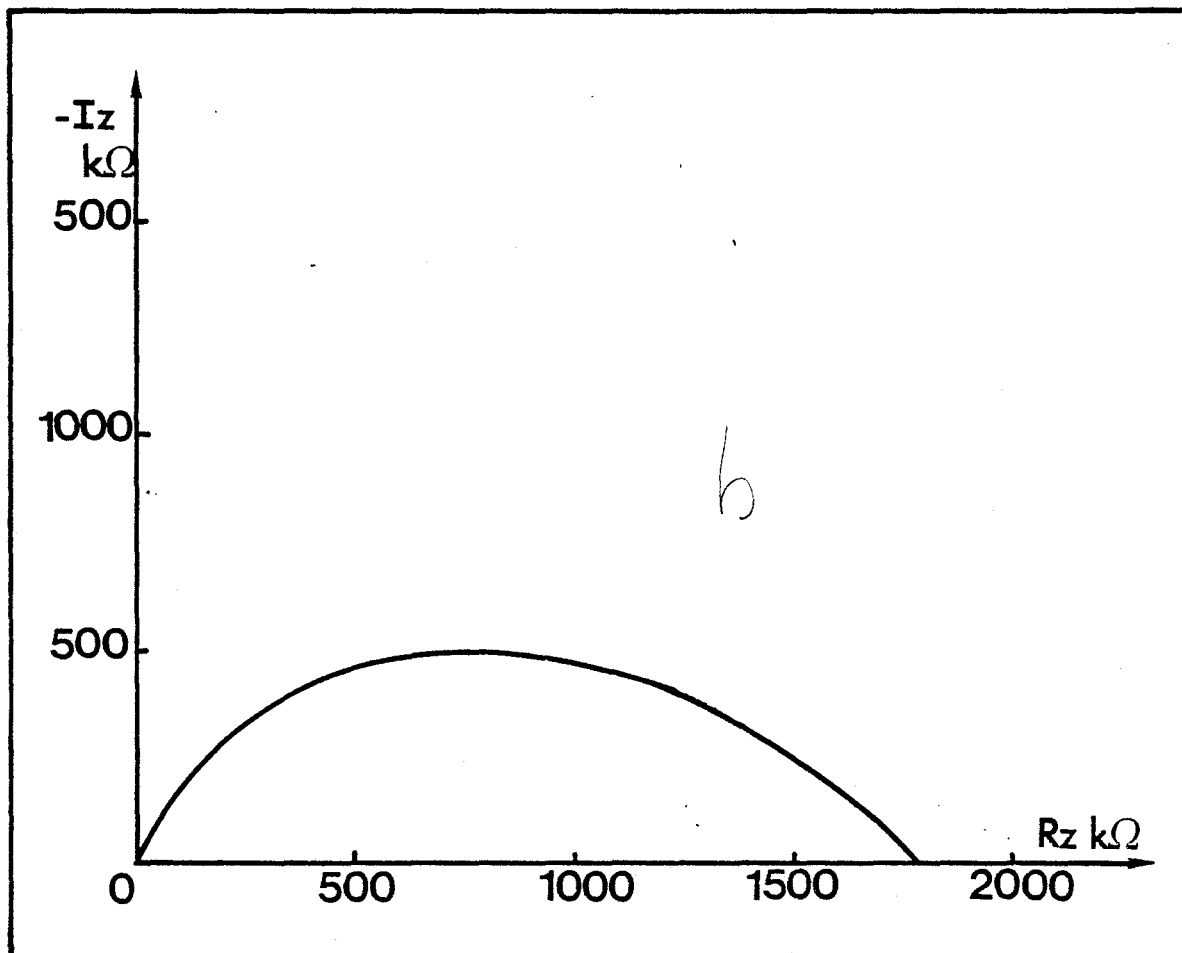
FIGURE F.1.3

Représentation dans le plan complexe de l'impédance
d'un échantillon de polyméthylthiophène

PMet B1

a - T = 20°C

b - T = - 60°C



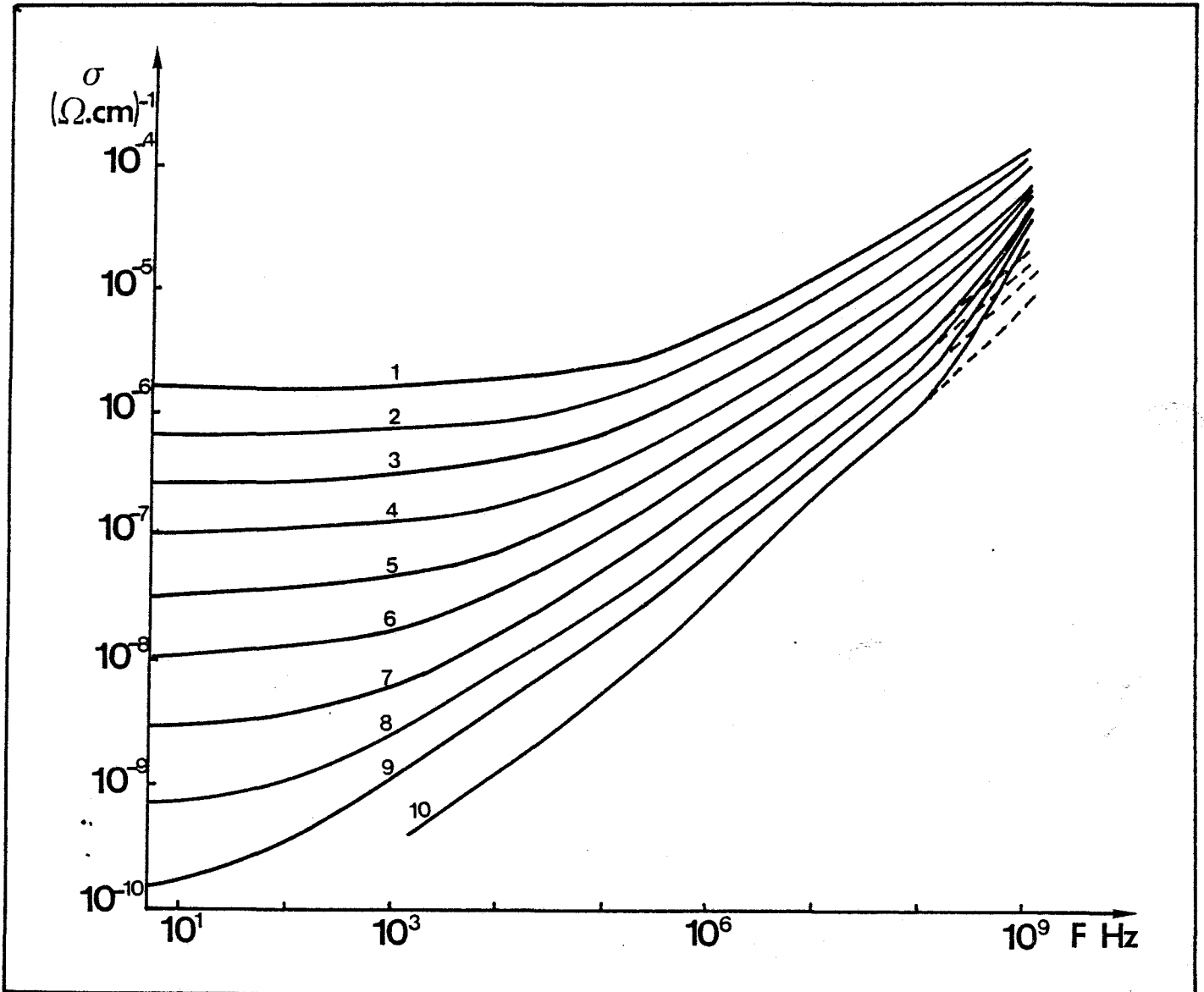


FIGURE F.1.4

Conductivité totale d'un échantillon de polyméthylthiophène (PMet B1) en fonction de la fréquence à différentes températures :

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1. T = 20°C | 6. T = - 80°C |
| 2. T = 0°C | 7. T = - 100°C |
| 3. T = - 20°C | 8. T = - 140°C |
| 4. T = - 40°C | 9. T = - 170°C |
| 5. T = - 60°C | 10. T = - 196°C |

— RESULTATS APPARENTS

--- APRES SOUSTRACTION DE L'EFFET D'UNE
RESISTANCE SERIE ($R_s = 0,4 \Omega$)

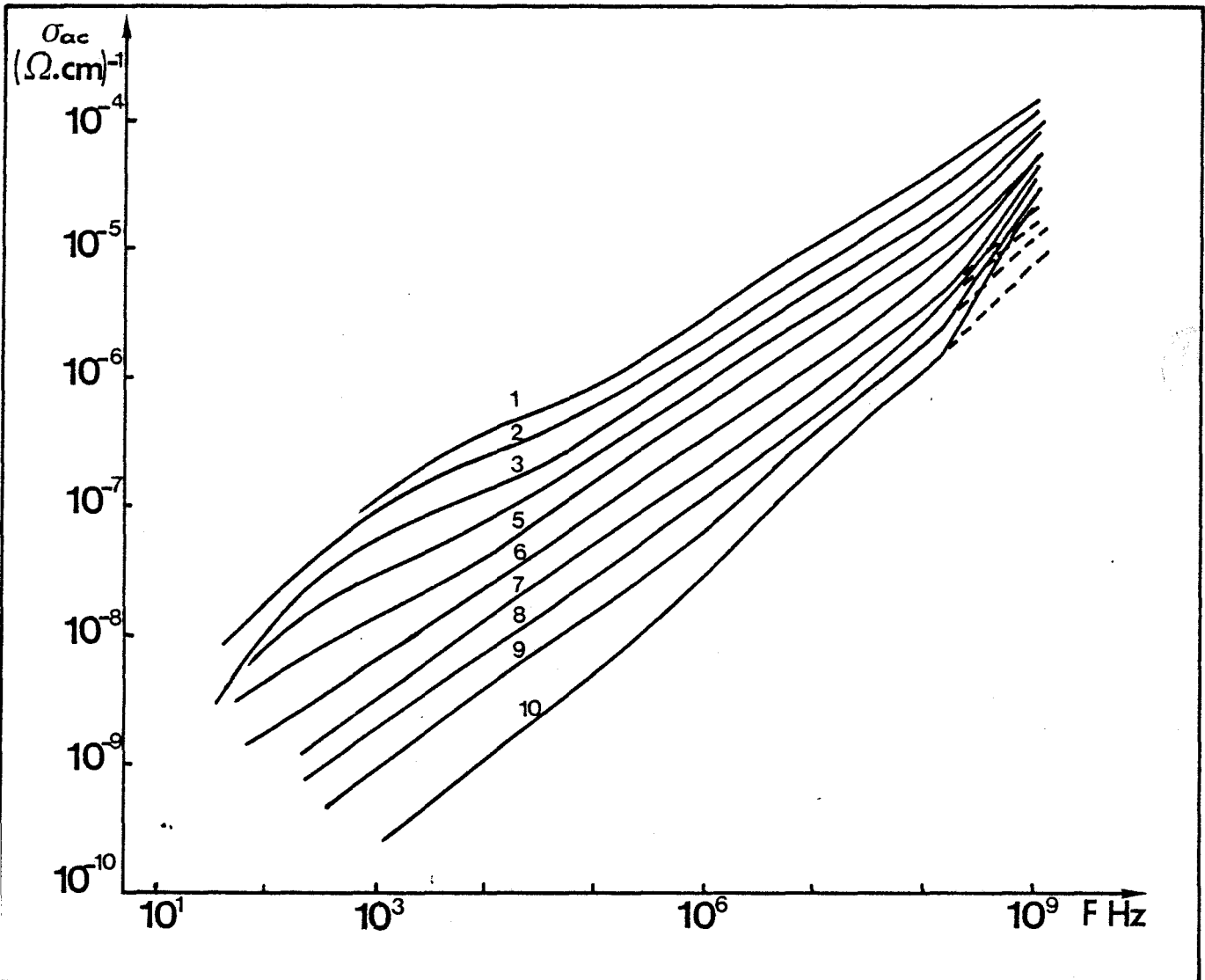


FIGURE F.1.5

Conductivité dynamique d'un échantillon de polyméthylthiophène (PMet B1) en fonction de la fréquence à différentes températures :

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1. T = 20°C | 6. T = - 80°C |
| 2. T = 0°C | 7. T = - 100°C |
| 3. T = - 20°C | 8. T = - 140°C |
| 4. T = - 40°C | 9. T = - 170°C |
| 5. T = - 60°C | 10. T = - 196°C |

— RESULTATS APPARENTS

--- APRES SOUSTRACTION DE L'EFFET D'UNE
RESISTANCE SERIE ($R_S = 0,4 \Omega$)

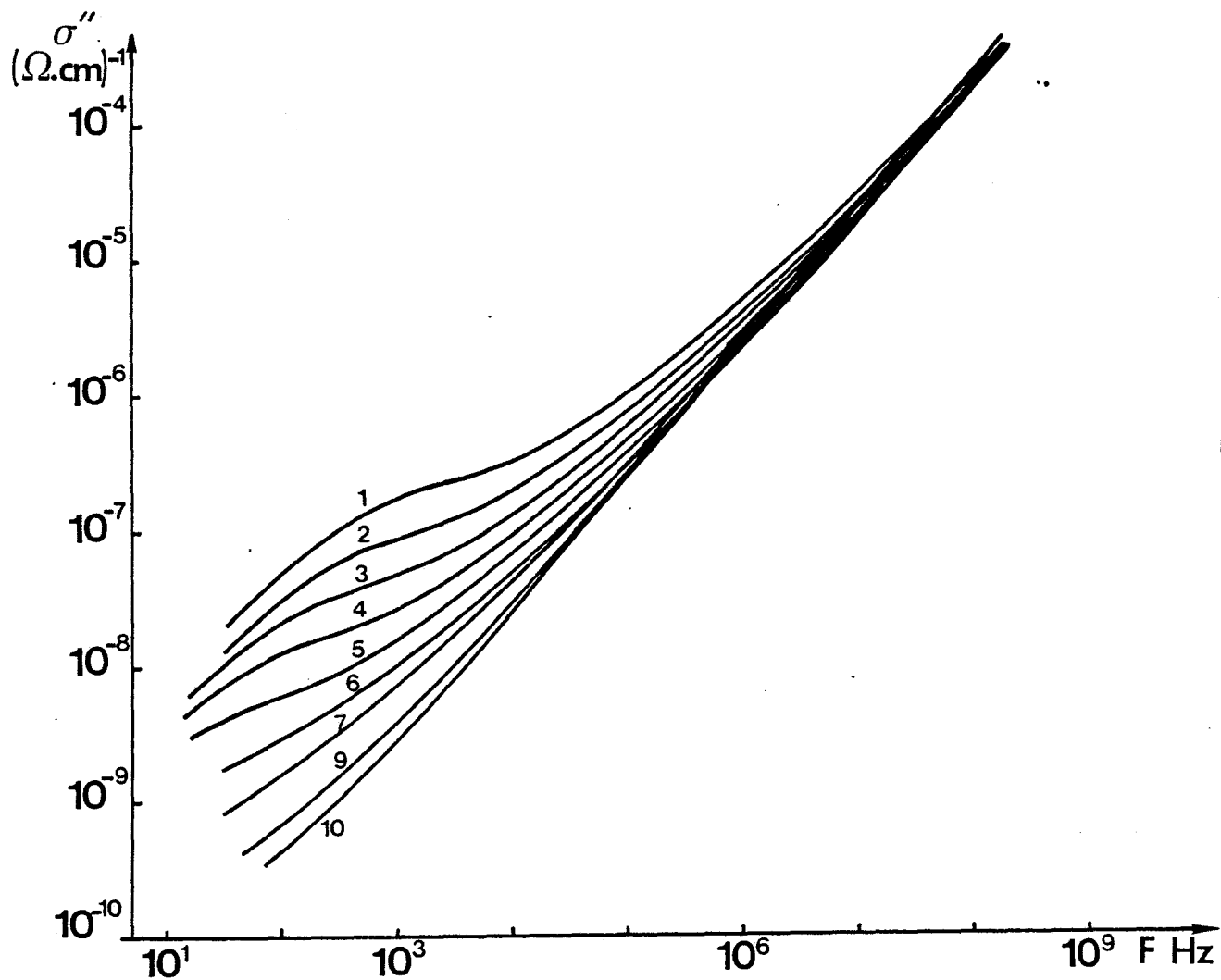


FIGURE F.1.6

Partie imaginaire de la conductivité complexe d'un échantillon de polyméthylthiophène (PMet B₁) en fonction de la fréquence à différentes températures

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1. T = 20°C | 6. T = - 80°C |
| 2. T = 0°C | 7. T = - 100°C |
| 3. T = - 20°C | 8. T = - 140°C |
| 4. T = - 40°C | 9. T = - 170°C |
| 5. T = - 60°C | 10. T = - 196°C |

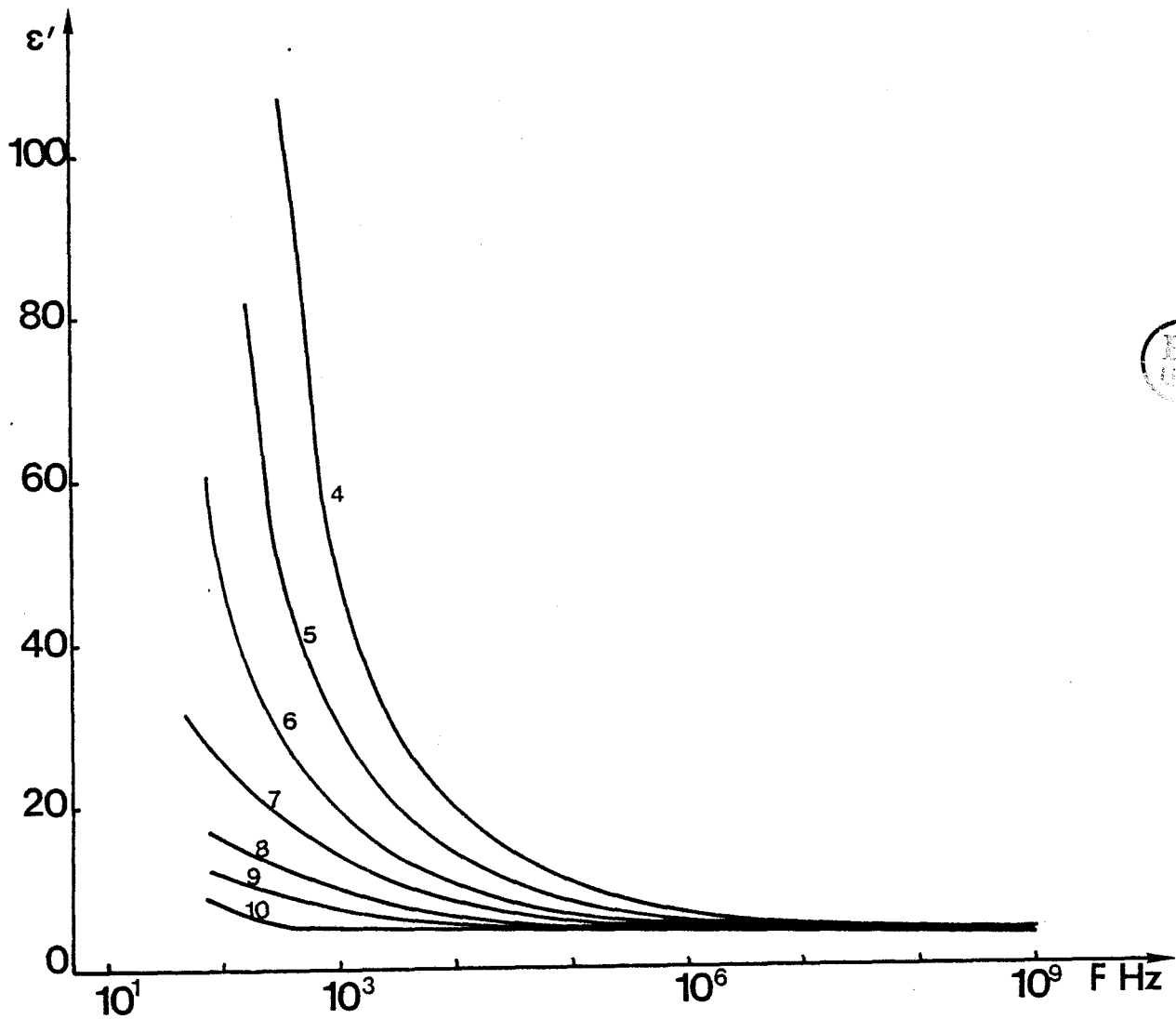


FIGURE F.1.7

Permittivité d'un échantillon de polyméthylthiophène
(PMet B₁) en fonction de la fréquence à différentes températures

4. T = - 40°C
5. T = - 60°C
6. T = - 80°C
7. T = - 100°C

8. T = - 140°C
9. T = - 170°C
10. T = - 196°C

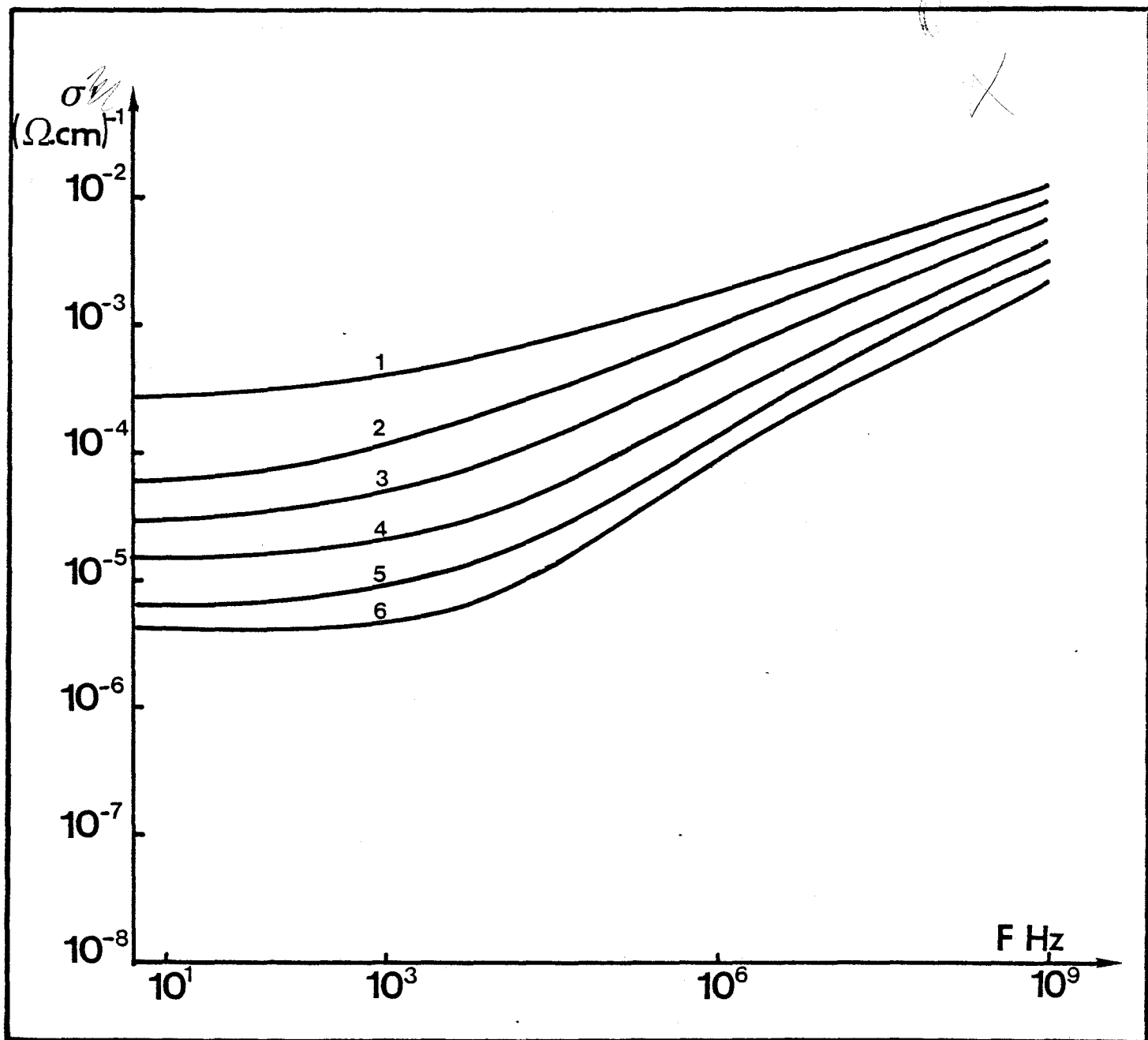


FIGURE F.1.8

Partie réelle de la conductivité complexe d'un échantillon de polythiophène (Film ~~24~~) en fonction de la fréquence à différentes températures

