

Instrumentation

Pr. Joseph Moerschell, Dr. Marc Nicollrat

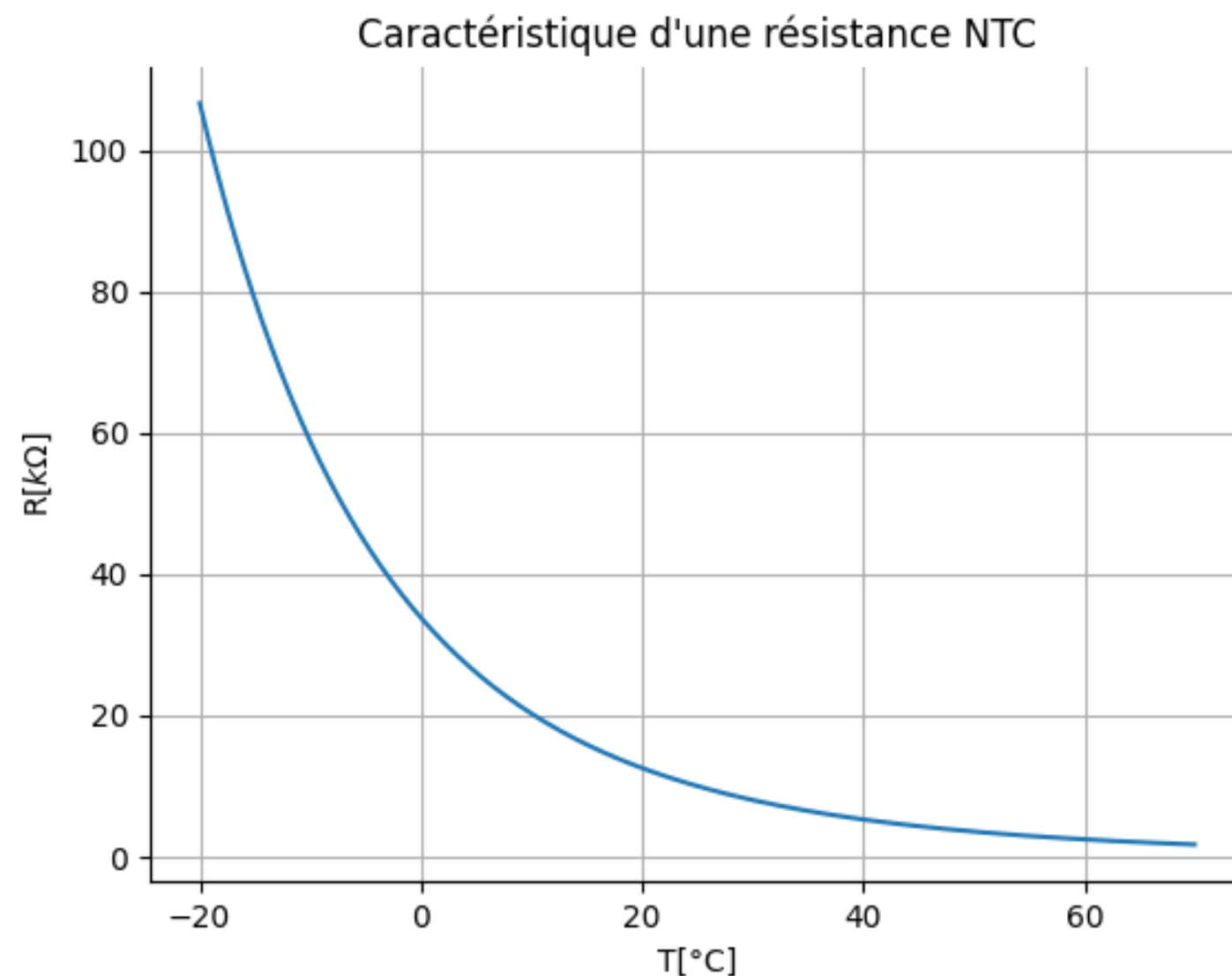
2 Caractéristiques statiques, linéarisation

- Caractéristique statique
- Limitations
- Linéarisation du signal du capteur
- Précision de la linéarisation

2.1 Caractéristique statique

Une caractéristique statique représente la réponse à un signal *lent*. La caractéristique est le lien entre la mesurande et la sortie du capteur. Si le capteur est linéaire, on peut déduire facilement la valeur de la mesurande.

Dans bon nombre de cas, la caractéristique n'est pas linéaire.



Caractéristique d'une résistance

Note

La caractéristique donne la valeur de la résistance comme fonction de la température. Ceci est une description du comportement physique du composant. En pratique, on va mesurer la résistance et devoir en déduire la température.