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. $T = 40^\circ\text{C}$ | 4. $T = -20^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = 20^\circ\text{C}$ | 5. $T = -40^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = 0^\circ\text{C}$ | 6. $T = -60^\circ\text{C}$ |

poly methyl thiophène

*ou polythiophène ?
Voir page 1*

X

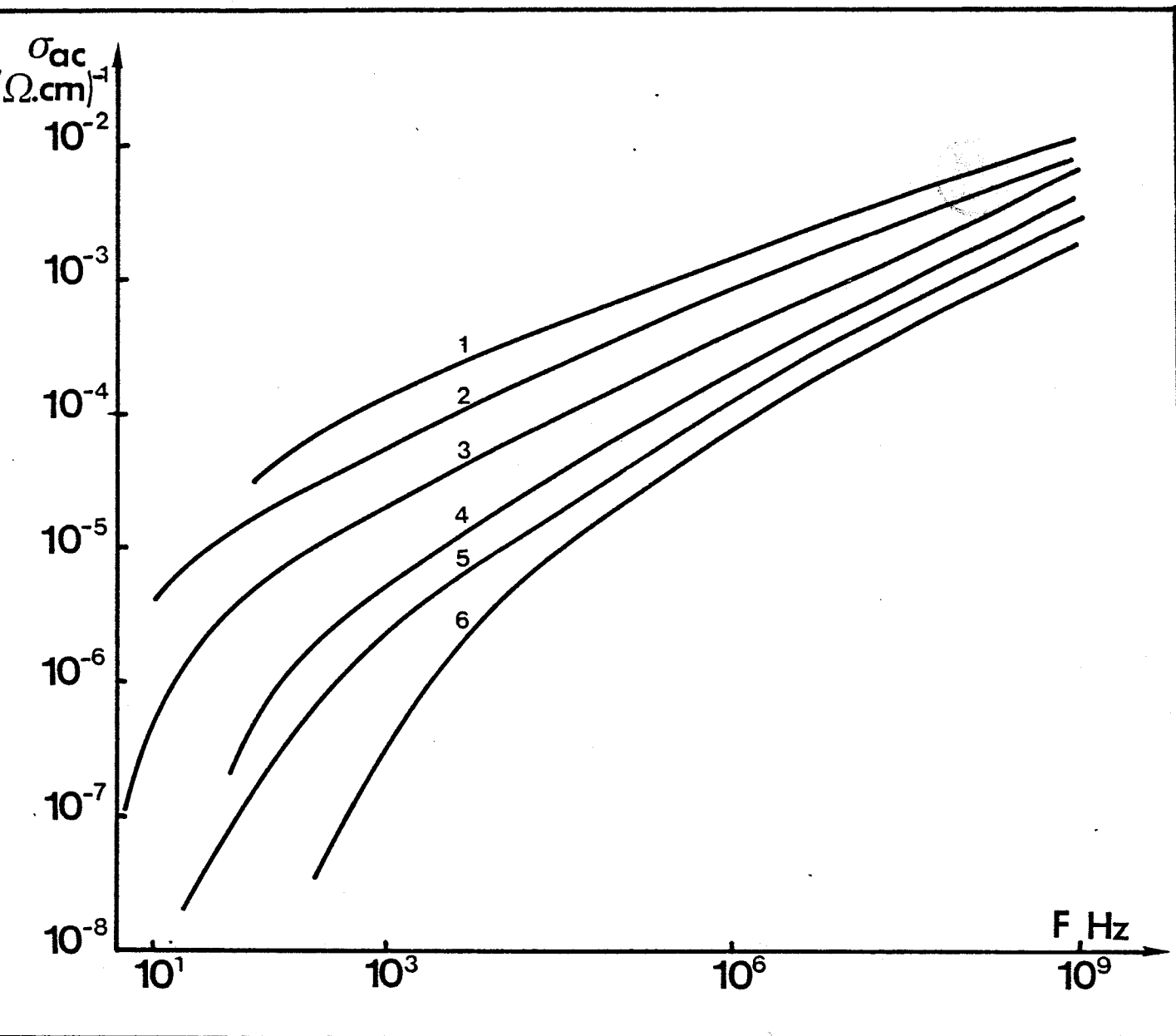


FIGURE F.1.9

polymethyl thiophène

Conductivité dynamique d'un échantillon de ~~polythiophène~~ (Film ~~20H~~)
en fonction de la fréquence à différentes températures

- | | |
|-------------|---------------|
| 1. T = 40°C | 4. T = - 20°C |
| 2. T = 20°C | 5. T = - 40°C |
| 3. T = 0°C | 6. T = - 60°C |

idem

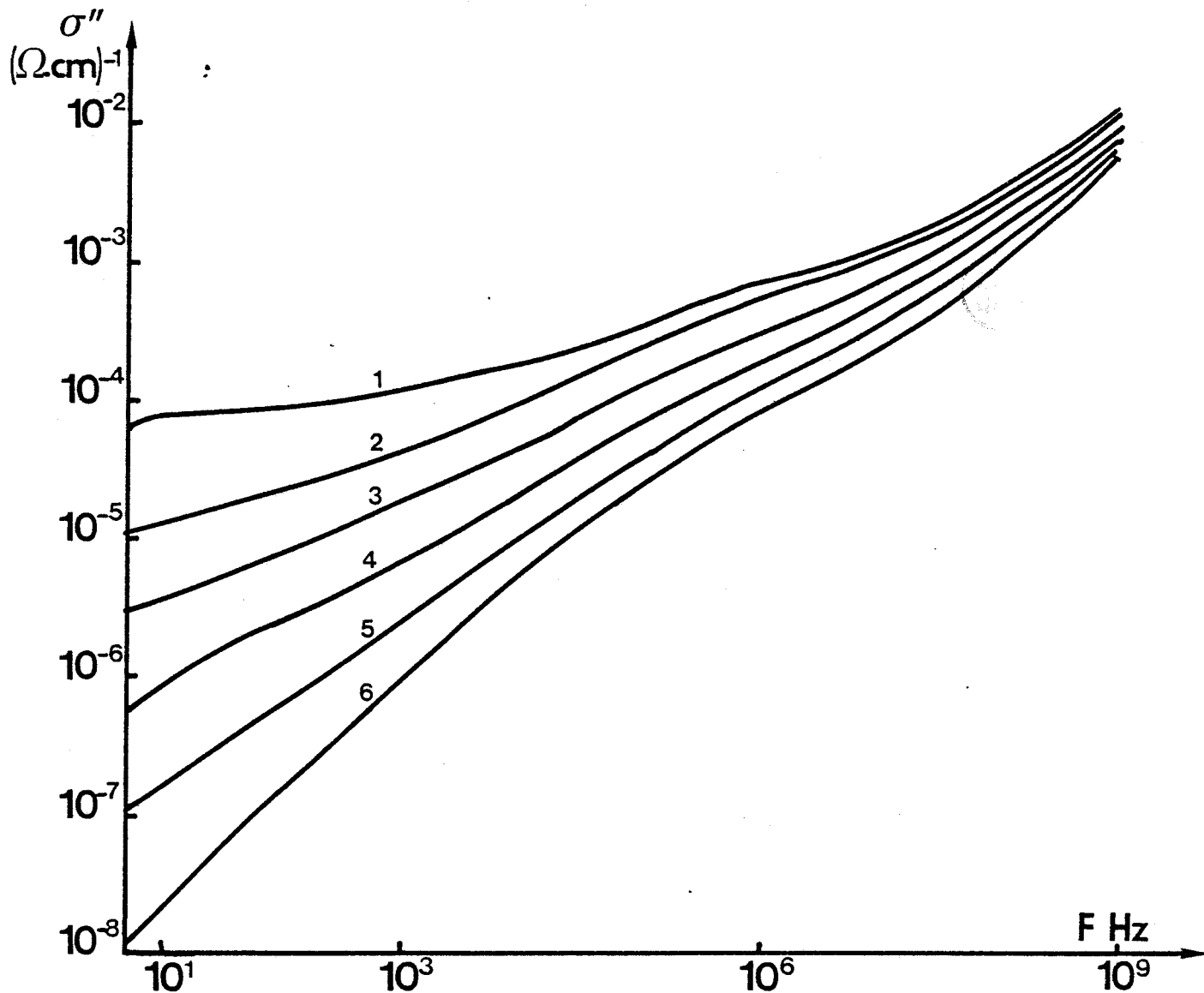


FIGURE F.1.10

Partie imaginaire de la conductivité complexe d'un échantillon de ~~polyéthylène (Film PE-H)~~ *Poly methyl thio* en fonction de la fréquence à différentes températures

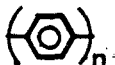
- | | |
|-------------|---------------|
| 1. T = 40°C | 4. T = - 20°C |
| 2. T = 20°C | 5. T = - 40°C |
| 3. T = 0°C | 6. T = - 60°C |

X
idm

FICHE N°2

DENOMINATION : Polyparaphenylène

FORMULE CHIMIQUE :



DOPAGE : Chimique

CONDITIONNEMENT : Poudre pastillée

se dégrade très rapidement à l'air à l'état dopé.

nécessite d'être conservé dans une atmosphère sèche

DOPANTS ET LABORATOIRES D'ORIGINE

- 1) I_2, AsF_5 Echantillons fournis par les laboratoires du CNET
Lannion (F. MAURICE et G. FROYER)
- 2) $SbCl_5$ Echantillons fournis par le GDPC de Montpellier
(P. BERNIER)

RESULTATS PRESENTES

I. 3P non dopé

Figure F.2.1. Permittivité et conductivité apparente d'une pastille de polyparaphenylène non dopé.

Figure F.2.2. Conductivités apparentes d'échantillons de 3P non dopés issus de différentes synthèses.

II. 3P dopé à l'Iode

Figures F.2.3.4.5.6. Paramètres apparents d'un échantillon dopé à l'Iode (3P I₂-9) à différentes températures.

Figure F.2.7. Effet du vieillissement sur la conductivité apparente du 3P I₂-9

Figure F.2.8. Conductivité apparente de deux échantillons à différents degrés de dopages.

Figure F.2.10.11. Evolution de la conductivité d'un échantillon dopé à l'iode 3PI9 après 4 mois de dégradation sous atmosphère inerte en fonction de la fréquence et pour différentes températures.

Figure F.2.12. Evolution de la conductivité d'un échantillon placé dans une cellule coaxiale en fonction de la fréquence et pour différentes températures.

III. 3P dopé à l'AsF₅

Figures F.2.13.14.15.16.17. Paramètres apparents d'un échantillon de polyparaphénylène dopé à l'As F₅.

IV. 3P dopé au SbCl₅

Figures F.2.18.19.20.21. Paramètres apparents d'un échantillon de polyparaphénylène dopé au SbCl₅.

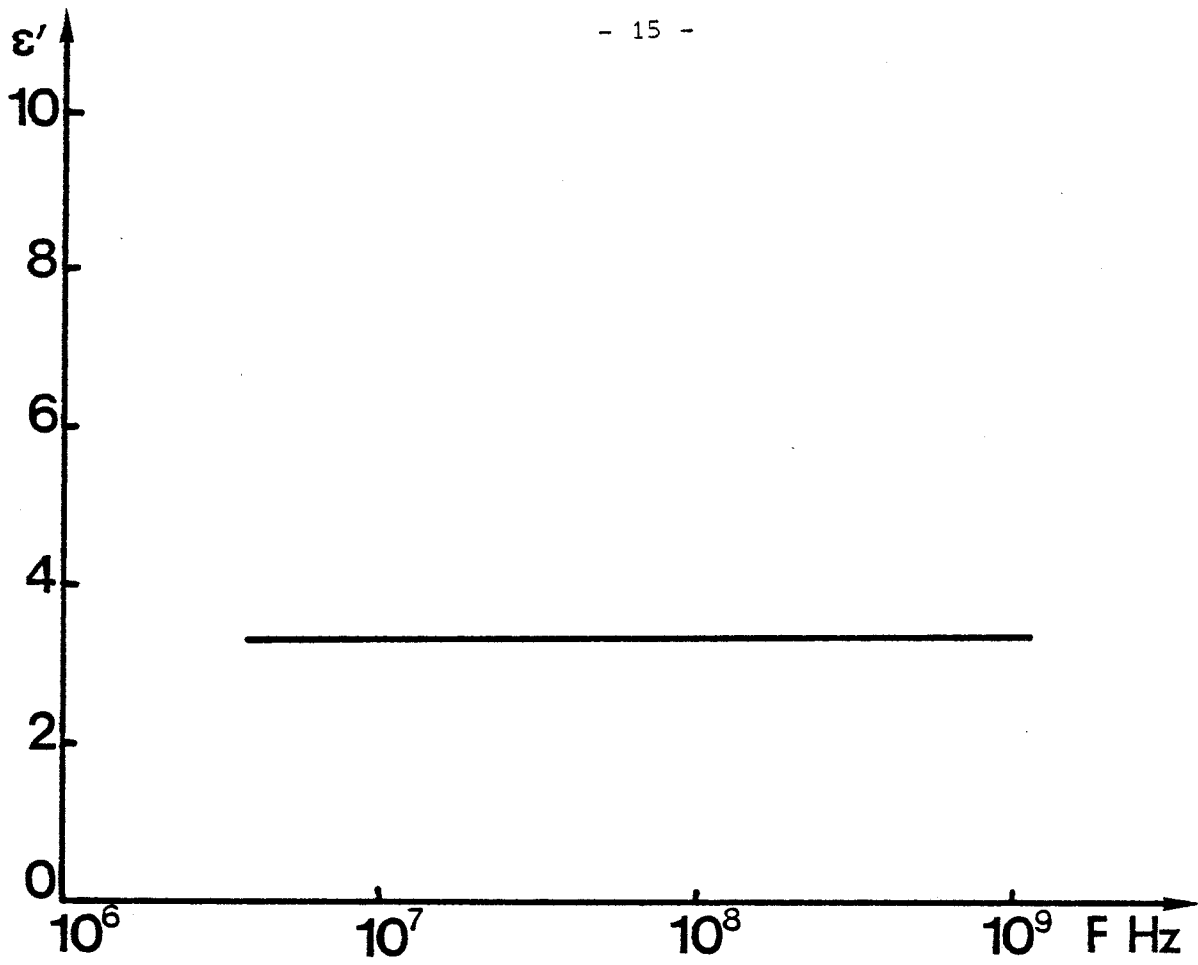
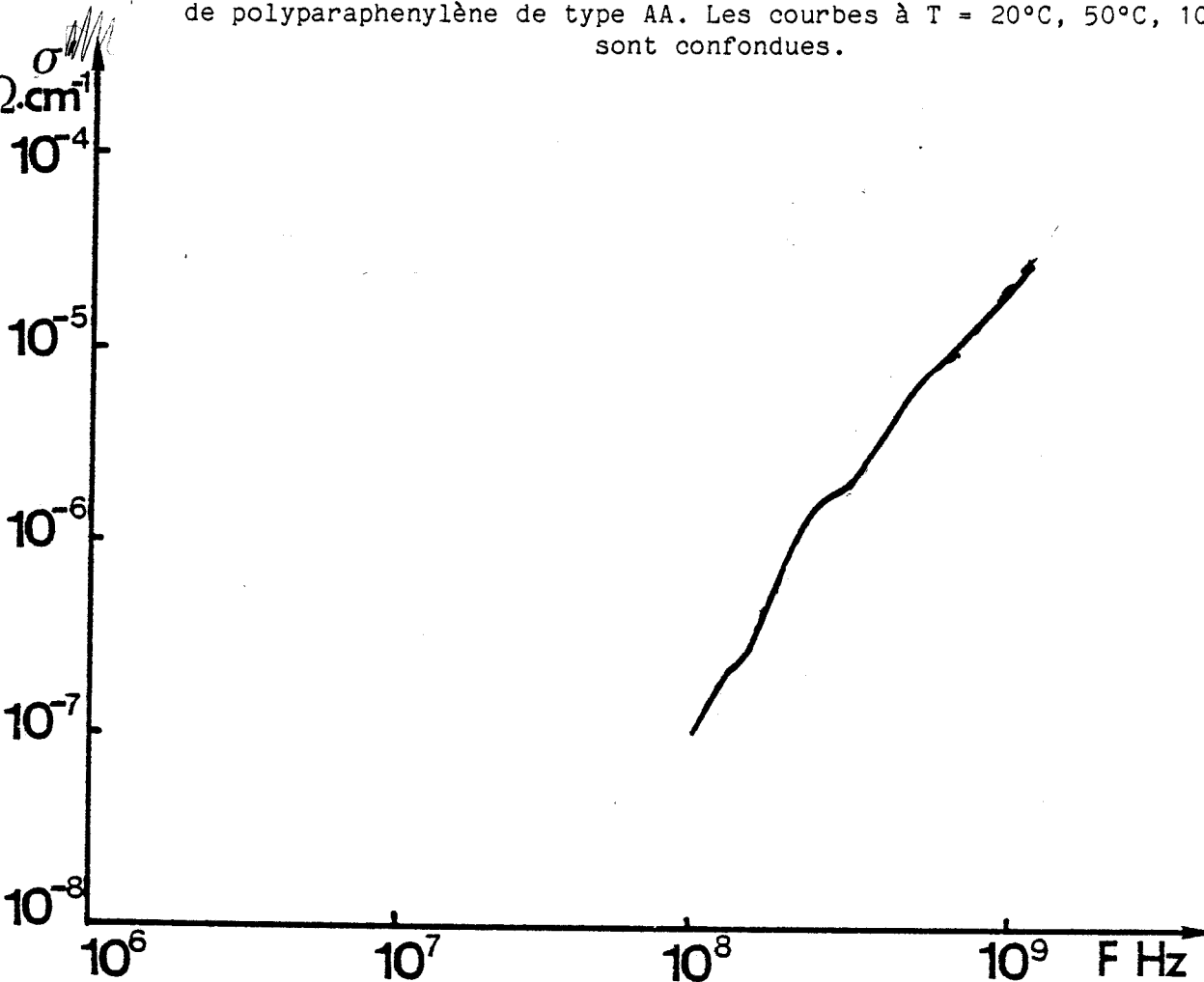


FIGURE F.2.1

Permittivité et conductivité apparente d'un échantillon de polyparaphenylène de type AA. Les courbes à $T = 20^\circ\text{C}$, 50°C , 100°C sont confondues.



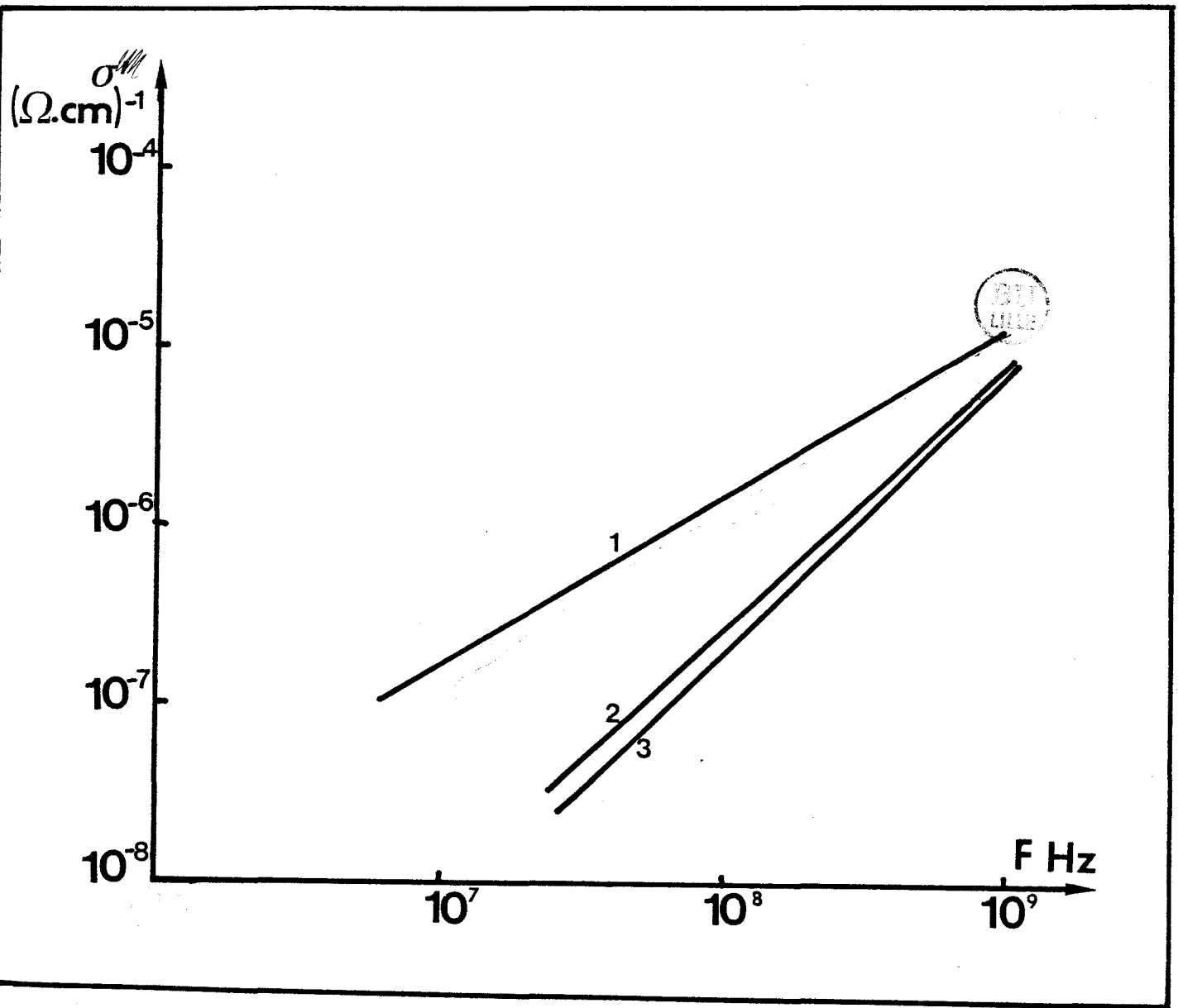


FIGURE F.2.2.

Conductivité d'échantillons de polyparaphénylène non dopés issus de différentes synthèses :

1. Echantillon obtenu par synthèse de Kovacic
2. Echantillon AA obtenu par synthèse de Kovacic après élimination d'impuretés
3. Echantillon AA recuit.

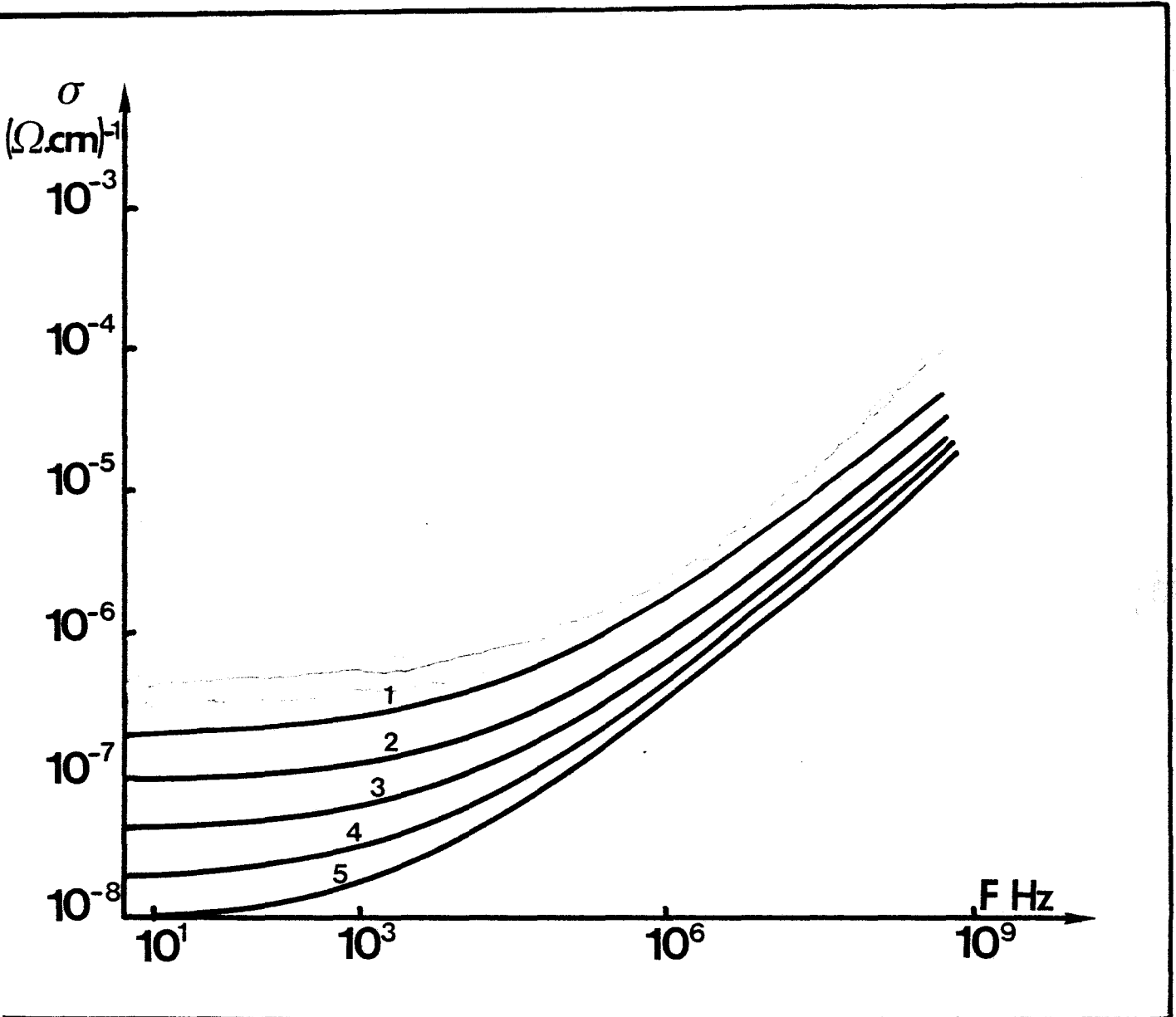


FIGURE F.2.3.

Partie réelle de la conductivité complexe d'un échantillon de polyparaphénylène dopé à l'iode (3PI_2-9) à différentes températures :

- | | |
|----------------|----------------|
| 1 - T = 20°C | 4 - T = - 30°C |
| 2 - T = - 10°C | 5 - T = - 40°C |
| 3 - T = - 20°C | |

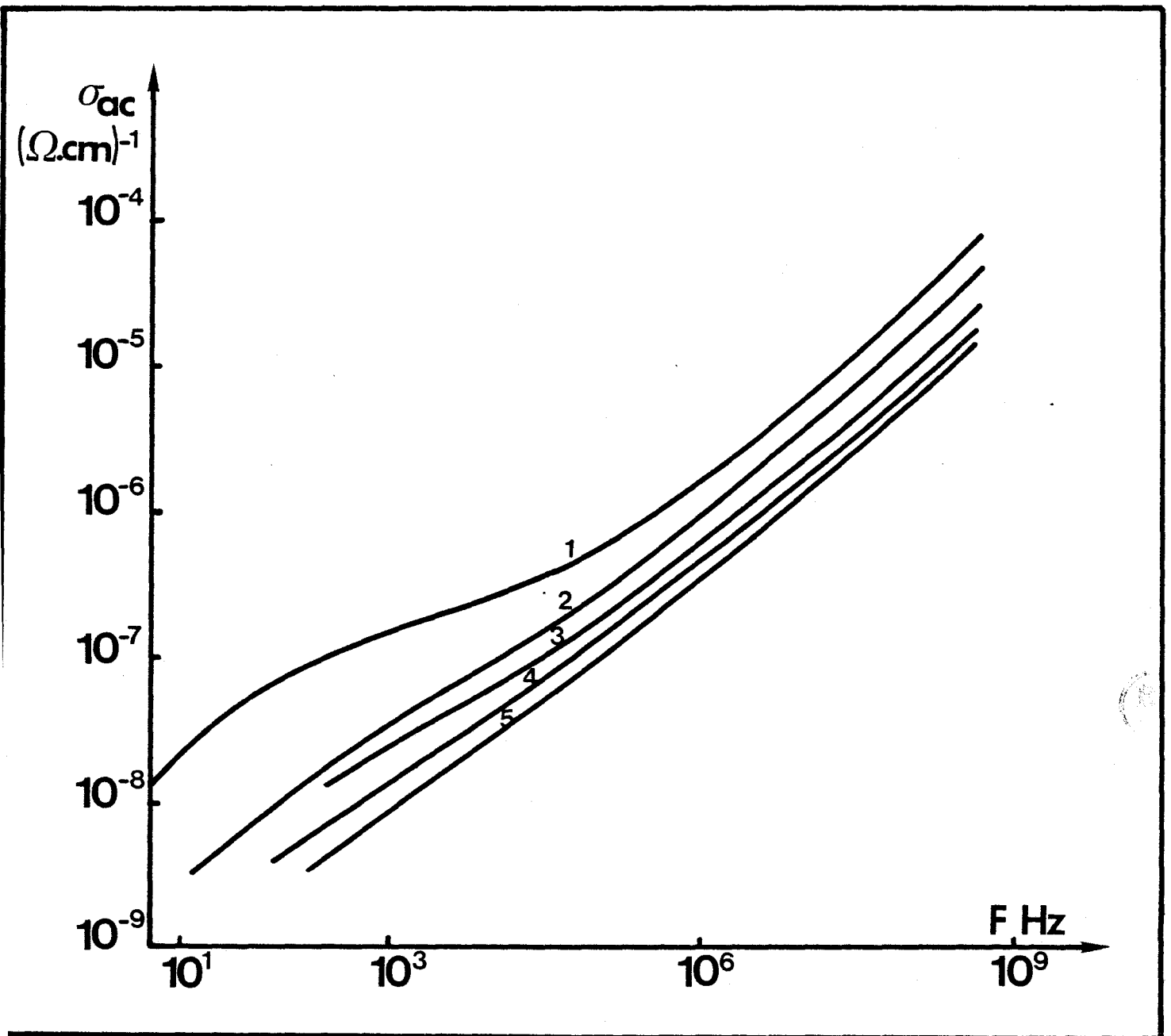


FIGURE F.2.4

Conductivité dynamique d'un échantillon polyparaphénylène dopé à l'iode ($3\text{PI}_2 - 9$) à différentes températures

- | | |
|----------------|----------------|
| 1 - T = 20°C | 4 - T = - 30°C |
| 2 - T = - 10°C | 5 - T = - 40°C |
| 3 - T = - 20°C | |

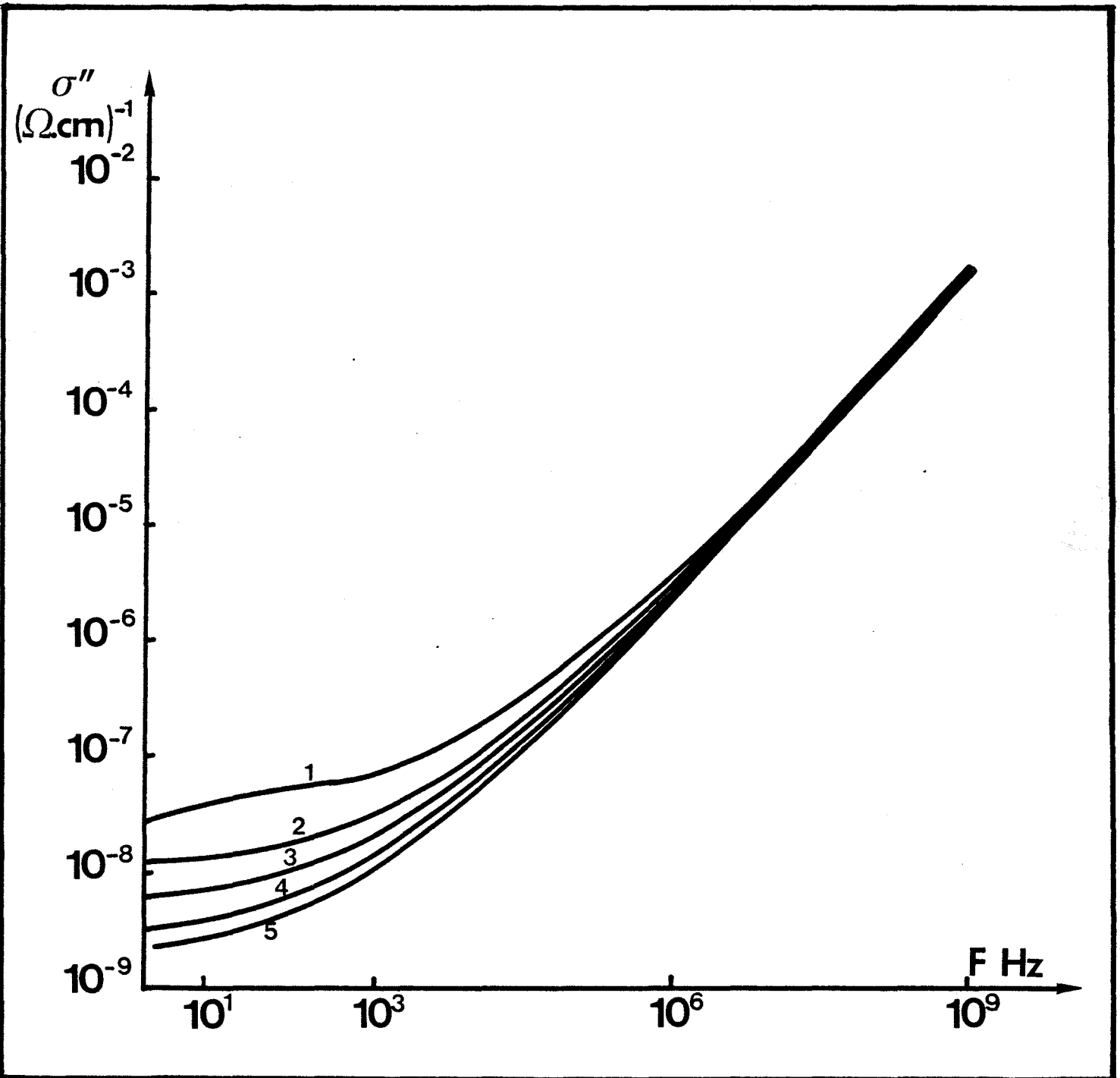


FIGURE F.2.5

Partie imaginaire de la conductivité complexe d'un échantillon
de Polyparaphenylène dopé à l'Iode (3PI₂-9)
à différentes températures

- | | |
|----------------|----------------|
| 1 - T = 20°C | 4 - T = - 30°C |
| 2 - T = - 10°C | 5 - T = - 40°C |
| 3 - T = - 20°C | |

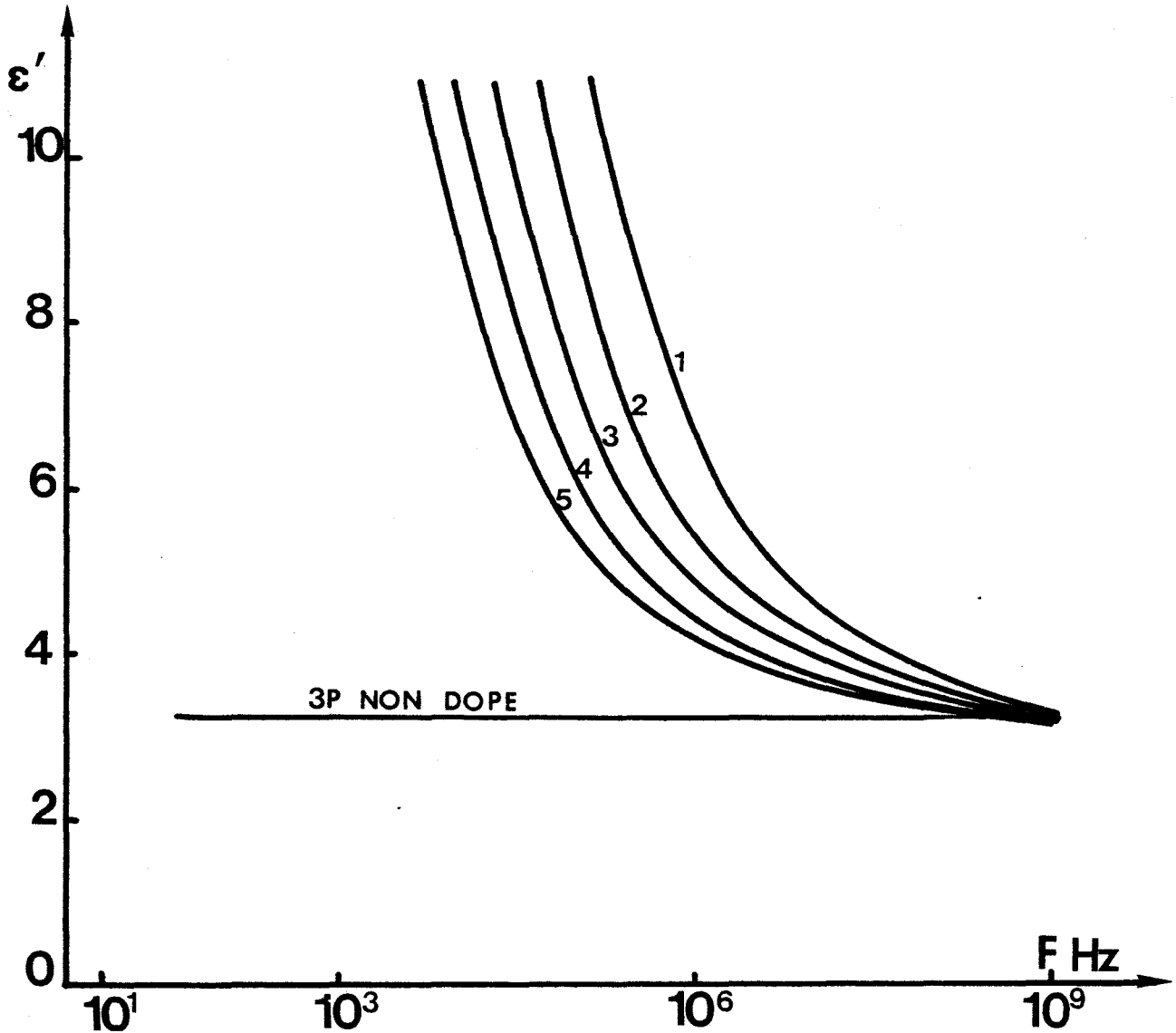


FIGURE F.2.6

Permittivité d'un échantillon de polyparaphénylène dopé à l'Iode ($3PI_2-9$) à différentes températures. Comparaison avec celle du 3P non dopé

- | | |
|----------------|----------------|
| 1 - T = 20°C | 4 - T = - 30°C |
| 2 - T = - 10°C | 5 - T = - 40°C |
| 3 - T = - 20°C | |

Remarque : Le dopage à l'iode ne change pas la valeur de la permittivité dans la région du Gigahertz.

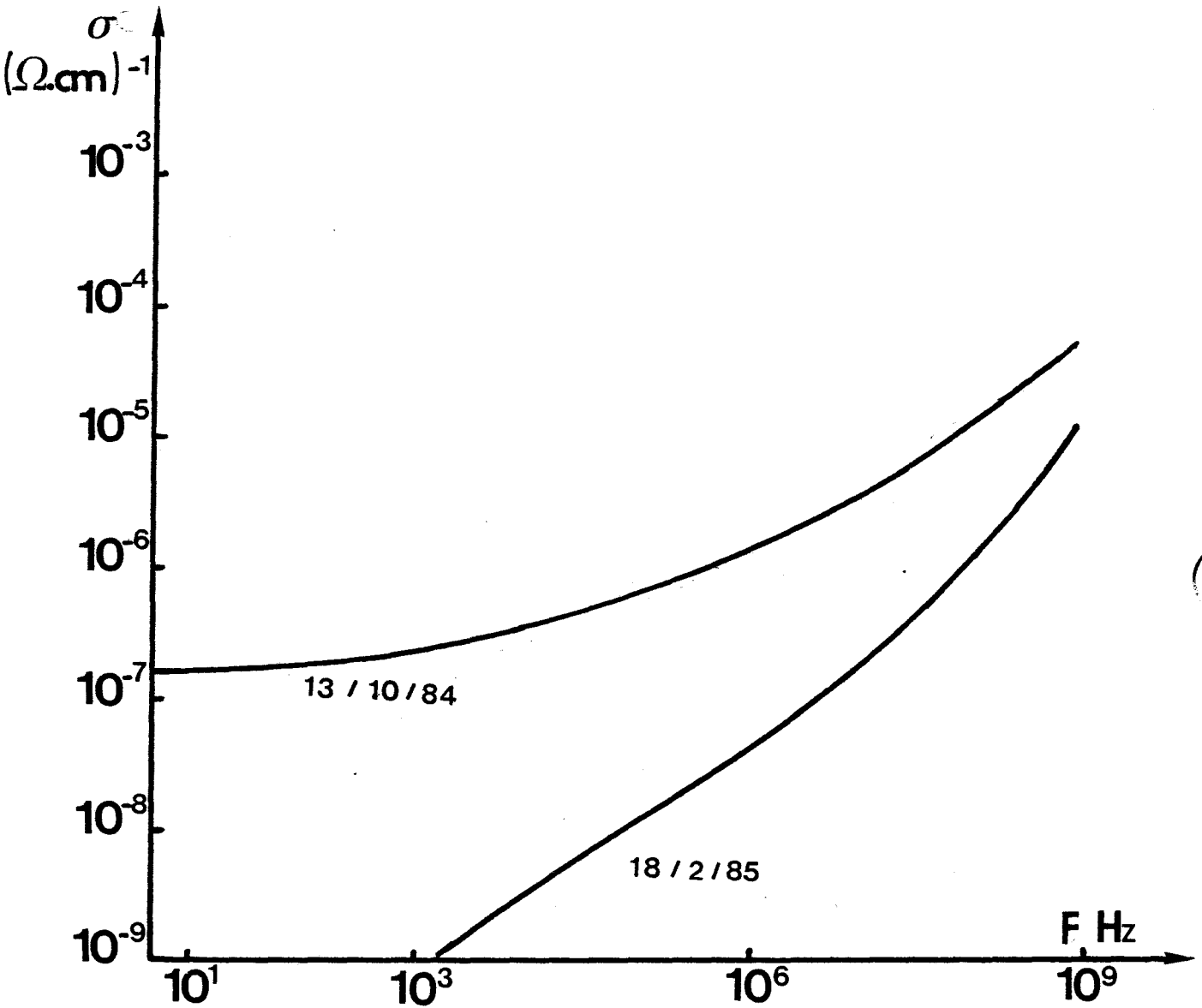


FIGURE F.2.7

Vieillissement de l'échantillon 3PI₂₉ sous atmosphère d'azote
T = 20°C

Remarque : La conductivité statique est beaucoup plus sensible
au vieillissement que la conductivité dynamique.

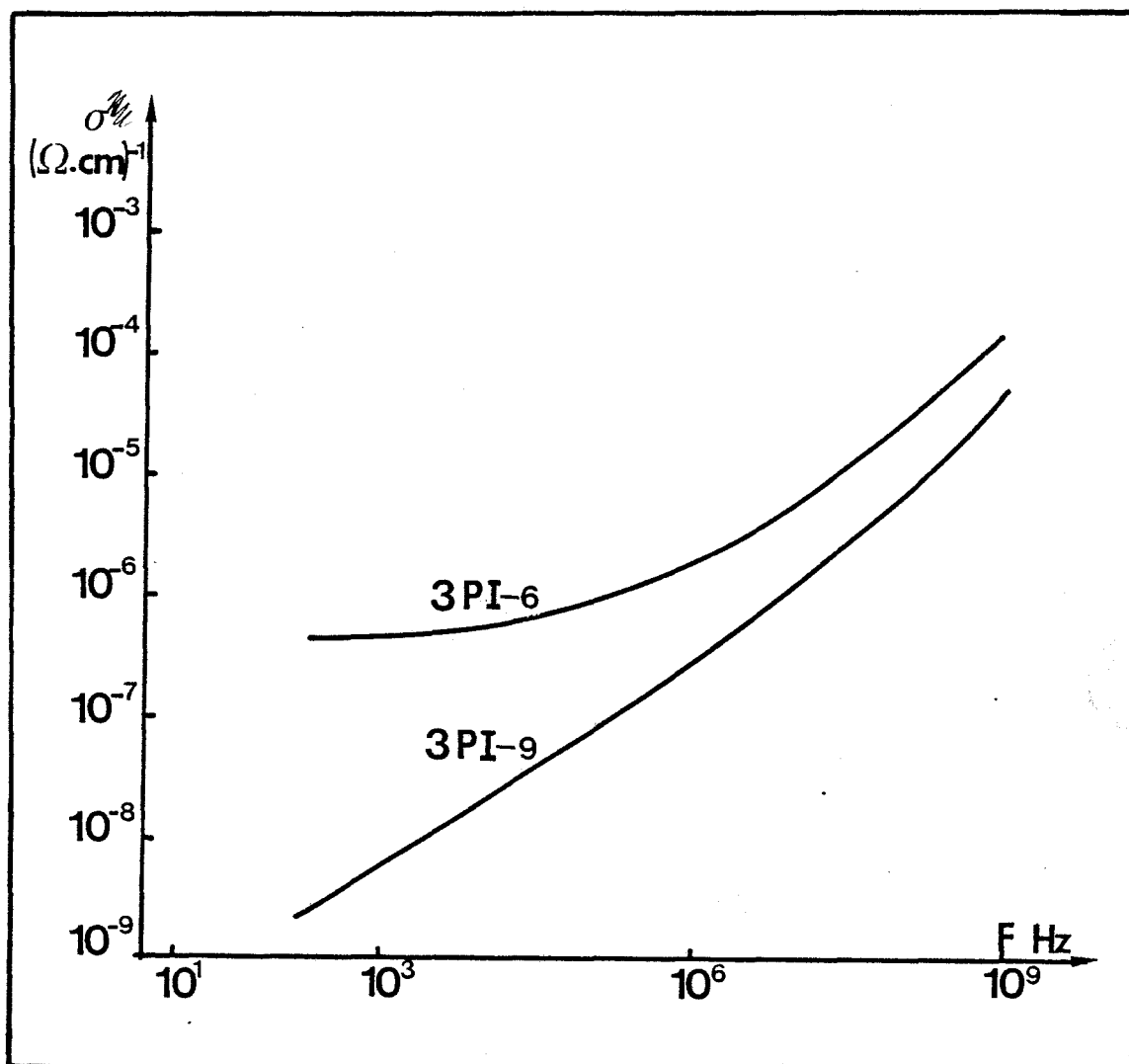


FIGURE F.2.8

Partie réelle de la conductivité complexe de deux échantillons ayant des degrés de dopage différents

Remarque : Voir Figure F.2.7.