2.2 Linéarisation

Une caractéristique de capteur est parfois exprimée par une relation non linéaire. On peut simplifier le calcul en effectuant une linéarisation de la caractéristique.

$$y = f(m), \quad y_{lin} = f(m_0) + S \cdot (m - m_0), \quad S = \left. \frac{df(m)}{dm} \right|_{m_0} \quad (1)$$

Cette linéarisation permet de simplifier le calcul. Dans beaucoup de cas, l'approximation est suffisante.

L'inversion de la caractéristique n'est pas toujours facile. Par contre une linéarisation n'est pas difficile à inverser.

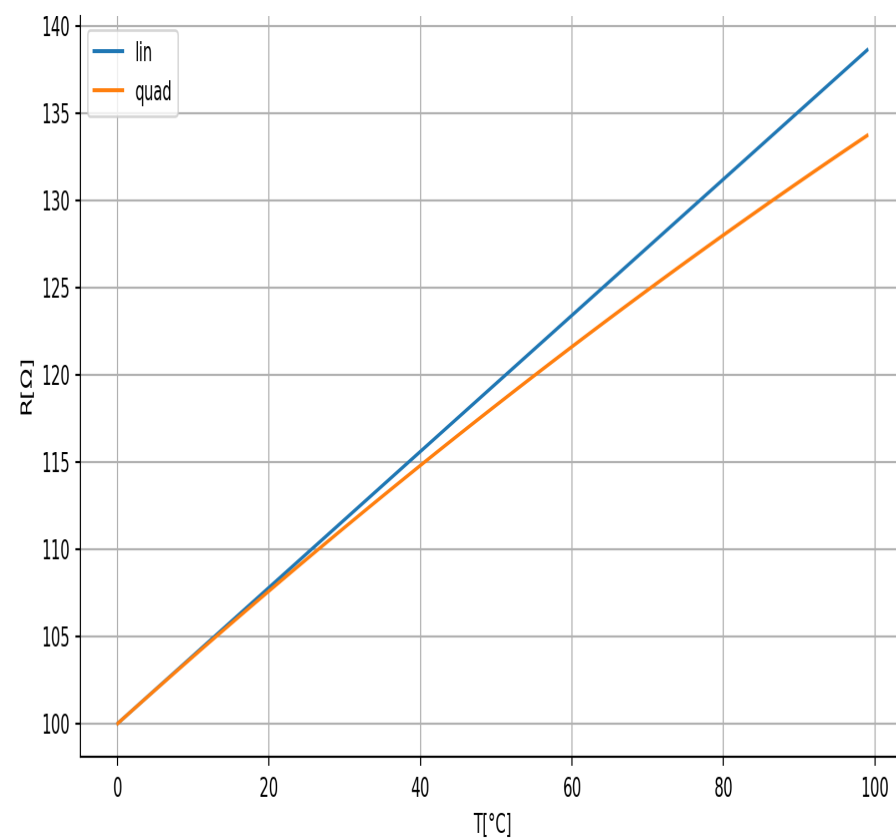
Exercice

Linearisation de la caractéristique d'une résistance NTC

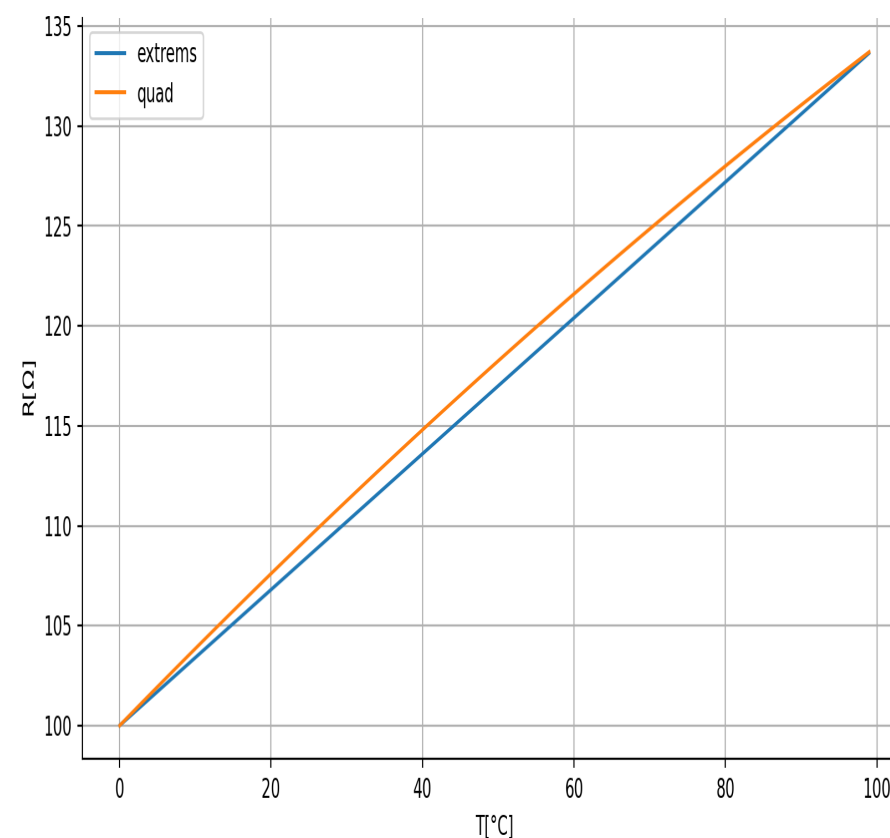
2.3 Interprétation de la linéarisation