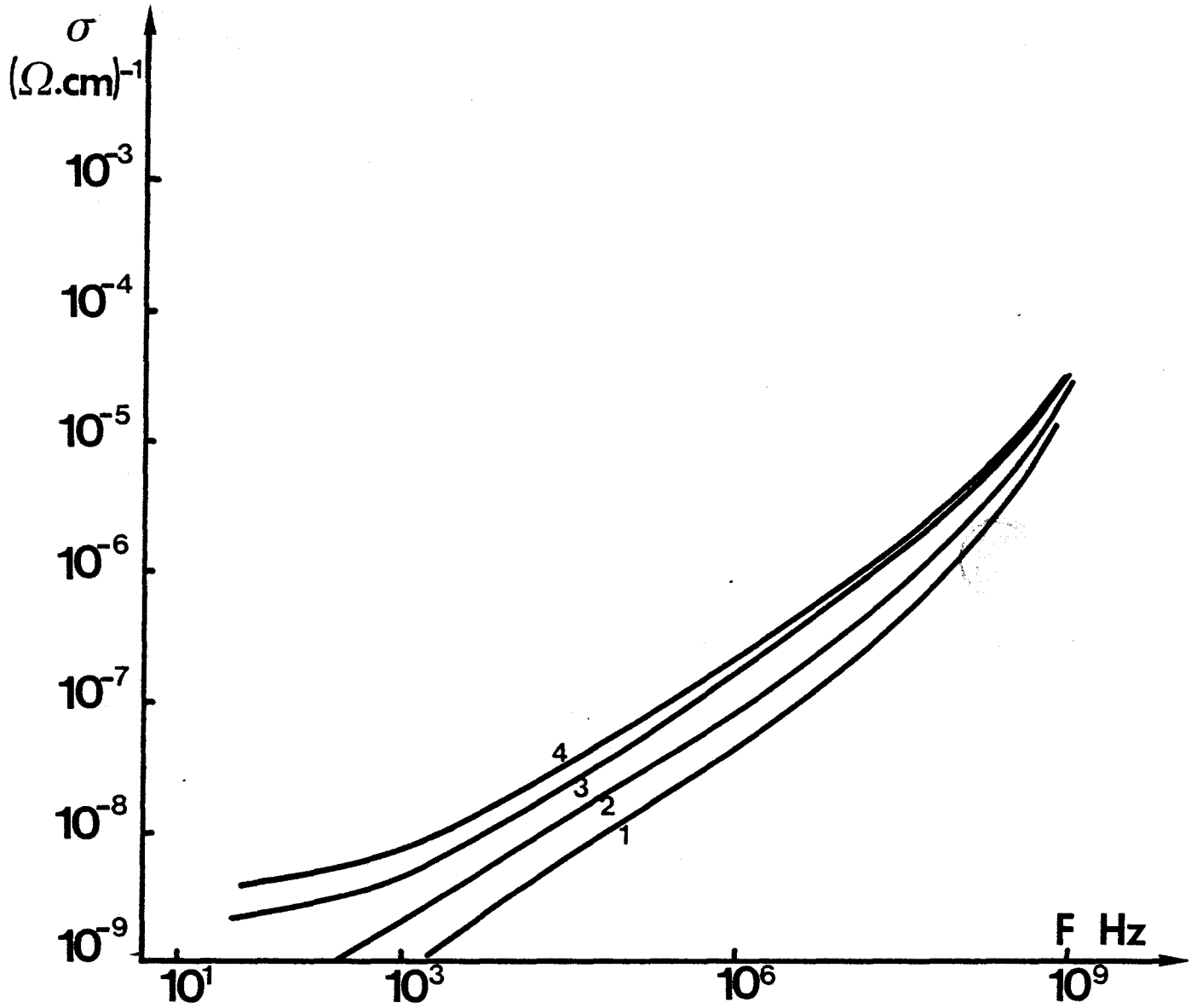


FIGURE F.2.10

Partie réelle de la conductivité complexe de l'échantillon 3PI9 dégradé sous atmosphère contrôlée à différentes températures

1 - T = 20°C

3 - T = 90°C

2 - T = 60°C

4 - T = 100°C

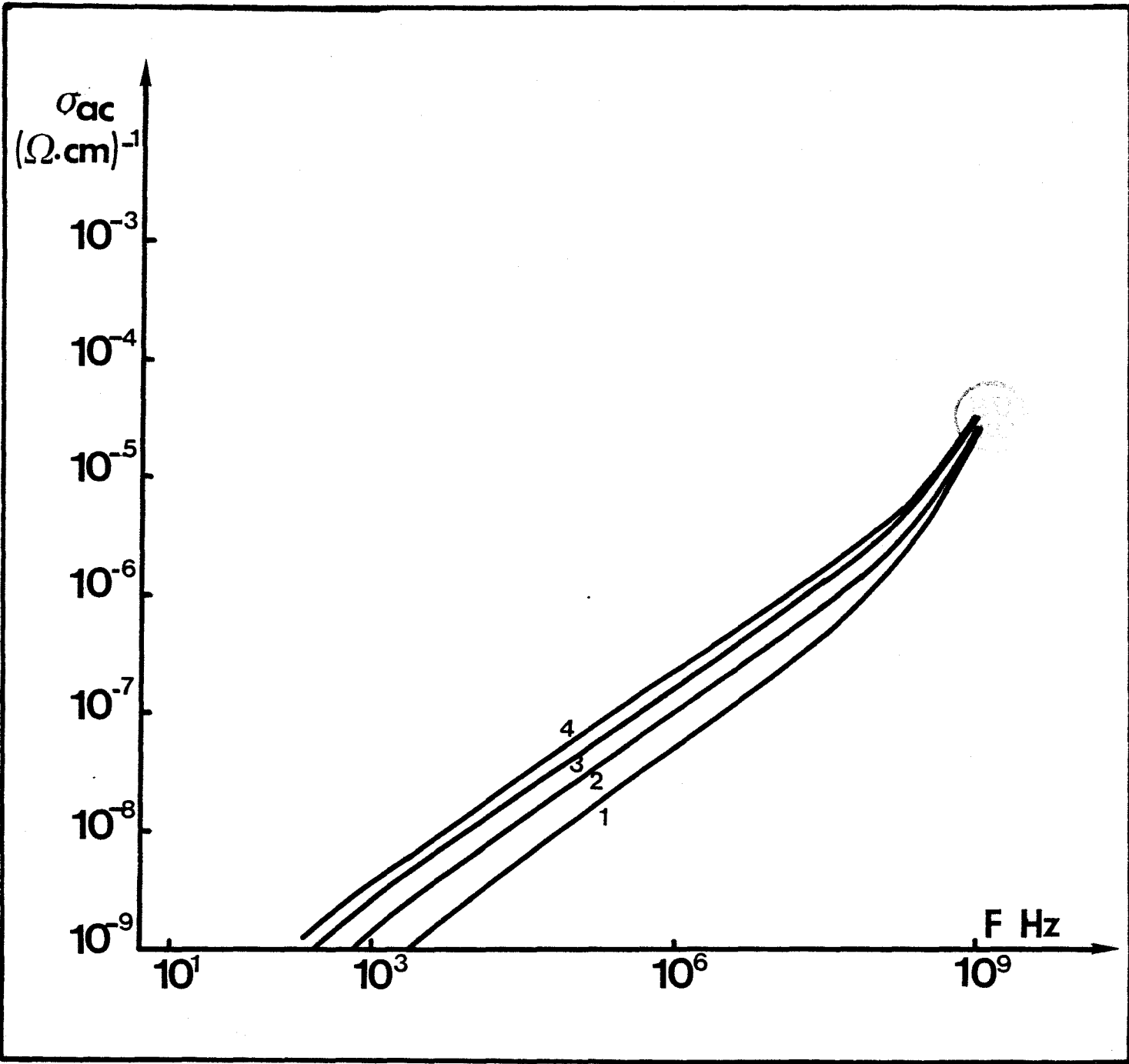


FIGURE F.2.11

Conductivité dynamique de l'échantillon 3PI₂₉ dégradé sous atmosphère contrôlée à différentes températures

1 - T = 20°C

3 - T = 90°C

2 - T = 60°C

4 - T = 100°C

Remarque : La diminution de la valeur de la conductivité dynamique laisse apparaître l'influence de la résistance série qui est à l'origine du changement de la valeur de la pente pour des fréquences supérieures à 100 MHz.

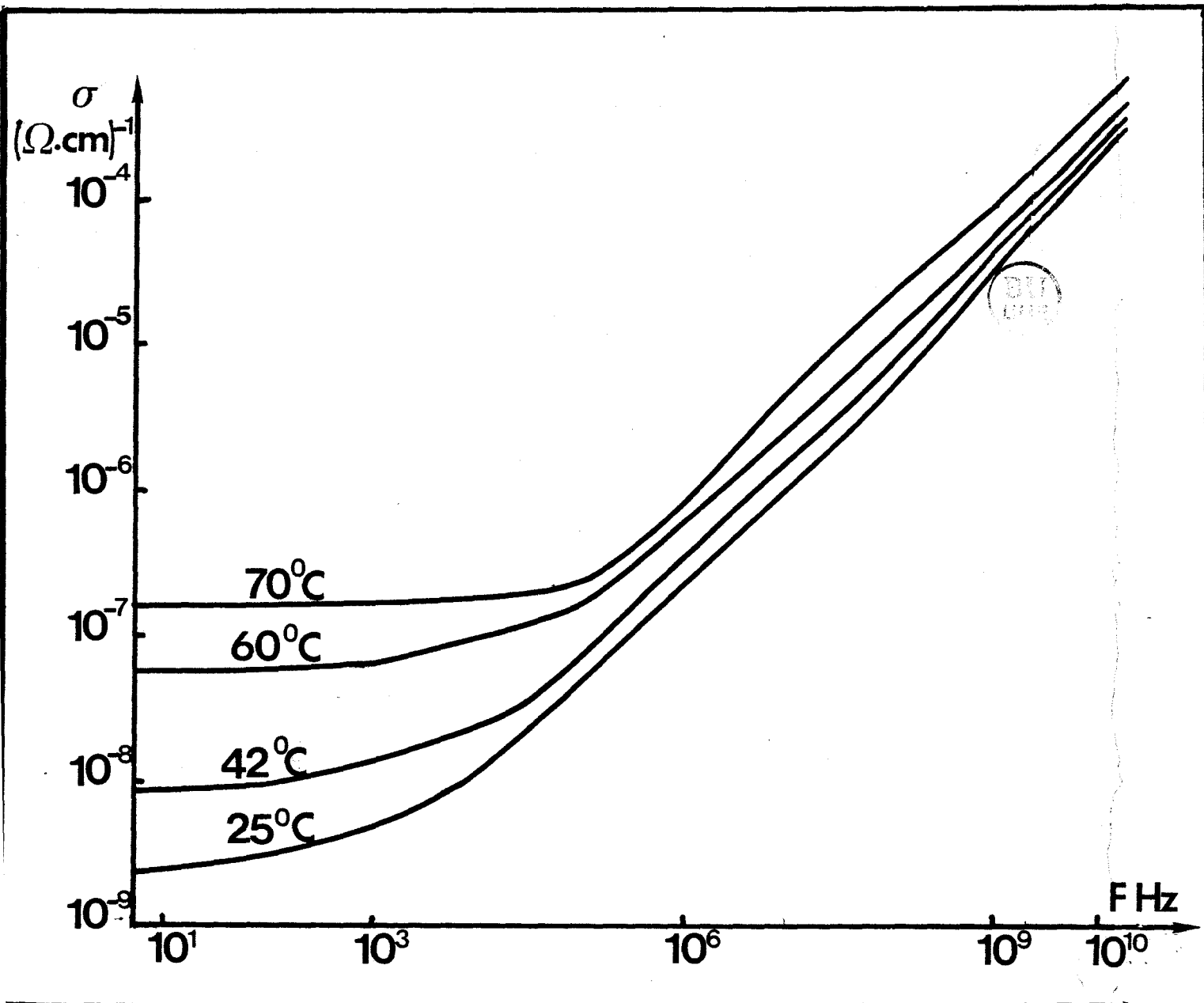


FIGURE F.2.12

Partie réelle de la conductivité complexe d'une poudre de polyparaphénylène dopée à l'iode placée dans une cellule coaxiale.

Remarque : L'évolution en ω^S continue jusqu'à 18 GHz

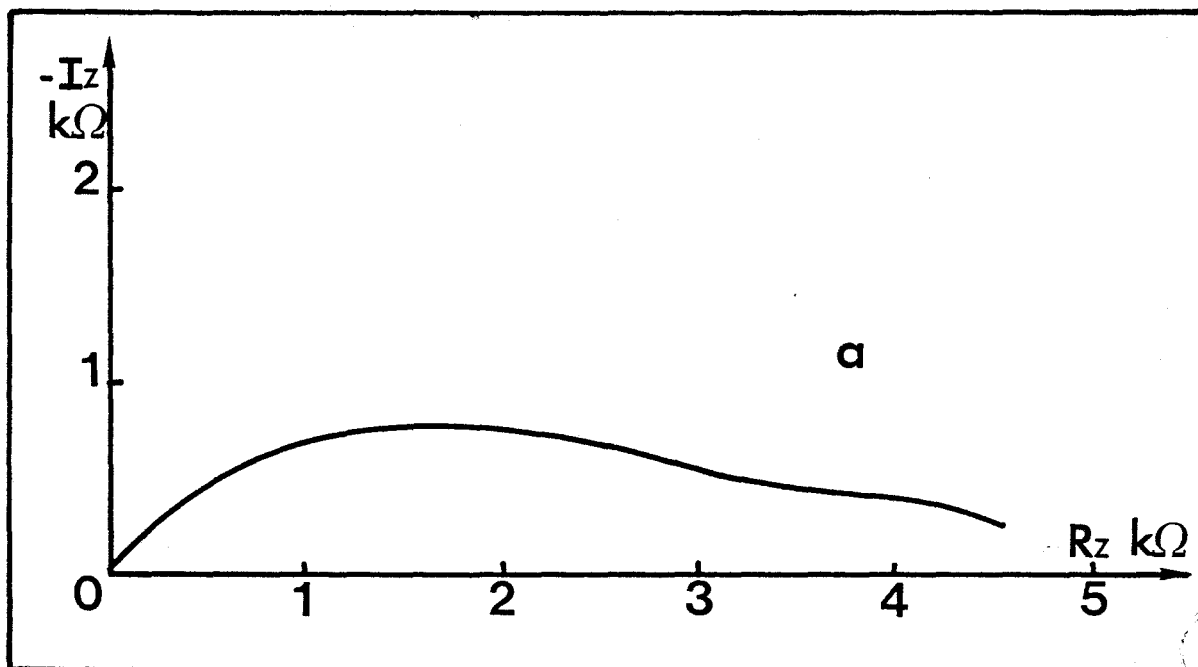
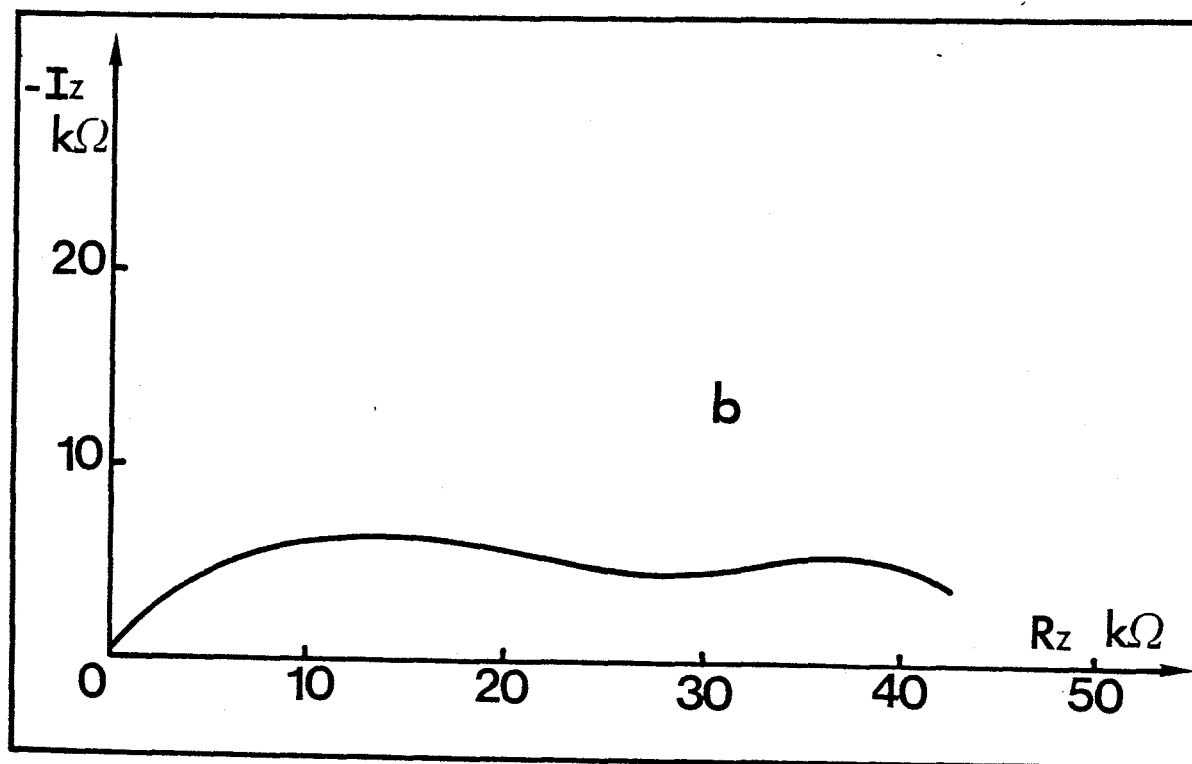


FIGURE F.2.13

Représentation dans le plan complexe de l'impédance d'un échantillon de polyparaphénylène dopé à l' AsF_5
a. $T = 20^\circ C$
b. $T = -20^\circ C$



Remarque : Le contact n'est pas ohmique : la conductivité apparente est plus faible que celle réelle du matériau.

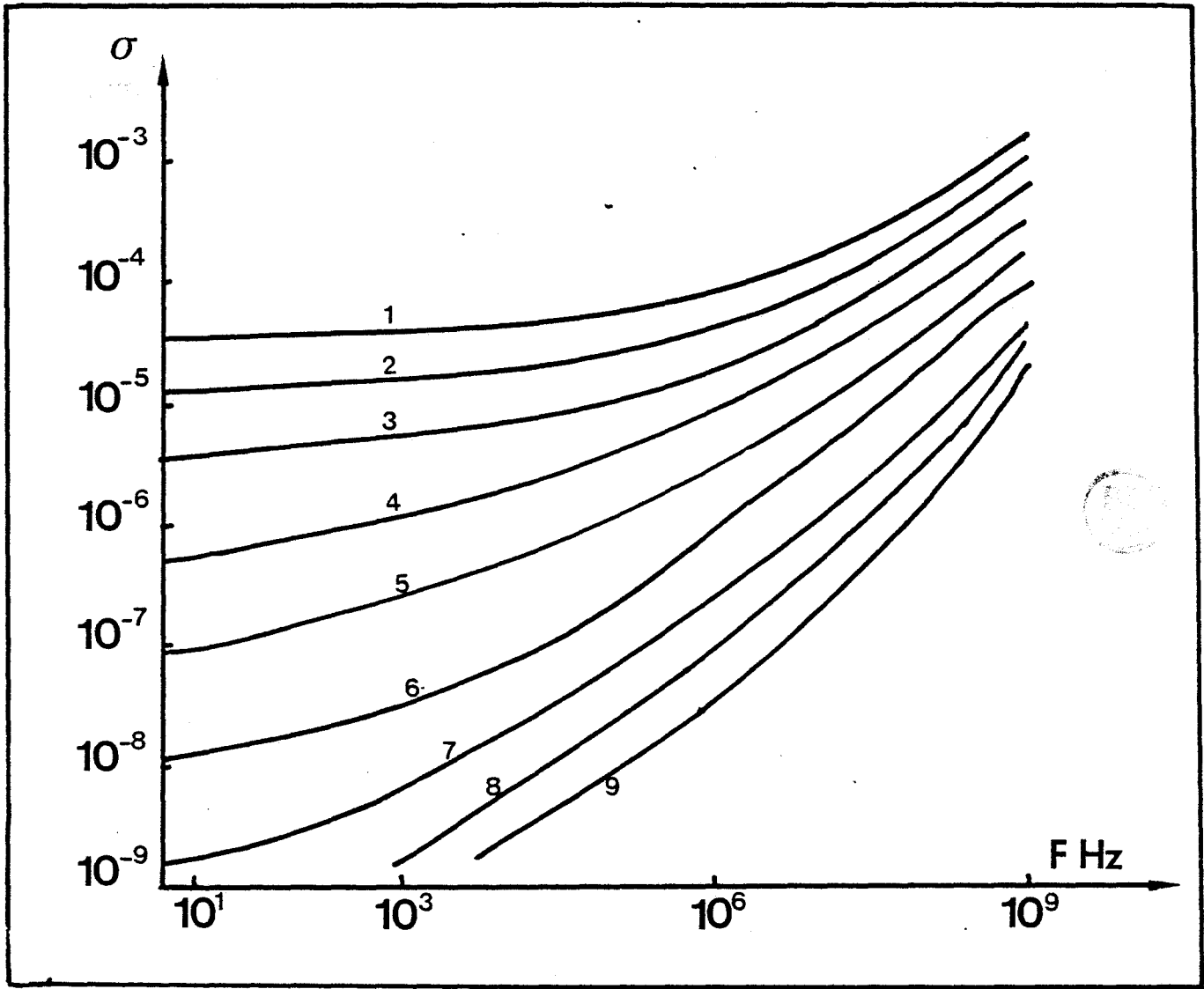


FIGURE F.2.14

Partie réelle de la conductivité complexe d'un échantillon de polyparaphénylène dopé au Pentafluorure d'Arсенио (AsF_5) à différentes températures

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. $T = 20^{\circ}C$ | 5. $T = - 60^{\circ}C$ |
| 2. $T = 0^{\circ}C$ | 6. $T = - 90^{\circ}C$ |
| 3. $T = - 20^{\circ}C$ | 7. $T = - 130^{\circ}C$ |
| 4. $T = - 40^{\circ}C$ | 8. $T = - 150^{\circ}C$ |
| | 9. $T = - 180^{\circ}C$ |

~~AsF_5~~ X

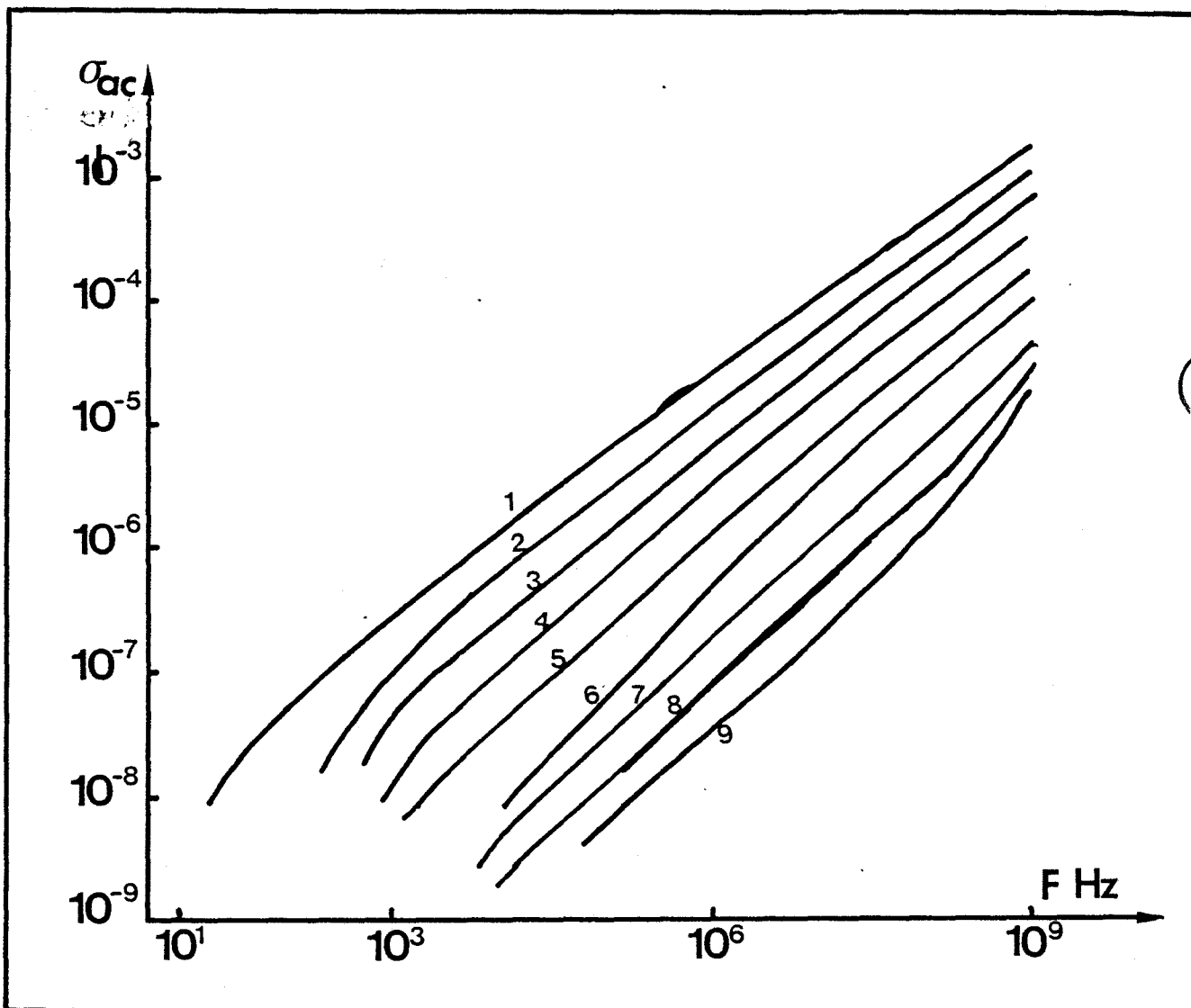


FIGURE F.2.15

Conductivité dynamique d'un échantillon de polyparaphénylène dopé au Pentafluorure d'Arsenic à différentes températures

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. T = 20°C | 5. T = - 60°C |
| 2. T = 0°C | 6. T = - 90°C |
| 3. T = - 20°C | 7. T = - 130°C |
| 4. T = - 40°C | 8. T = - 150°C |
| | 9. T = - 180°C |
- (AsF5)*

isera X

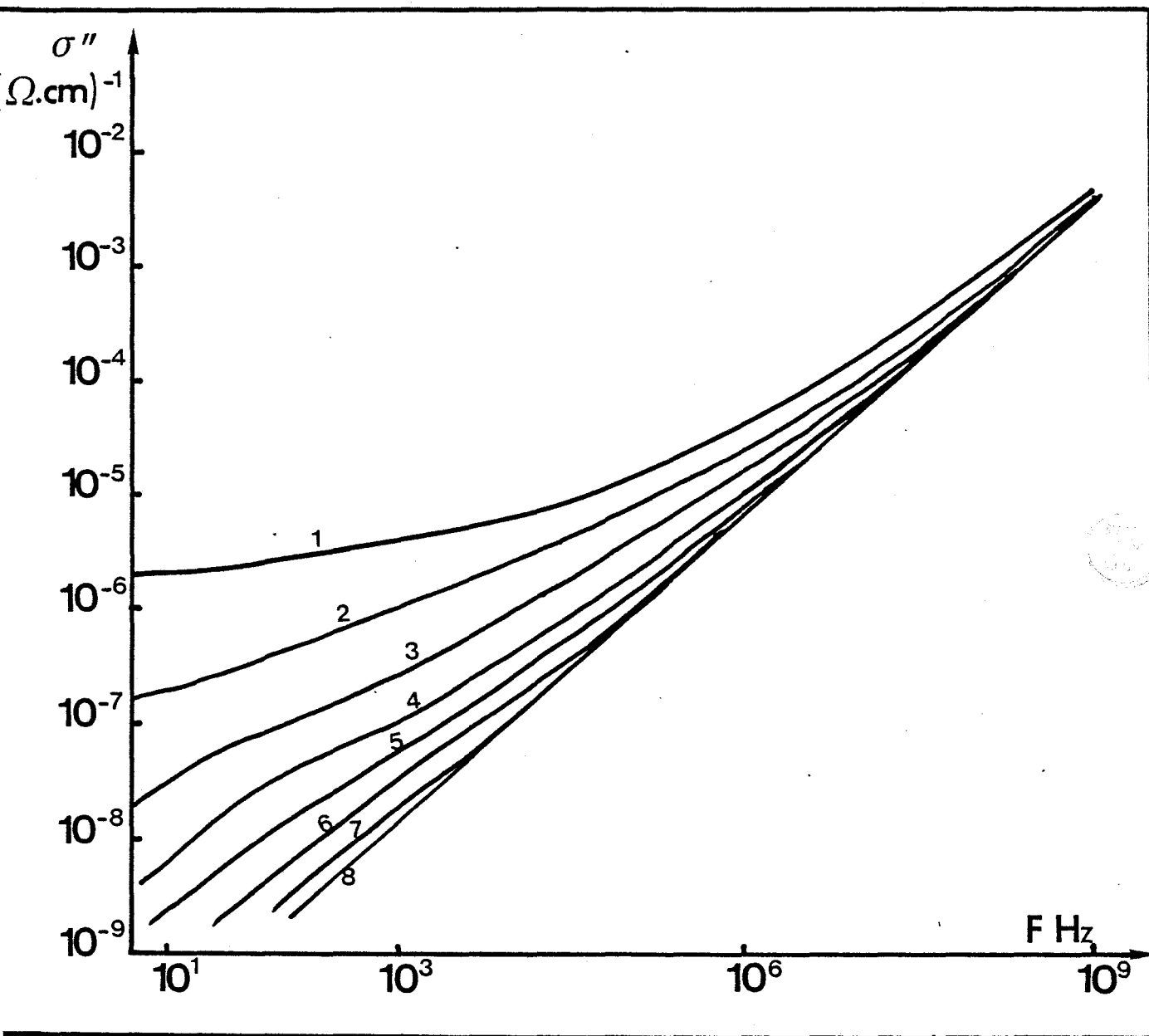


FIGURE F.2.16

Partie imaginaire de la conductivité complexe d'un échantillon de polyparaphénylène dopé au Pentafluorure d'Arсениc (AsF_5) à différentes températures

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. $T = 20^\circ\text{C}$ | 5. $T = -60^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = 0^\circ\text{C}$ | 6. $T = -90^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = -20^\circ\text{C}$ | 7. $T = -130^\circ\text{C}$ |
| 4. $T = -40^\circ\text{C}$ | 8. $T = -150^\circ\text{C}$ |
| | 9. $T = -180^\circ\text{C}$ |

X idem

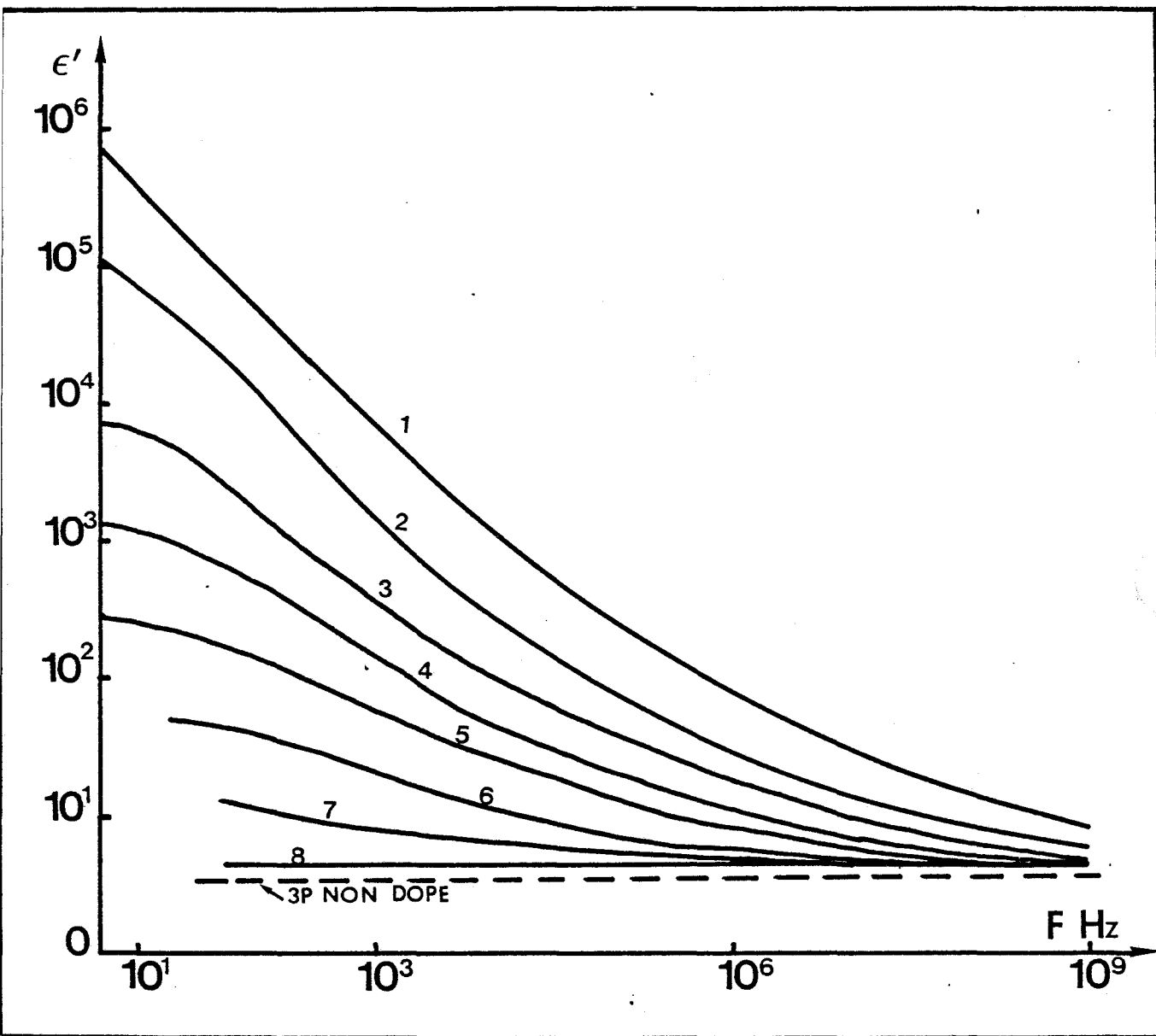


FIGURE F.2.17

Permittivité d'un échantillon de polyparaphenylène dopé au Pentafluorure d'Arseenic, à différentes températures

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. T = 20°C | 5. T = - 60°C |
| 2. T = 0°C | 6. T = - 90°C |
| 3. T = - 20°C | 7. T = - 130°C |
| 4. T = - 40°C | 8. T = - 150°C |
| | 9. T = - 180°C |

Remarque : Le dopage à l'AsF₅ augmente la permittivité du matériau (courbe 8)

X : deu

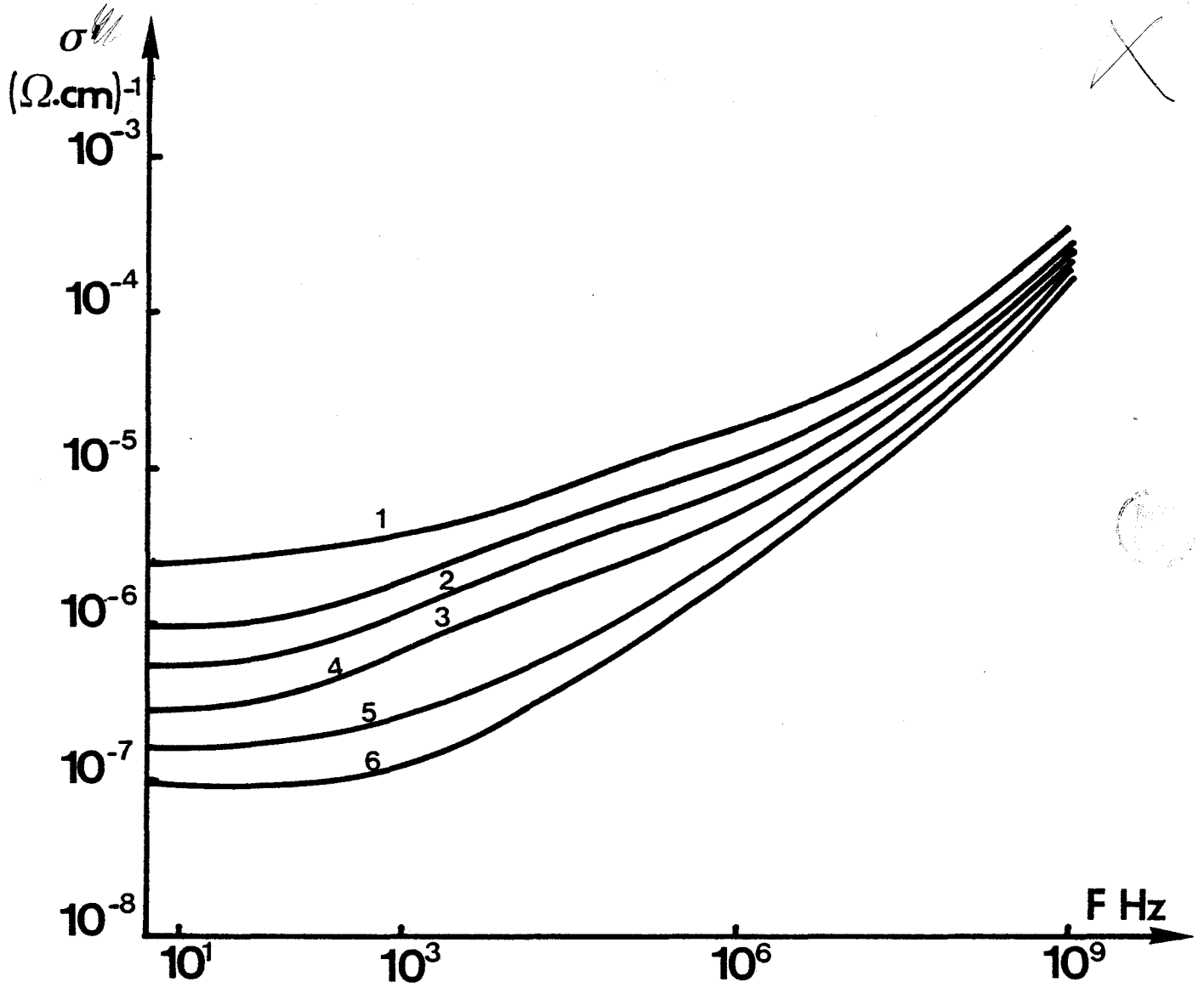


FIGURE F.2.18

Partie réelle de la conductivité complexe d'un échantillon de Polyparaphenylène dopé au pentachlorure d'antimoine SbCl_5 à différentes températures

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. $T = 20^\circ\text{C}$ | 4. $T = -60^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = -20^\circ\text{C}$ | 5. $T = -80^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = -40^\circ\text{C}$ | 6. $T = -100^\circ\text{C}$ |

idem X

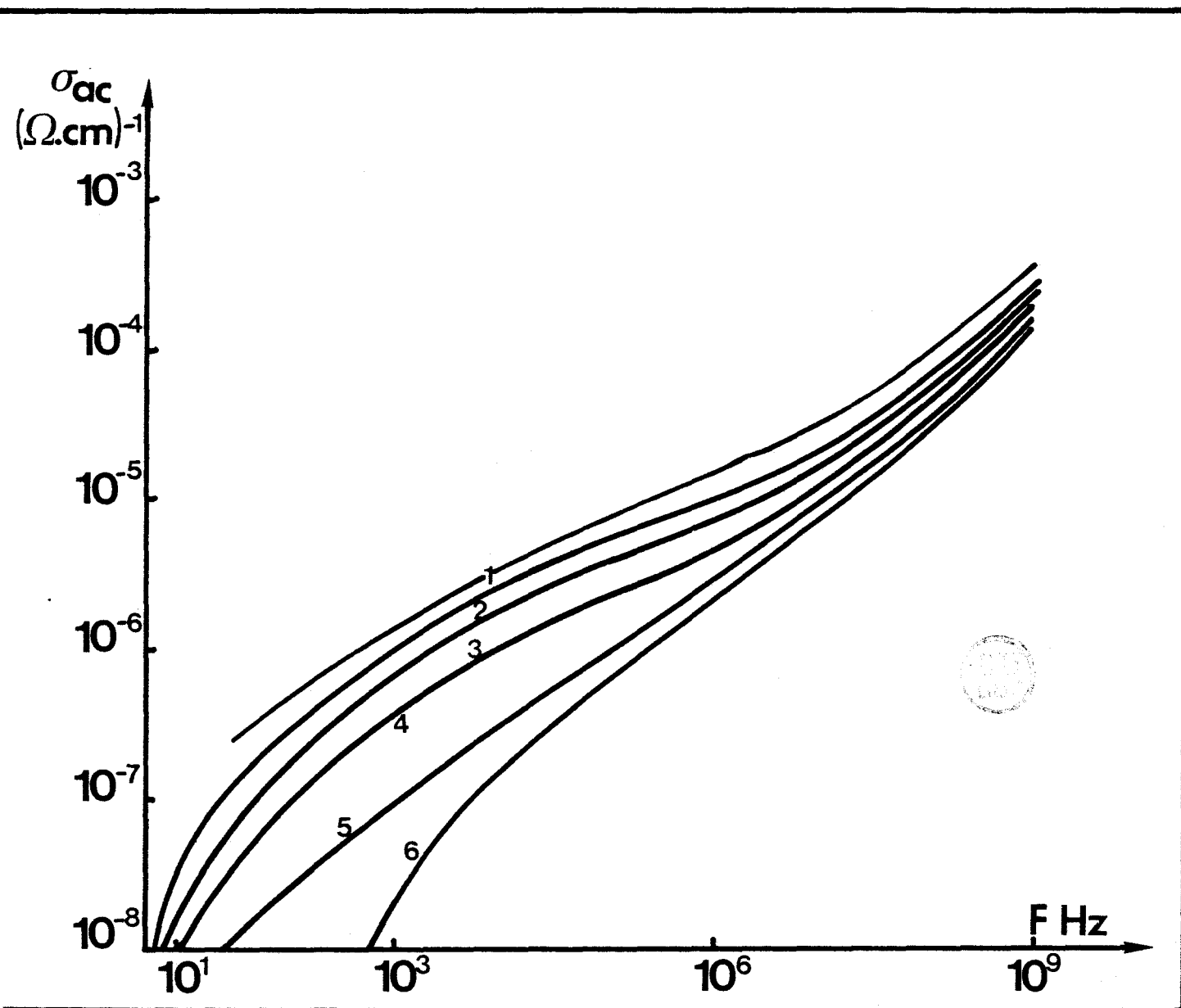


FIGURE F.2.19

Conductivité dynamique d'un échantillon de polyparaphénylène
dopé au pentachlorure d'antimoine
à différentes températures

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. T = 20°C | 4. T = - 60°C |
| 2. T = - 20°C | 5. T = - 80°C |
| 3. T = - 40°C | 6. T = - 100°C |

idaw x

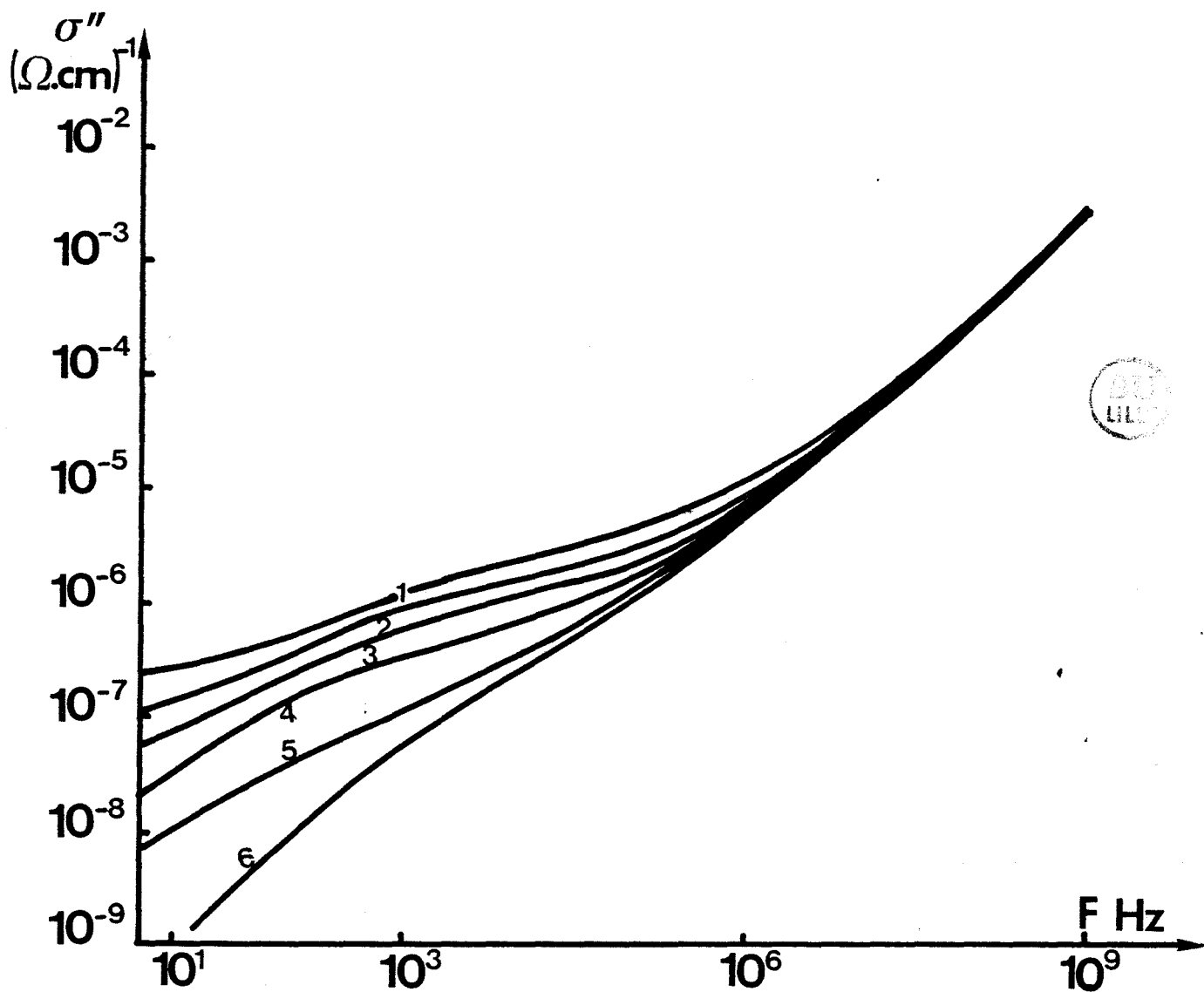


FIGURE F.2.20

Partie imaginaire de la conductivité complexe d'un échantillon
de polyparaphénylène dopé au pentachlorure d'antimoine
à différentes températures

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. T = 20°C | 4. T = - 60°C |
| 2. T = - 20°C | 5. T = - 80°C |
| 3. T = - 40°C | 6. T = - 100°C |

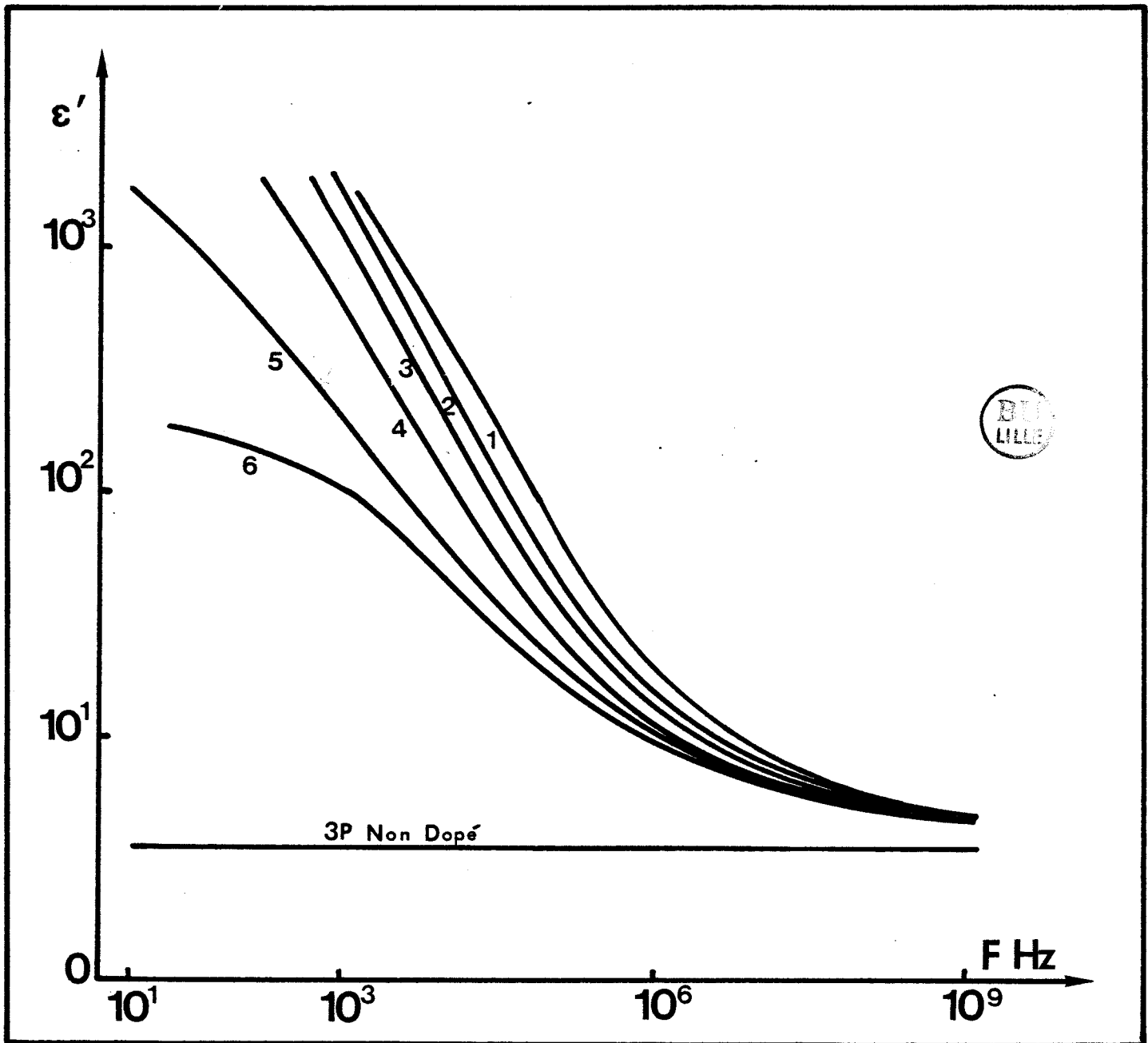


FIGURE F.2.21

Permittivité d'un échantillon de polyparaphenylène dopé au pentachlorure d'antimoine $SbCl_5$ à différentes températures

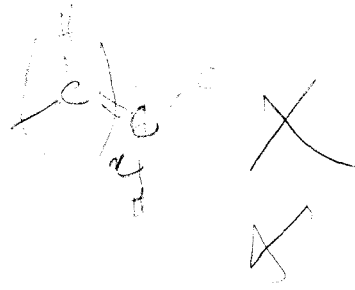
- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1. $T = 20^\circ C$ | 4. $T = -60^\circ C$ |
| 2. $T = -20^\circ C$ | 5. $T = -80^\circ C$ |
| 3. $T = -40^\circ C$ | 6. $T = -100^\circ C$ |

Remarque : Le dopage au $SbCl_5$ entraîne, comme le dopage à l' AsF_5 , une augmentation de la permittivité du matériau. (Cf. figure F.2.17).