On peut interpréter de différentes façons la *linéarisation*

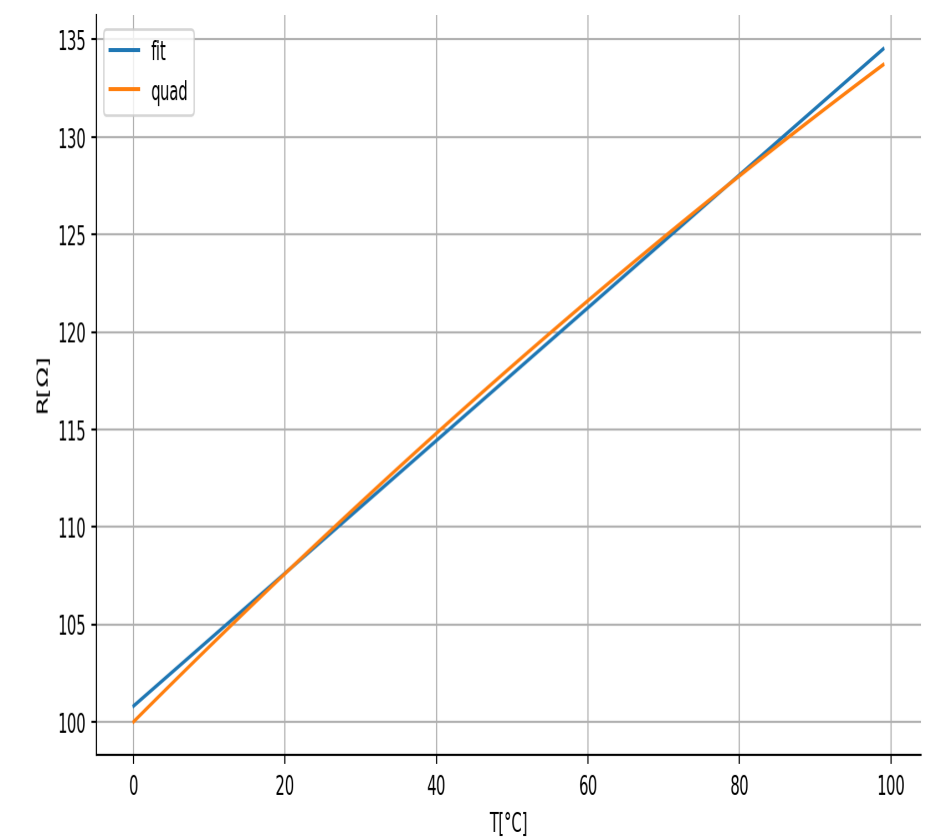
- Dérivée d'une caractéristique autour d'un point de fonctionnement
- Simplification d'une relation
- Calcul d'une droite à partir des points (Identification)



Sans terme quadratique



Points extrêmes



Fit moindres carrés

2.4 Identification

- Pour caractériser un capteur, on peut utiliser une **série de mesures** pour ajuster une relation. On va *identifier* les paramètres d'une relation linéaire ou quadratique.
- Il se peut qu'on ait un **modèle mathématique** qui est utilisable, mais en général il faut identifier les paramètres du modèle.
- Une fois la courbe identifiée, elle peut être utilisée pour **calculer la mesurande** à partir de la valeur mesurée.