FICHE N°3

DENOMINATION : Polyacétylène

FORMULE CHIMIQUE :



SYNTHESE

DOPANTS : InCl_3 , I_2

LABORATOIRE D'ORIGINE : Groupe de Dynamique des Phases Condensées
Montpellier

CONDITIONNEMENT : film . Se dégrade rapidement à l'air libre.

Nécessité d'utilisation d'une atmosphère inerte

RESULTATS PRESENTES :

- Figure F.3.1. Représentation dans le plan Z de l'impédance d'un échantillon dopé à l' InCl_3
- Figure F.3.2. Partie réelle de la conductivité complexe d'un échantillon dopé à l' InCl_3
- Figure F.3.3. Partie imaginaire de la conductivité complexe d'un échantillon dopé à l' InCl_3
- Figure F.3.4. Permittivité d'un échantillon dopé à l' InCl_3
- Figure F.3.5. Partie réelle de la conductivité d'un échantillon dopé à l'Iode
- Figure F.3.6. Permittivité d'un échantillon dopé à l'Iode.

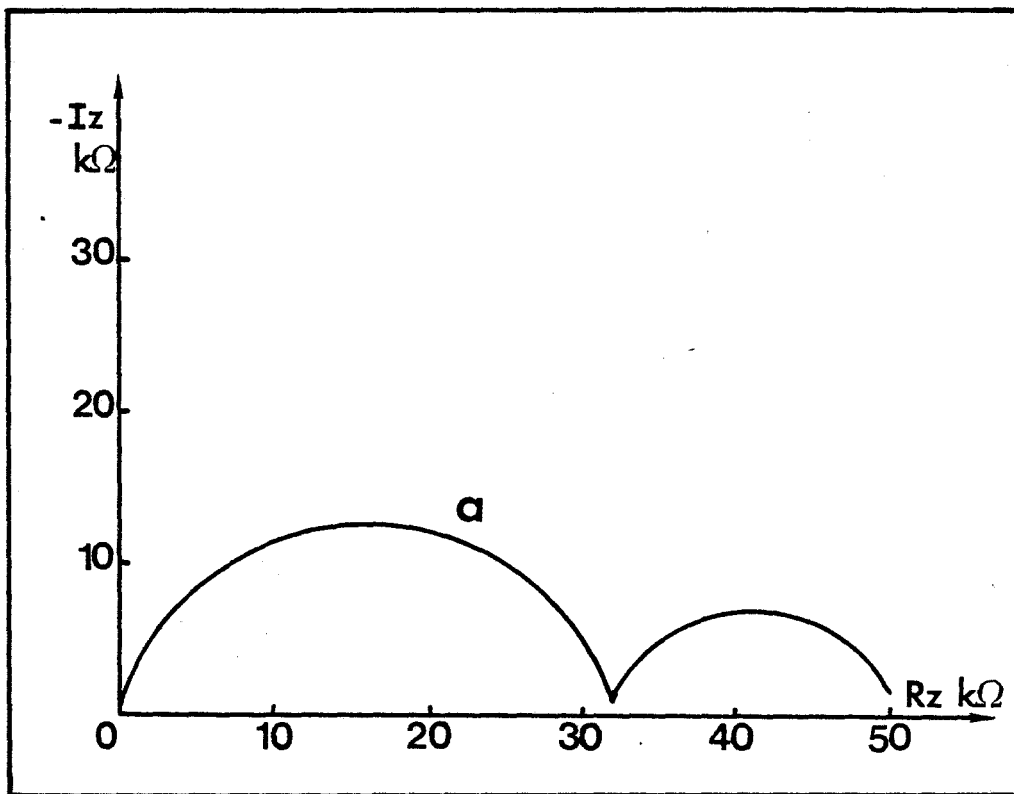


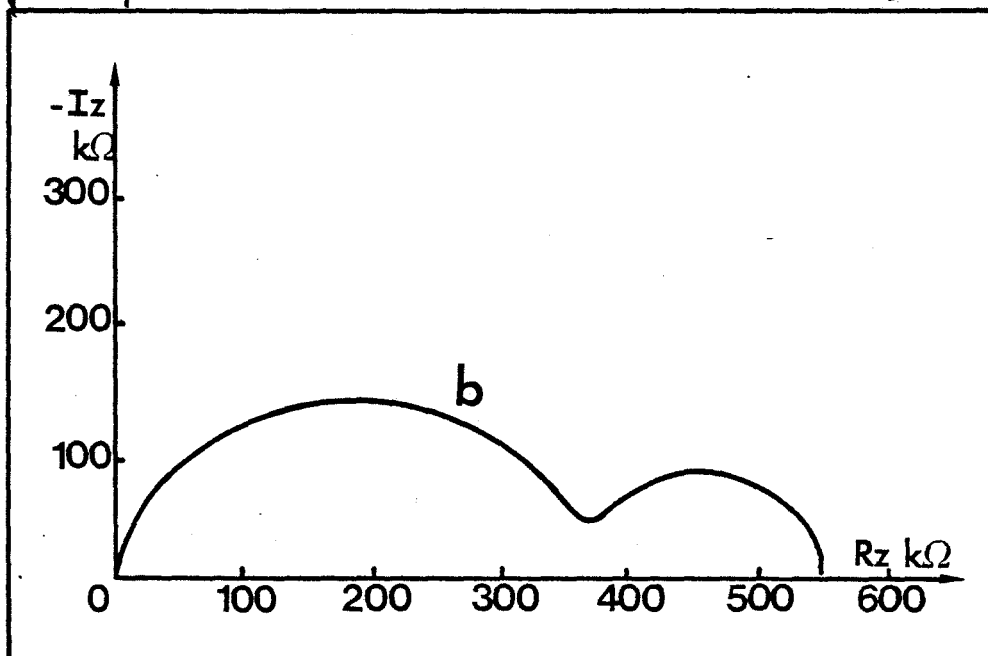
FIGURE F.3.1

Représentation dans le plan complexe de l'impédance d'un échantillon de polyacétylène dopé à l' InCl_3

- a. $T = -60^\circ\text{C}$
- b. $T = -100^\circ\text{C}$

Remarque : ~~idem figure F.2.13~~ le contact n'est pas chimique : la conductivité apparente est plus faible que celle ~~de~~ du matériau.

Repeté
} en 3 fois



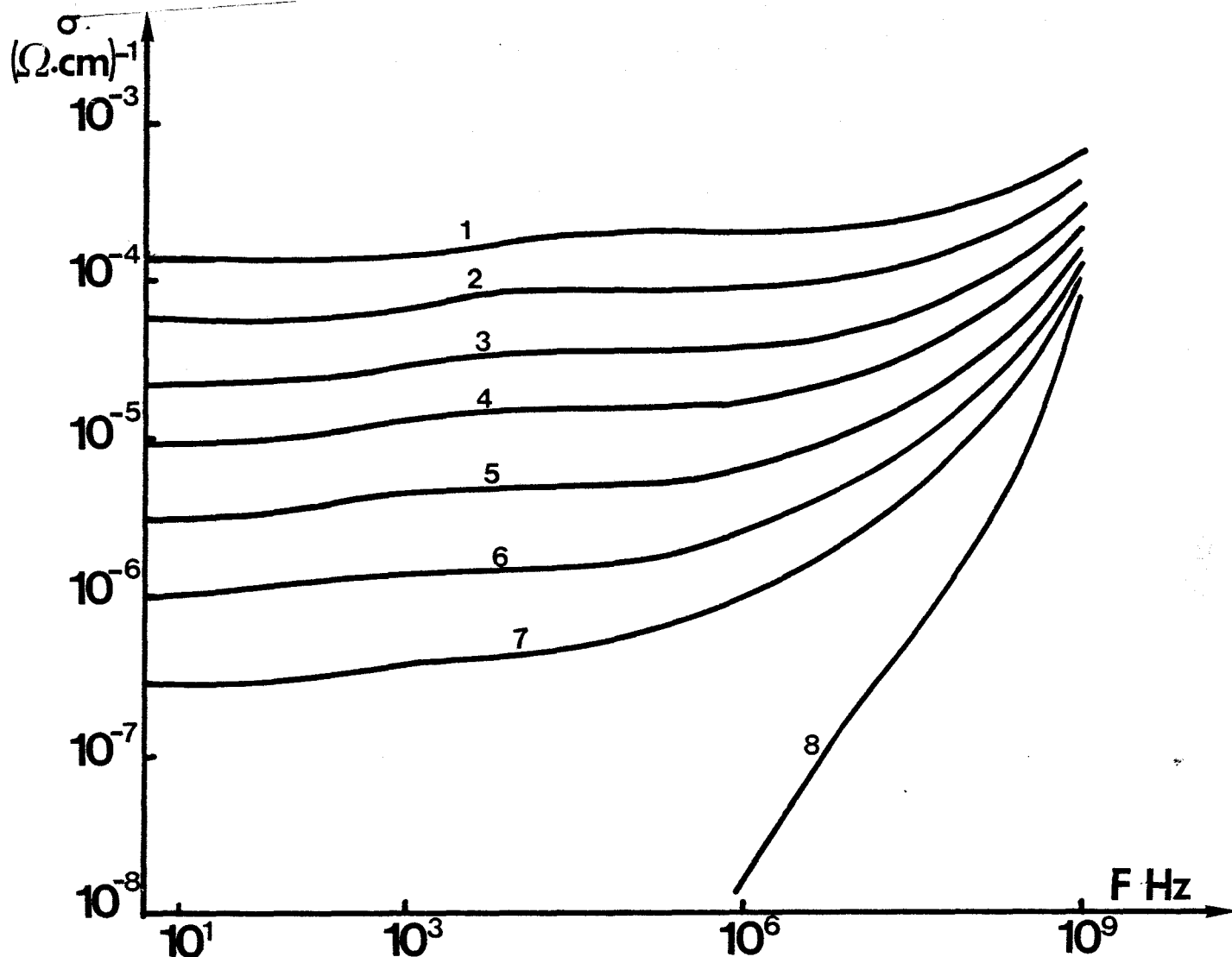


FIGURE F.3.2

Partie réelle de la conductivité d'un échantillon de polyacétylène dopé à l' InCl_3 en fonction de la fréquence et pour différentes températures

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. $T = 20^\circ\text{C}$ | 5. $T = -60^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = 0^\circ\text{C}$ | 6. $T = -80^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = -20^\circ\text{C}$ | 7. $T = -100^\circ\text{C}$ |
| 4. $T = -40^\circ\text{C}$ | 8. $T = -185^\circ\text{C}$ |

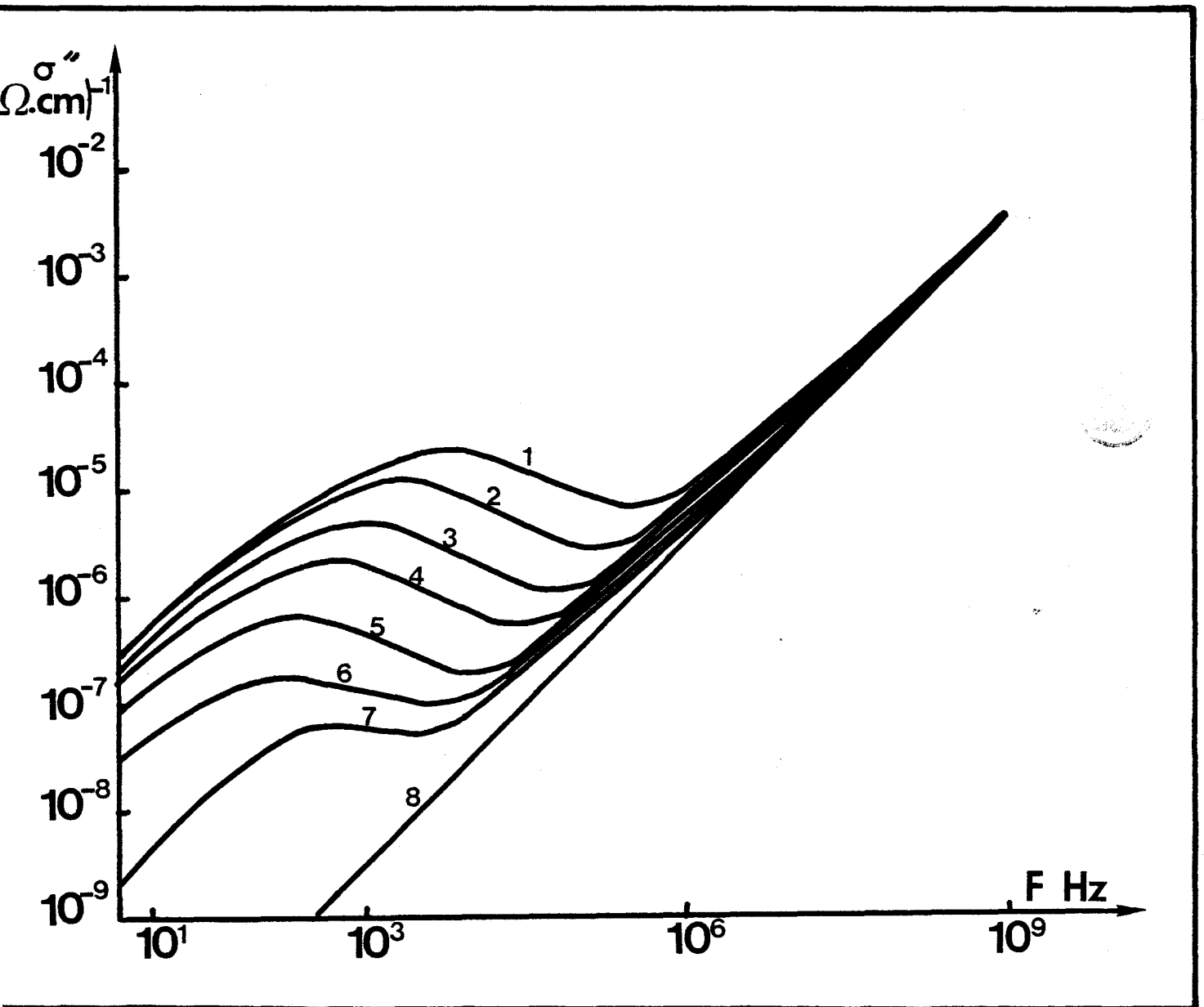


FIGURE F.3.3

Partie imaginaire de la conductivité d'un échantillon de polyacétylène dopé à l' InCl_3 en fonction de la fréquence et pour différentes températures

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. $T = 20^\circ\text{C}$ | 5. $T = -60^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = 0^\circ\text{C}$ | 6. $T = -80^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = -20^\circ\text{C}$ | 7. $T = -100^\circ\text{C}$ |
| 4. $T = -40^\circ\text{C}$ | 8. $T = -185^\circ\text{C}$ |

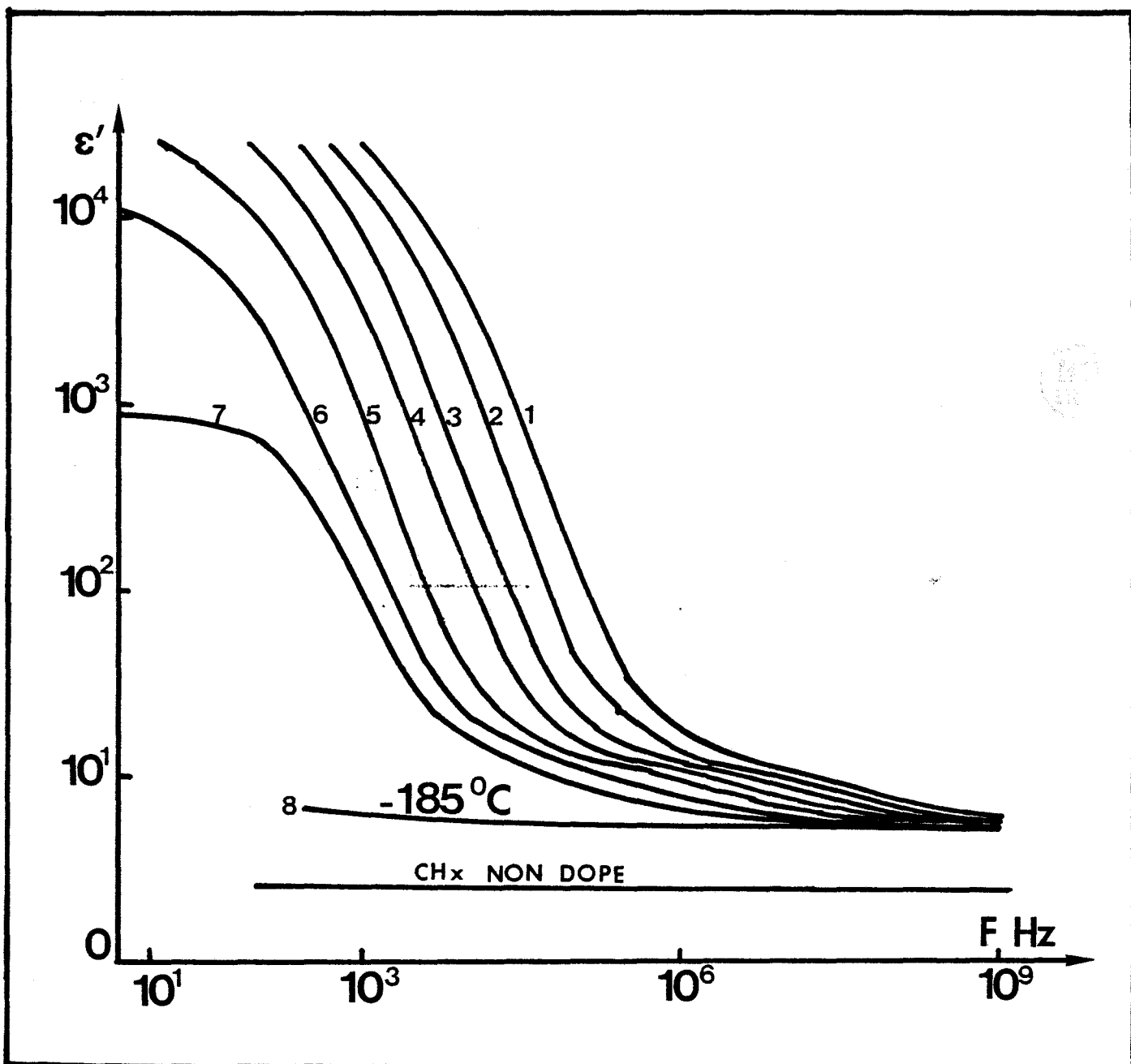


FIGURE F.3.4

Permittivité d'un échantillon de polyacétylène dopé à l' InCl_3 en fonction de la fréquence et pour différentes températures

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. $T = 20^\circ\text{C}$ | 5. $T = -60^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = 0^\circ\text{C}$ | 6. $T = -80^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = -20^\circ\text{C}$ | 7. $T = -100^\circ\text{C}$ |
| 4. $T = -40^\circ\text{C}$ | 8. $T = -185^\circ\text{C}$ |

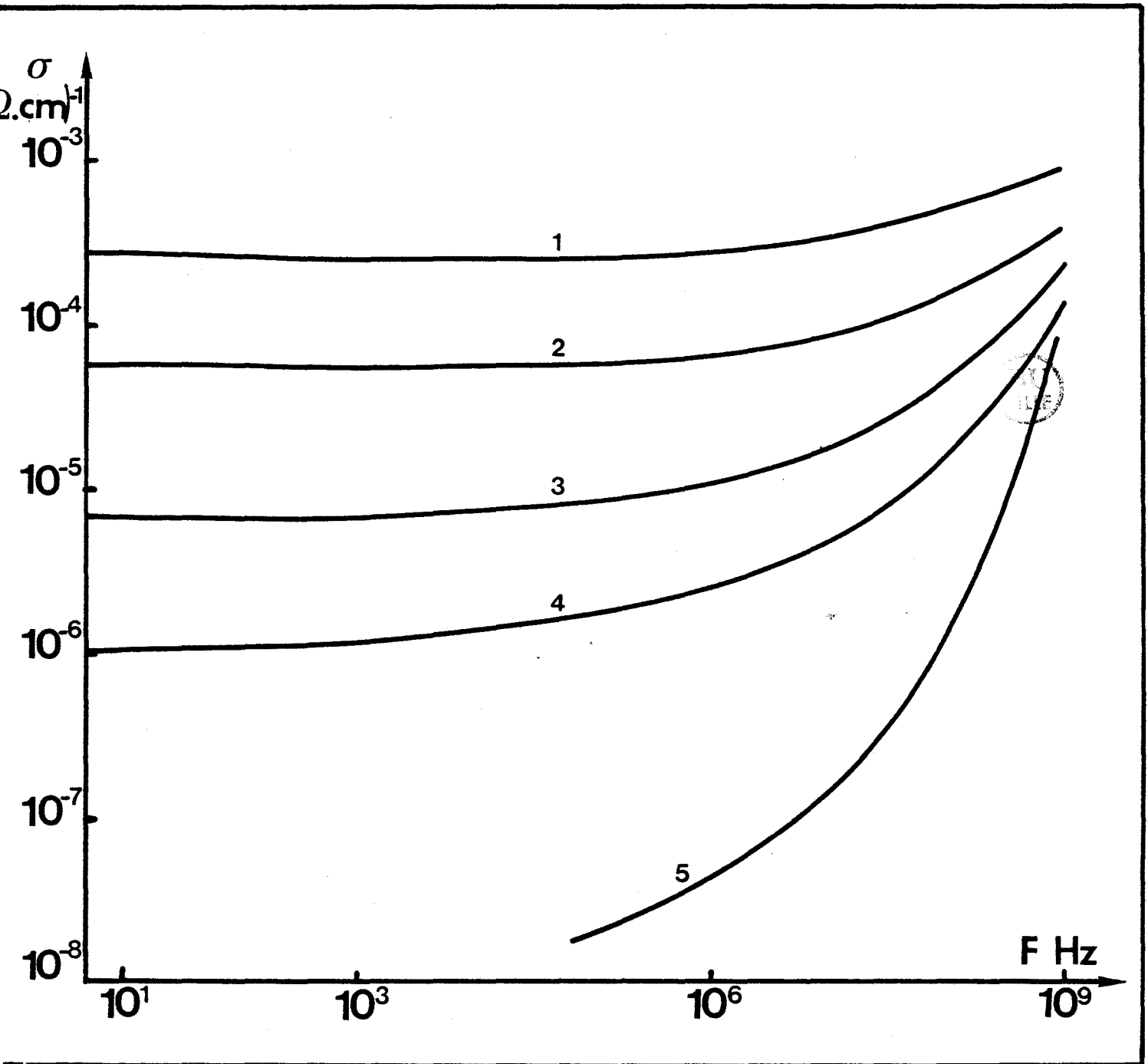


FIGURE F.3.5

Partie réelle de la conductivité d'un échantillon de polyacétylène dopé à l'Iode en fonction de la fréquence et pour différentes températures

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. $T = 20^\circ\text{C}$ | 4. $T = -80^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = -20^\circ\text{C}$ | 5. $T = -185^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = -60^\circ\text{C}$ | |

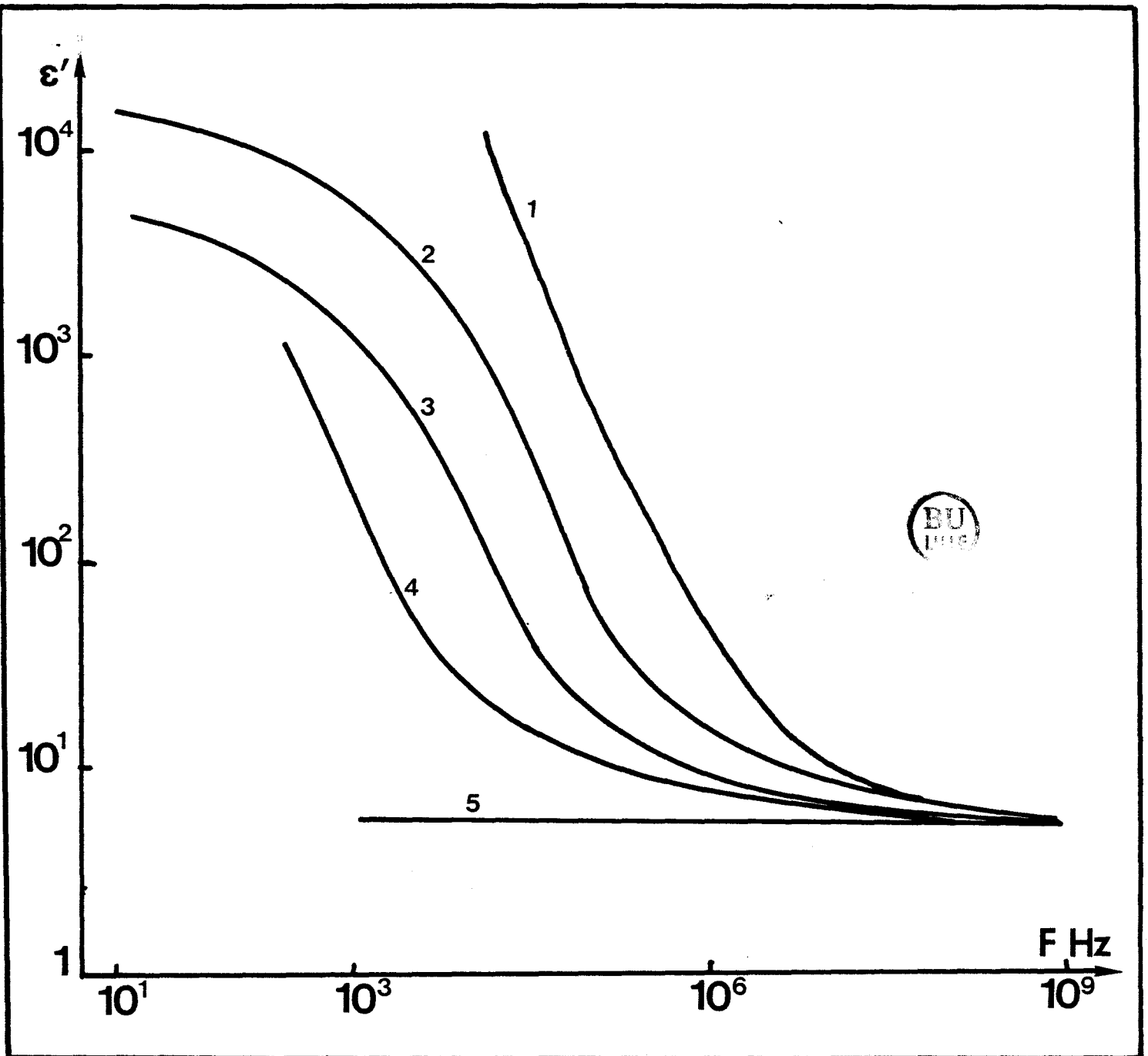


FIGURE F.3.6

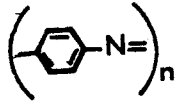
Permittivité d'un échantillon de polyacétylène dopé à l'Iode en fonction de la fréquence et pour différentes températures

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. $T = 20^\circ\text{C}$ | 4. $T = -80^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = -20^\circ\text{C}$ | 5. $T = -185^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = -60^\circ\text{C}$ | |

FICHE N°4

DENOMINATION : Polyaniline

FORMULE CHIMIQUE :



voir p. 118 voir la formule ?

SYNTHESE : Chimique
en milieu fluorydrique

DOPAGE : chimique (oxydant Dichromate de potassium)

LABORATOIRE D'ORIGINE : C.E.A. Saclay

RESULTATS PRESENTES :

- Figure F.4.1 : Exemples de caractéristiques I(v)
- Figure F.4.2 : Exemple de caractéristique C(v)
- Figure F.4.3 : Représentation dans le plan complexe de l'impédance de l'échantillon
- Figure F.4.4 : Partie réelle de la conductivité complexe de l'échantillon
- Figure F.4.5 : Partie imaginaire de la conductivité complexe de l'échantillon
- Figure F.4.6 : Permittivité de l'échantillon
- Figure F.4.7 : Conductivité apparente et permittivité d'un échantillon de polyaniline complètement dédopé

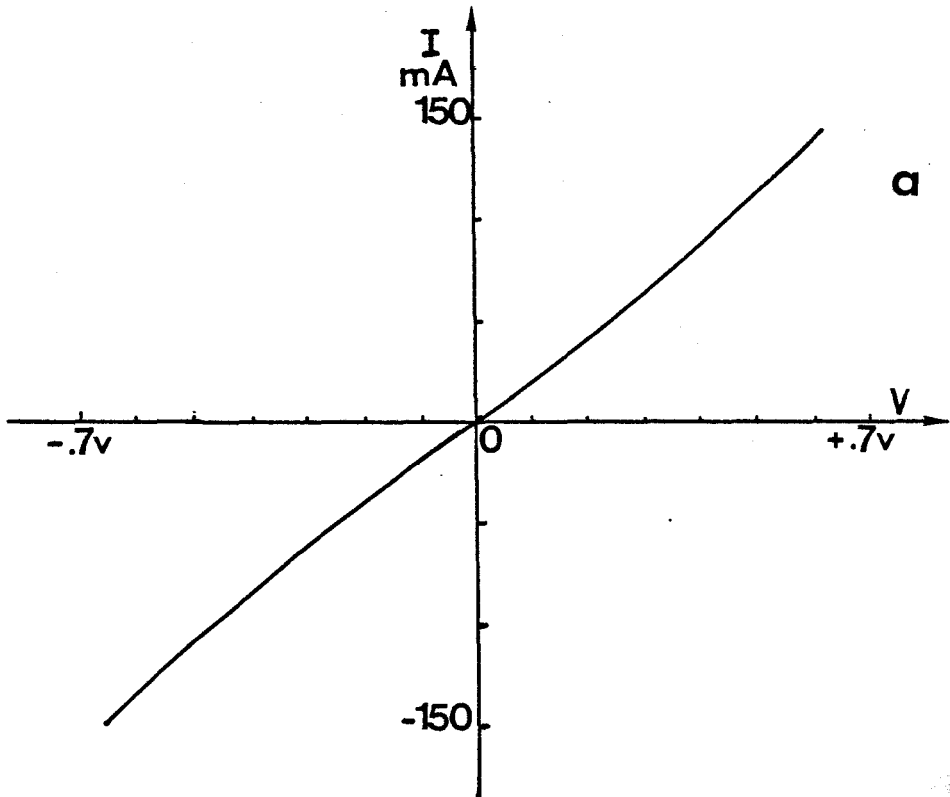
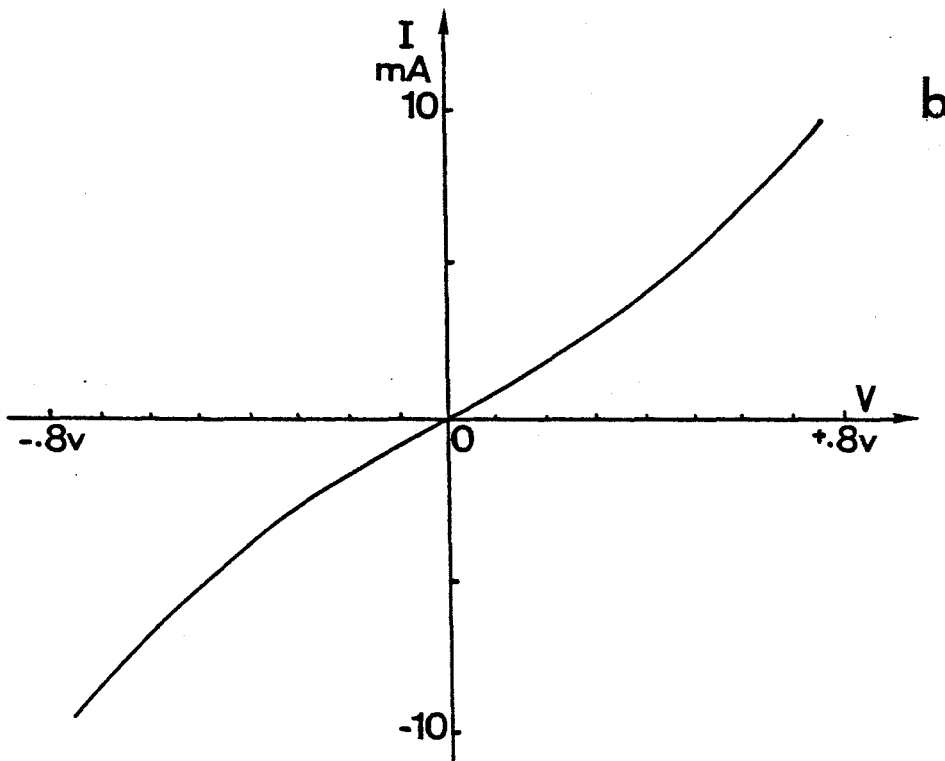


FIGURE F.4.1

Caractéristique $I(V)$ d'un échantillon de polyaniline
a. $T = 20^\circ\text{C}$
b. $T = -90^\circ\text{C}$



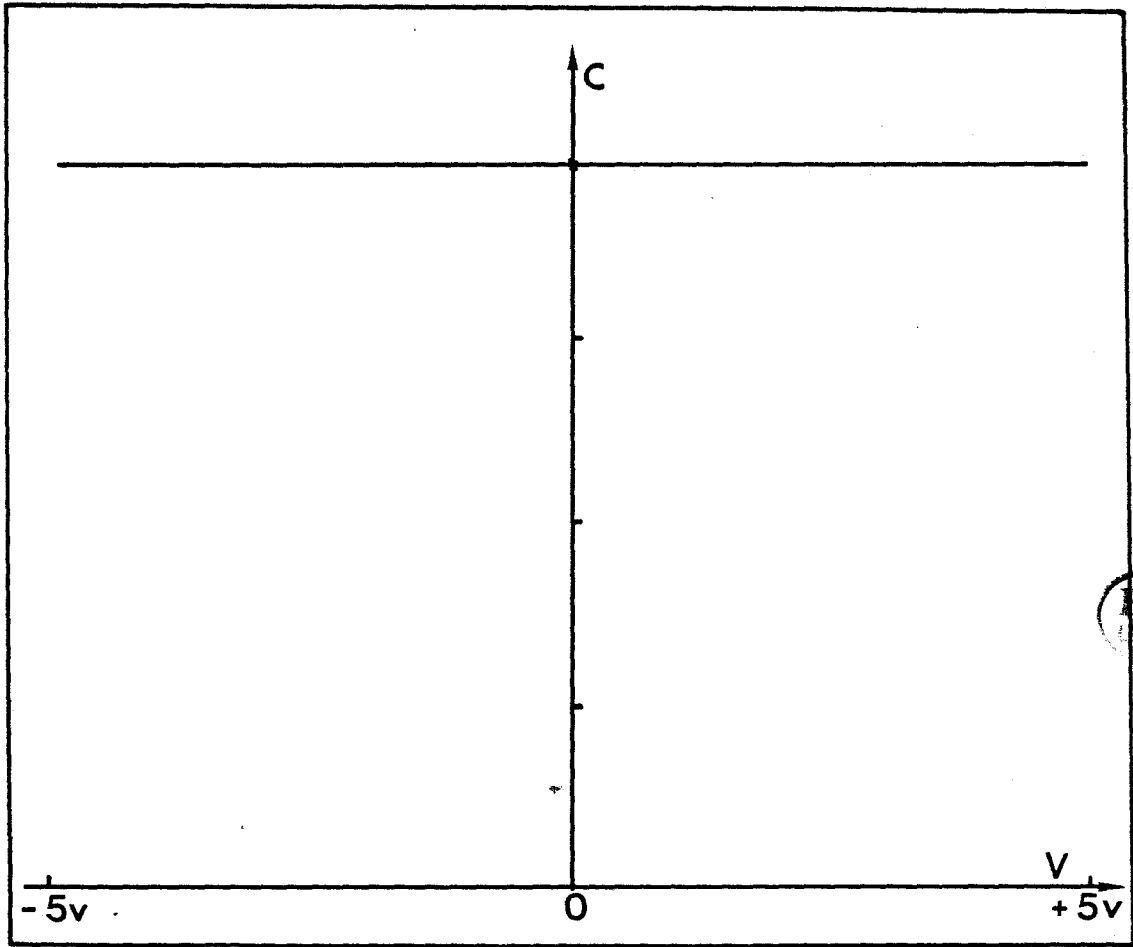


FIGURE F.4.2

Caractéristique $C(V)$ d'un échantillon de polyaniline
 $T = 20^{\circ}\text{C}$ à $F = 10 \text{ MHz}$

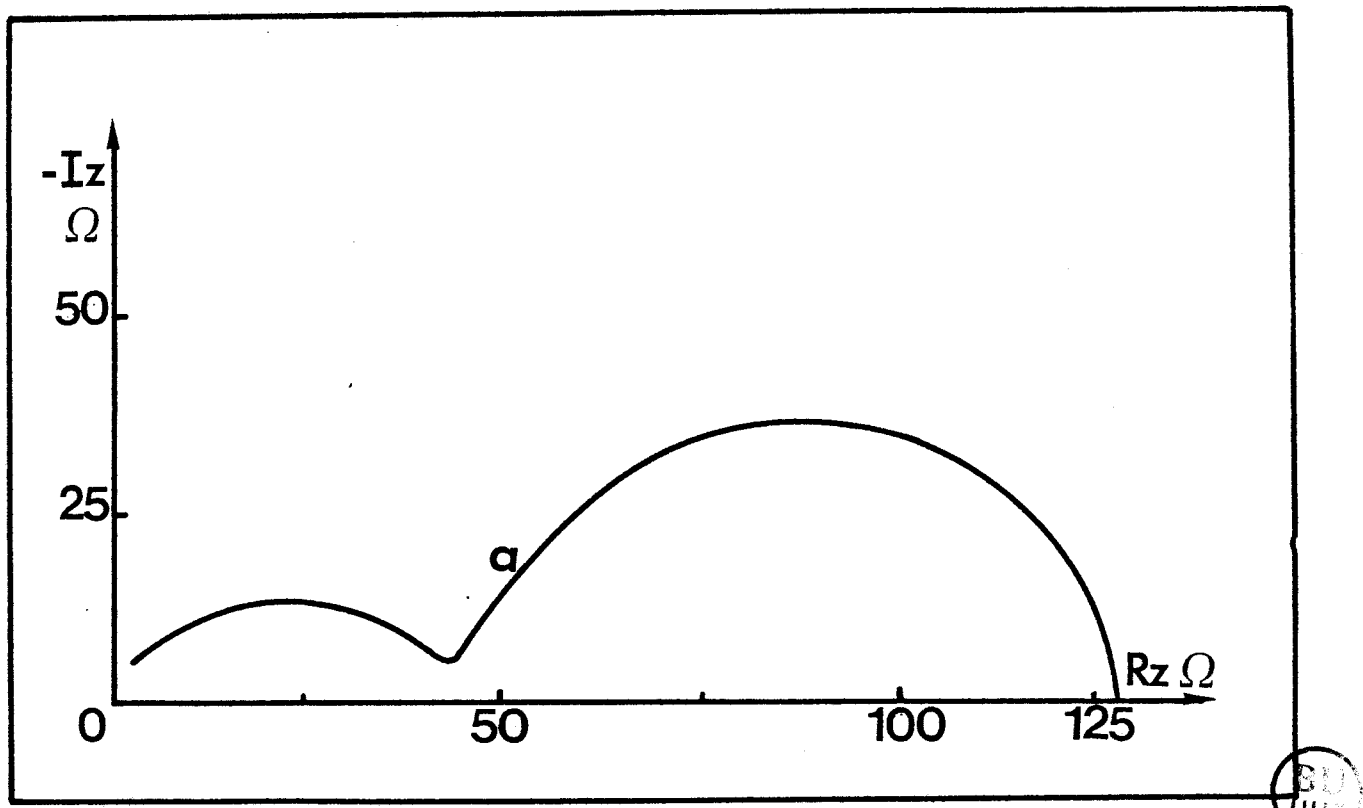
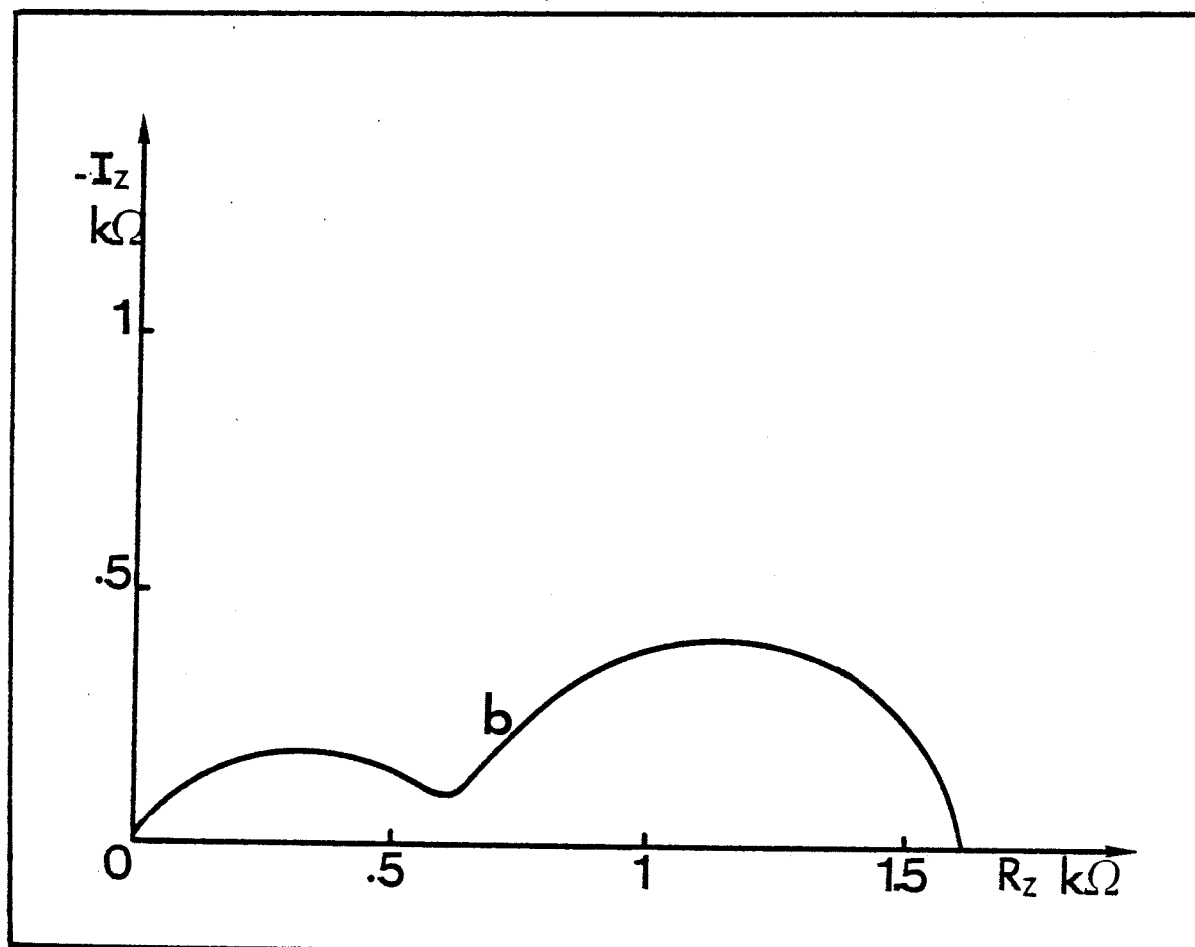


FIGURE F.4.3

Représentation dans le plan complexe de l'impédance d'un échantillon de polyaniline

- a. $T = -90^\circ\text{C}$
- b. $T = -150^\circ\text{C}$

Handwritten signature



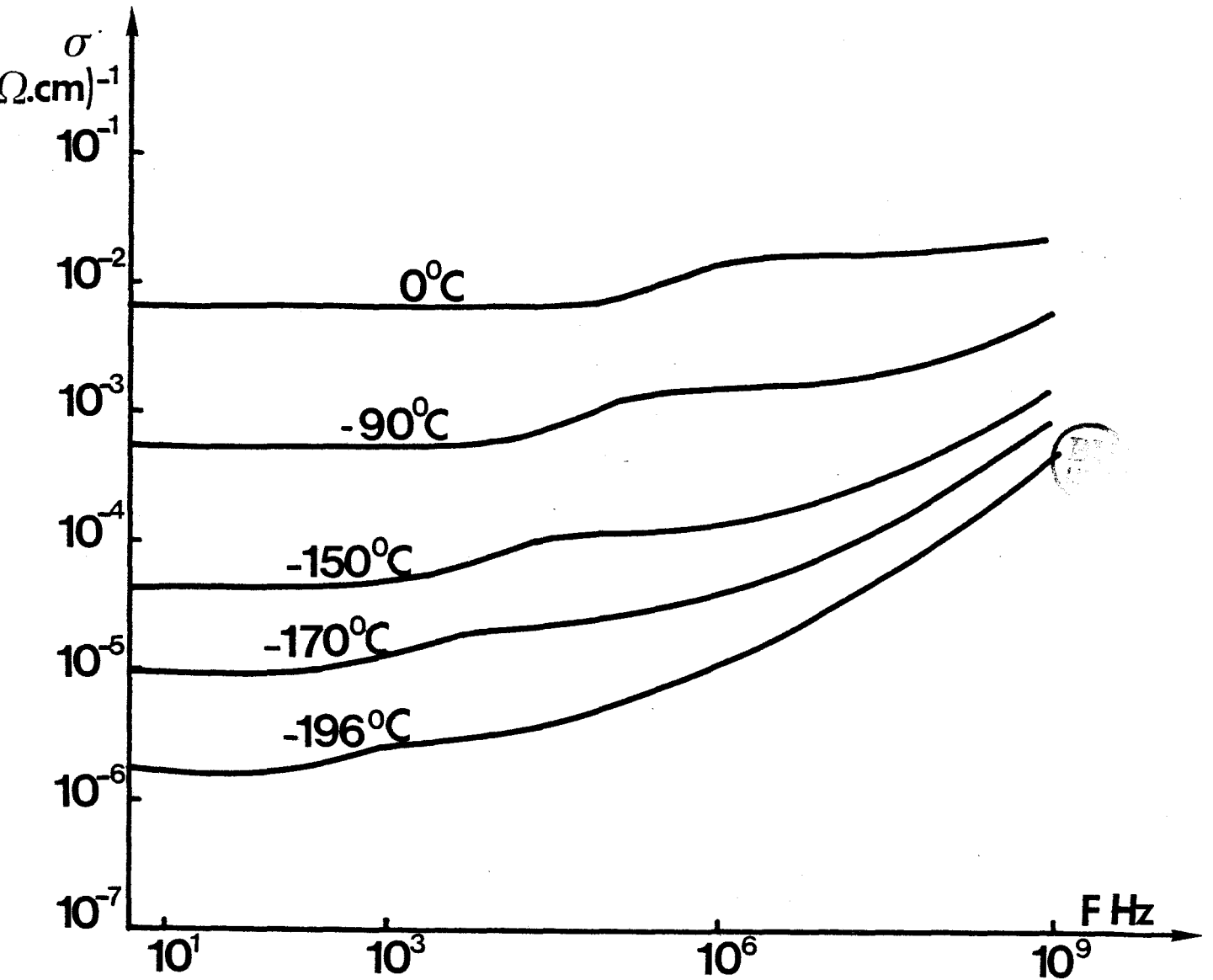


FIGURE F.4.4

Partie réelle de la conductivité complexe d'un échantillon de polyaniline en fonction de la fréquence pour différentes températures