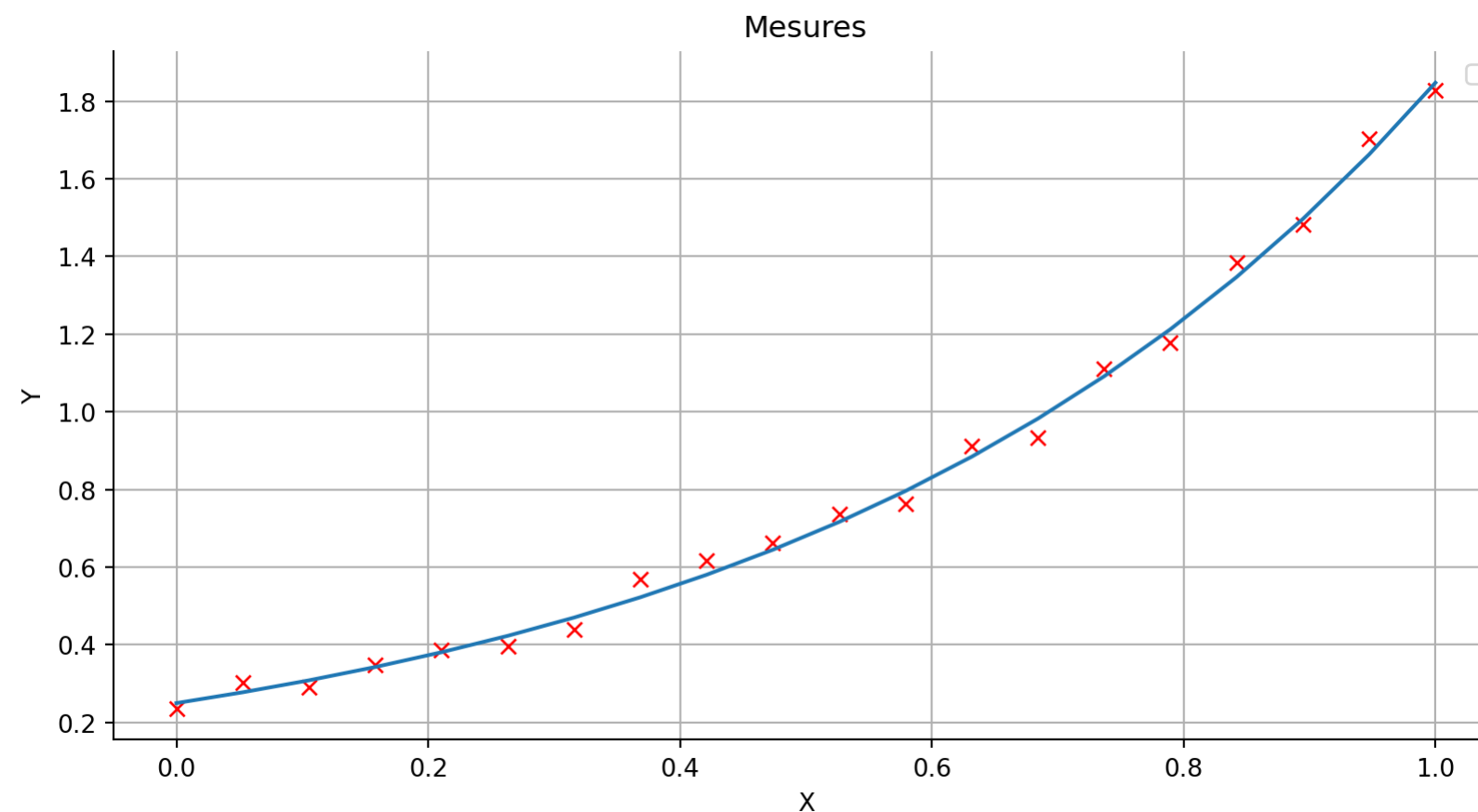


Figure 1: Mesure sur un capteur

2.5 Exemple : Mesure d'une température

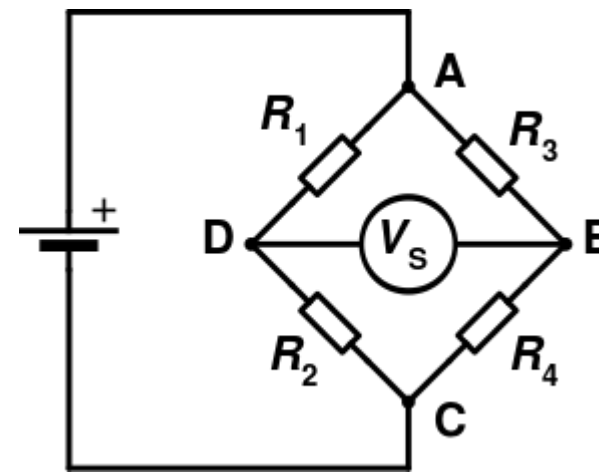
- Le capteur n'a pas une caractéristique linéaire, la relation est donnée par un tableau
- Une relation entre la mesurande et la valeur mesurable est établie à partir des mesures dans une forme qui permet un calcul
- Il est aussi possible d'interpoler la valeur de la mesurande dans le tableau