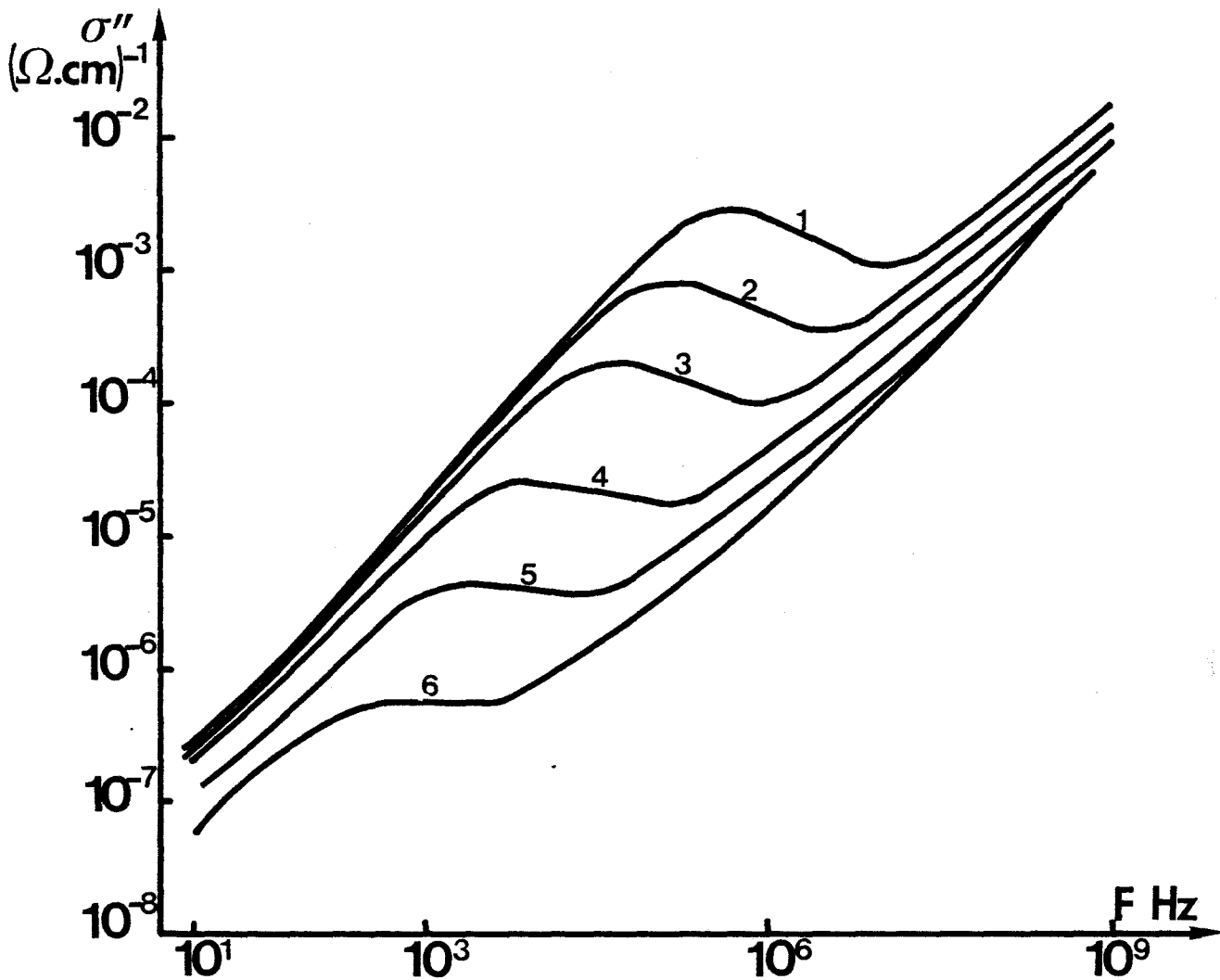


FIGURE F.4.5

Partie imaginaire de la conductivité complexe d'un échantillon
de polyaniline en fonction de la fréquence
pour différentes températures

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. T = - 20°C | 4. T = - 150°C |
| 2. T = - 70°C | 5. T = - 170°C |
| 3. T = - 110°C | 6. T = - 196°C |

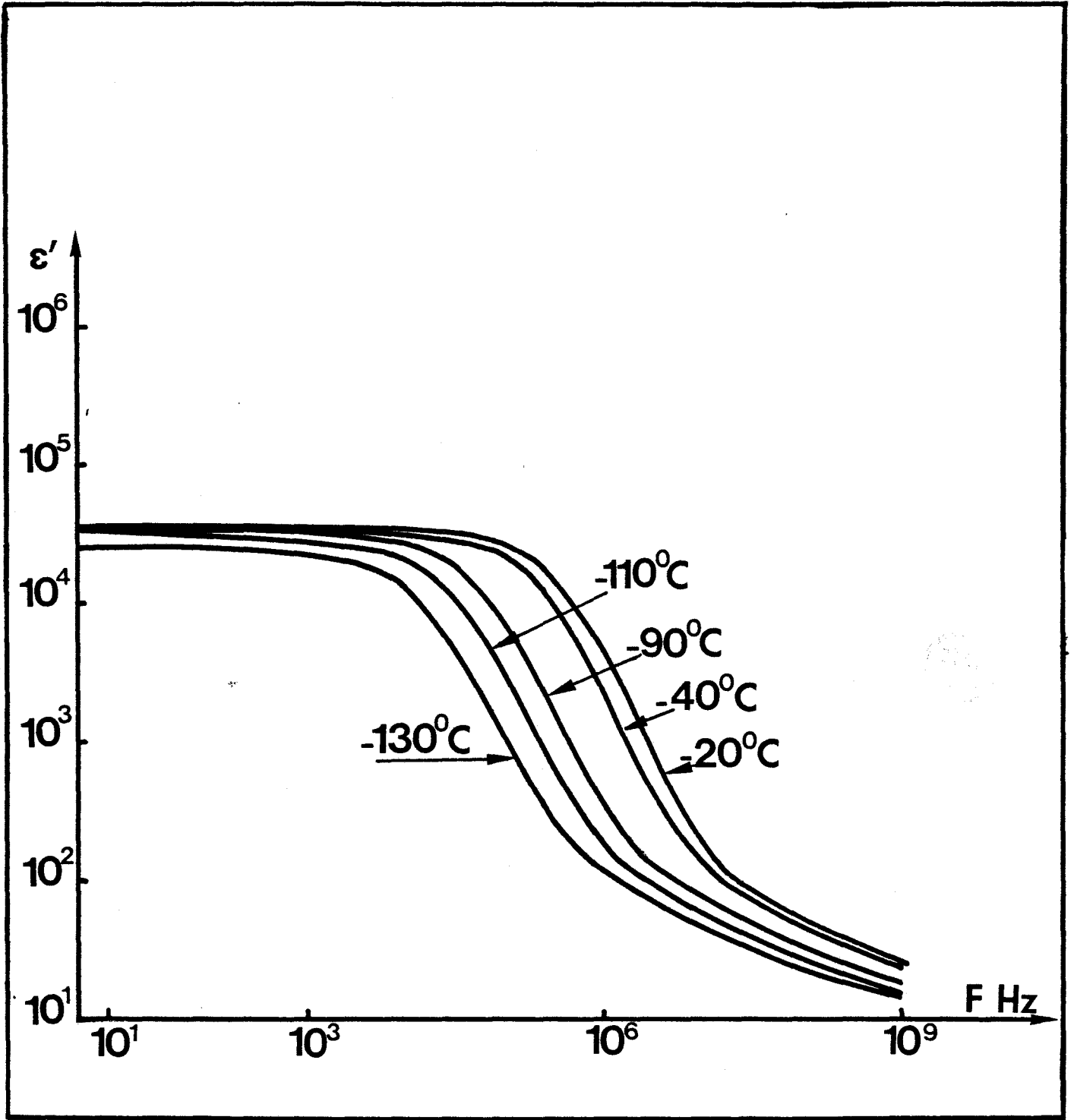


FIGURE F.4.6

Permittivité d'un échantillon de polyaniline
en fonction de la fréquence pour différentes températures

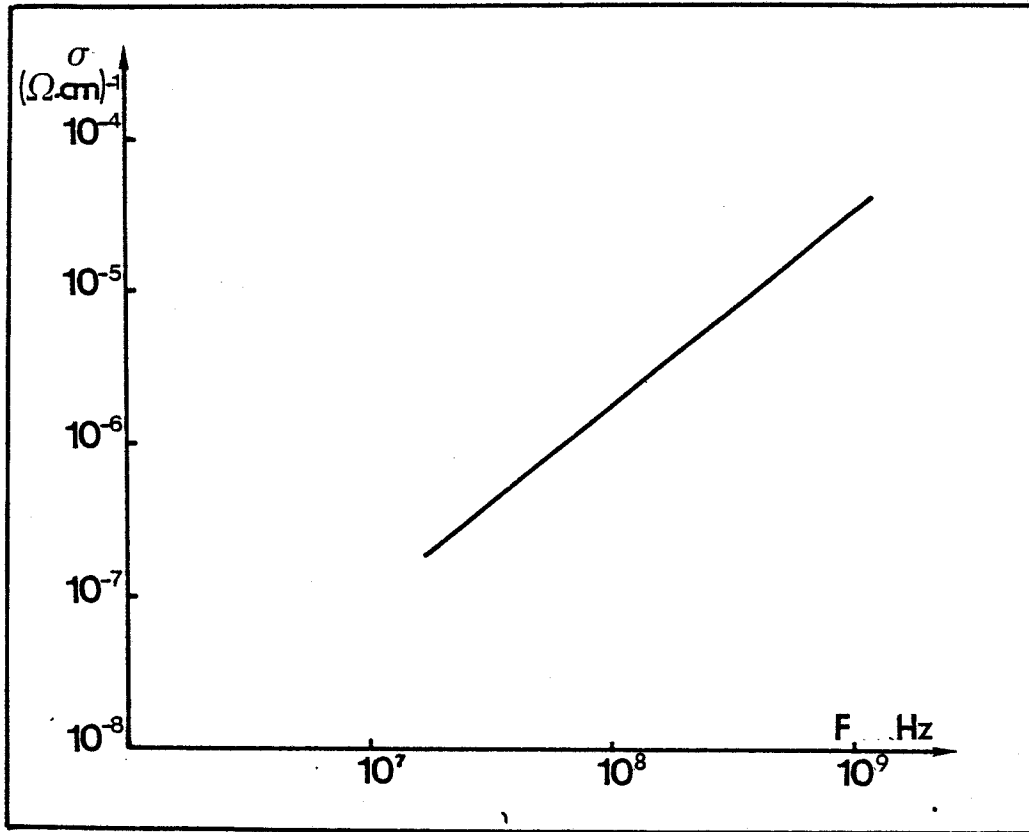
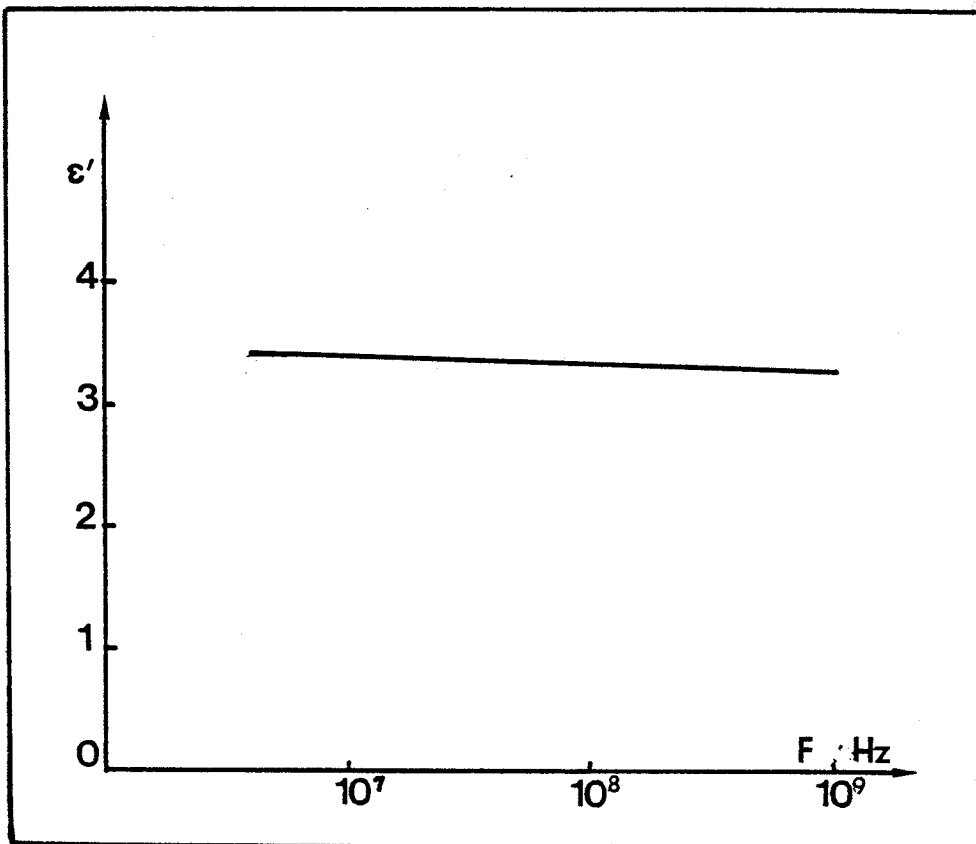


FIGURE F.4.7

Paramètres apparents d'un échantillon de polyaniline ~~complètement~~ complètement dédopé.

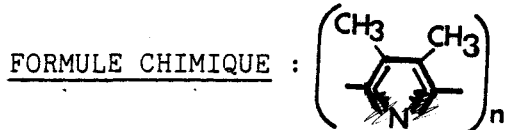
*réponse
cercle X*

- a. Partie réelle de la conductivité complexe apparente
- b. permittivité



FICHE N° 5

DENOMINATION : Polydiméthylpyrrole



SYNTHESE : Electrochimique

LABORATOIRE D'ORIGINE : THOMSON C.S.F. L.C.R. CORBEVILLE

CONDITIONNEMENT : Film

Echantillon stable à l'air

à l'état dope



RESULTATS PRESENTES

F.5.1. Partie réelle de la conductivité complexe d'un échantillon.

F.5.2. Conductivité dynamique d'un échantillon

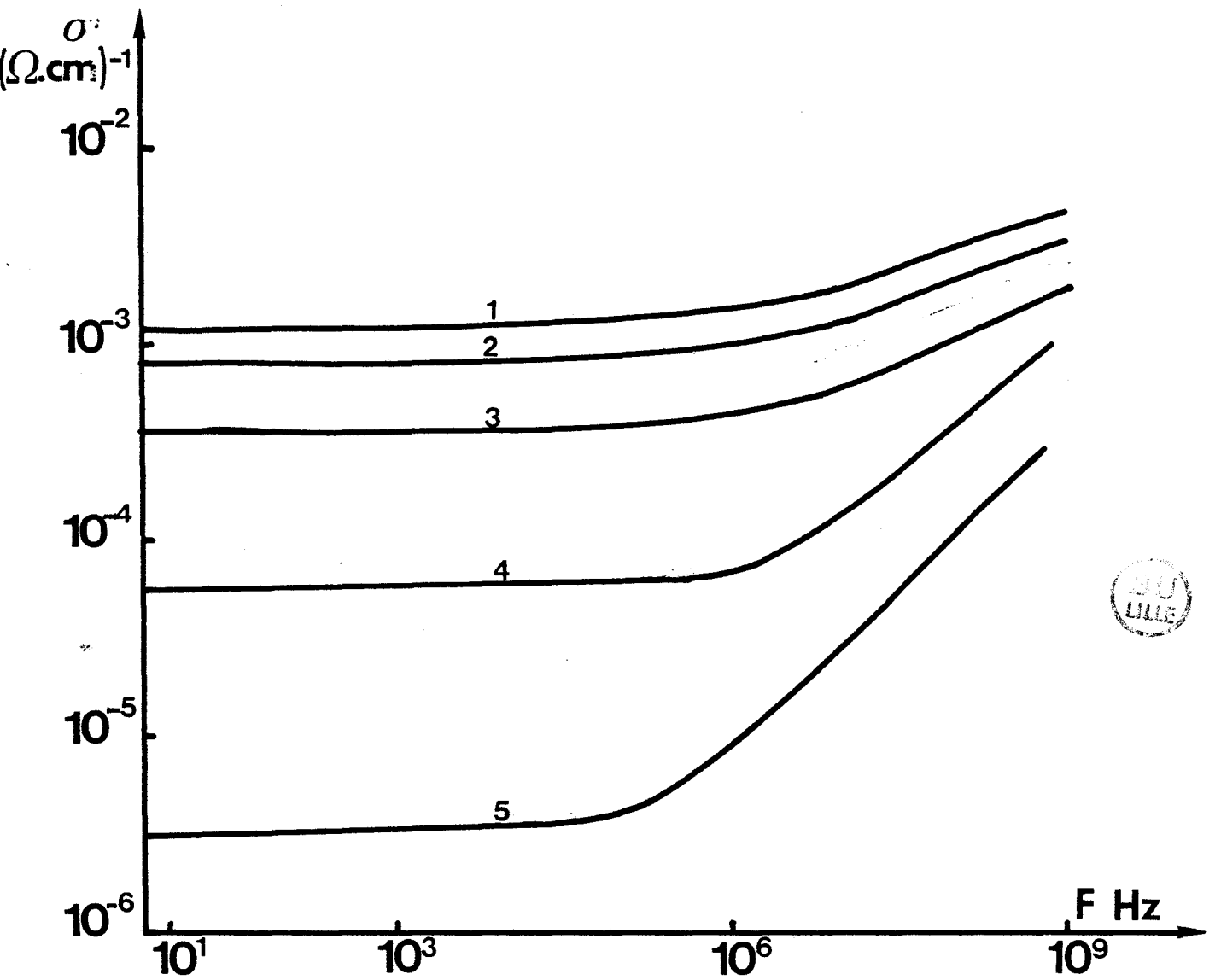


FIGURE F.5.1

Partie réelle de la conductivité complexe d'un échantillon de polydiméthylpyrrole en fonction de la fréquence et pour différentes températures

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. $T = 20$ | 4. $T = - 40^\circ\text{C}$ |
| 2. $T = 0^\circ\text{C}$ | 5. $T = - 100^\circ\text{C}$ |
| 3. $T = - 20^\circ\text{C}$ | 6. $T = - 180^\circ\text{C}$ |

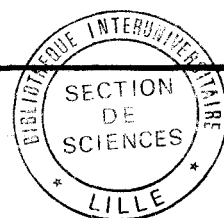
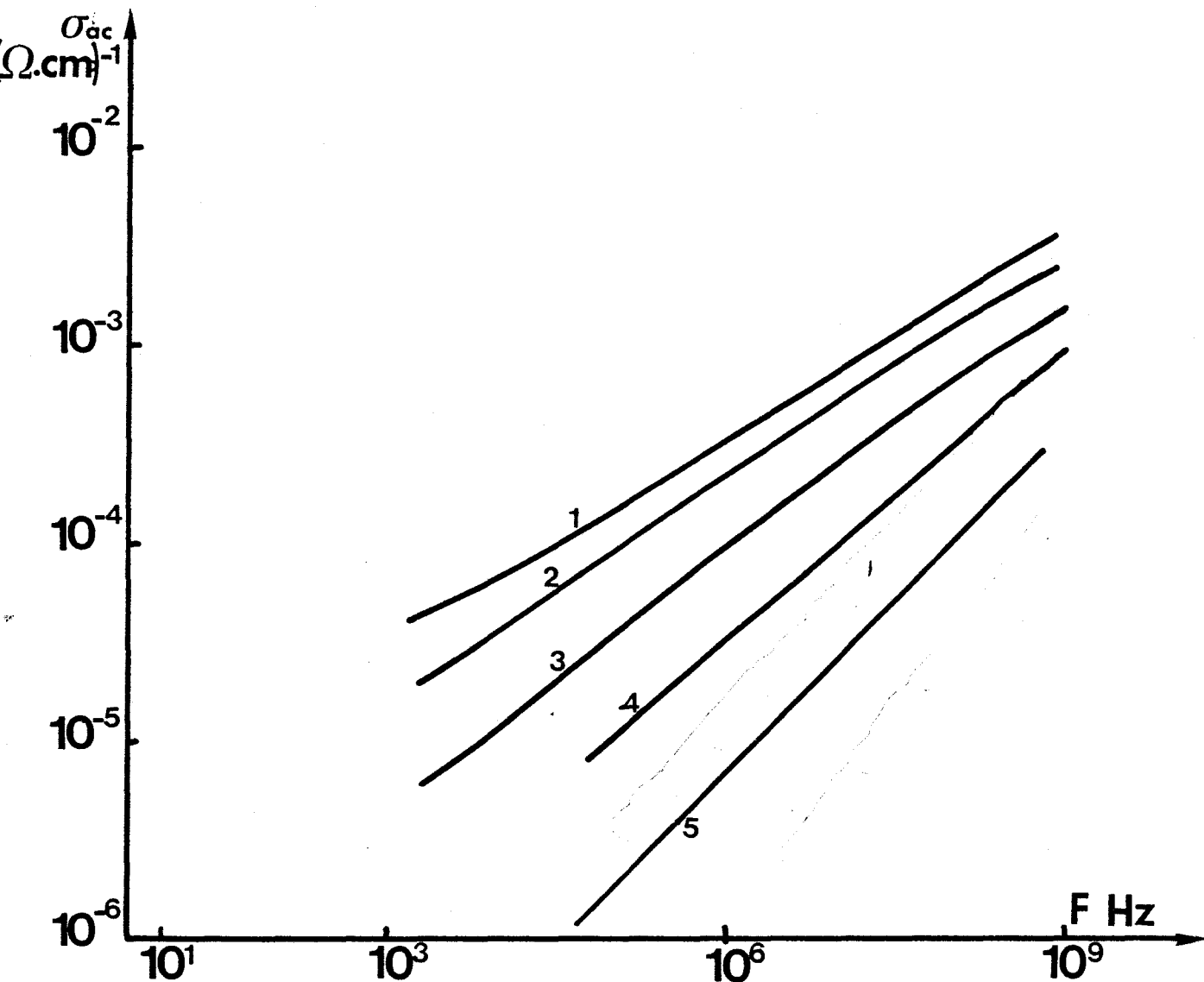


FIGURE F.5.2

Conductivité dynamique d'un échantillon de polydiméthylpyrrole en fonction de la fréquence et pour différentes températures

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. $T = 20^{\circ}\text{C}$ | 4. $T = -40^{\circ}\text{C}$ |
| 2. $T = 0^{\circ}\text{C}$ | 5. $T = -100^{\circ}\text{C}$ |
| 3. $T = -20^{\circ}\text{C}$ | 6. $T = -180^{\circ}\text{C}$ |