Illustration par l'exemple

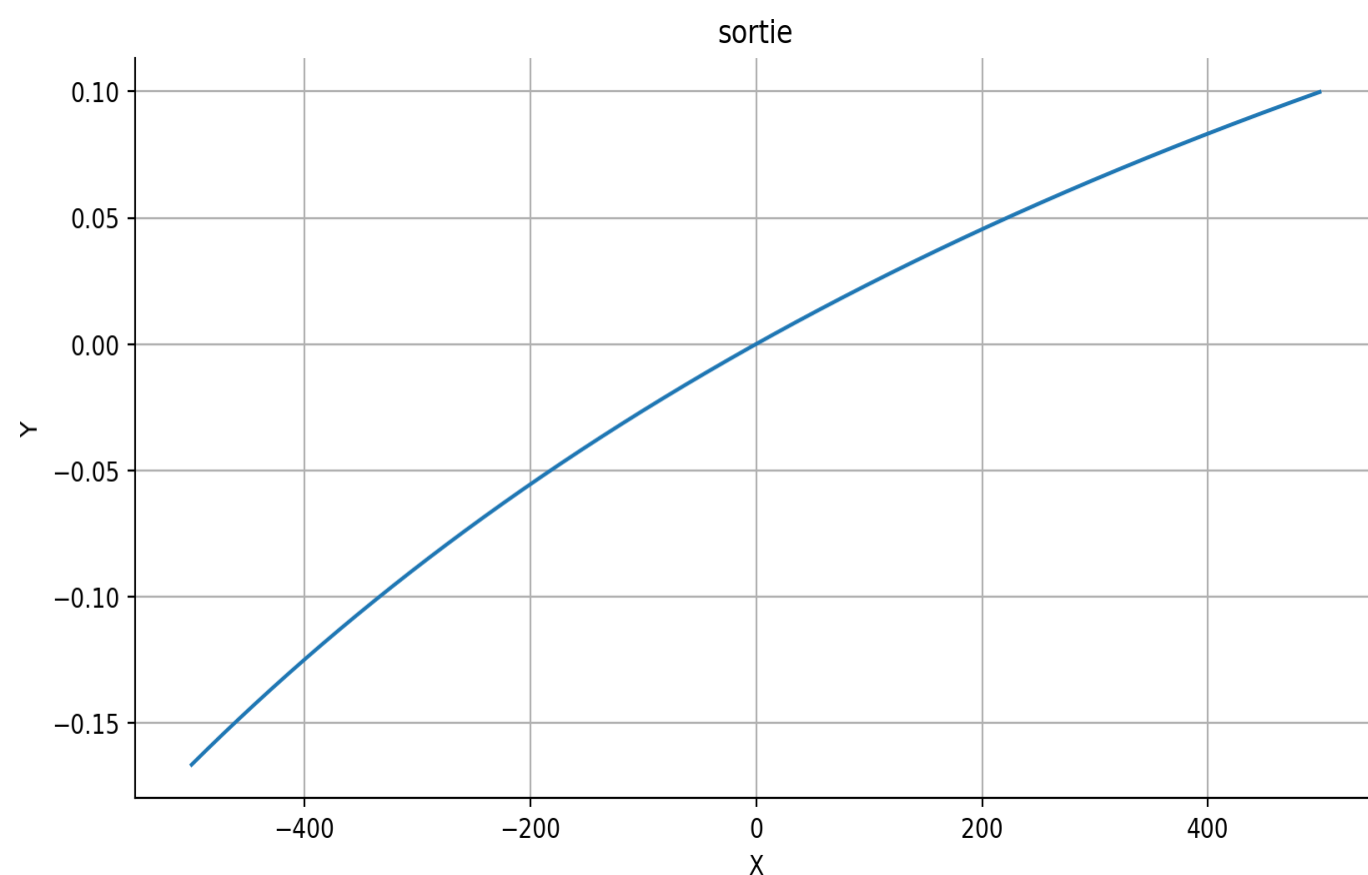
Voir Jupyter Lab notebook [notebook identification](#)

2.6 Cas pratique : le pont de Wheatstone

Un pont de wheatstone permet de mesurer une petite variation de résistance en éliminant des influences comme celle de la température.



Si on remplace une des résistances par une résistance variable (jauge de contrainte), on obtient une relation non linéaire entre la tension de sortie et la variation de la résistance. Toutefois, la variation est très faible, si bien que cet effet est négligeable.



Caractéristique sur une grande plage

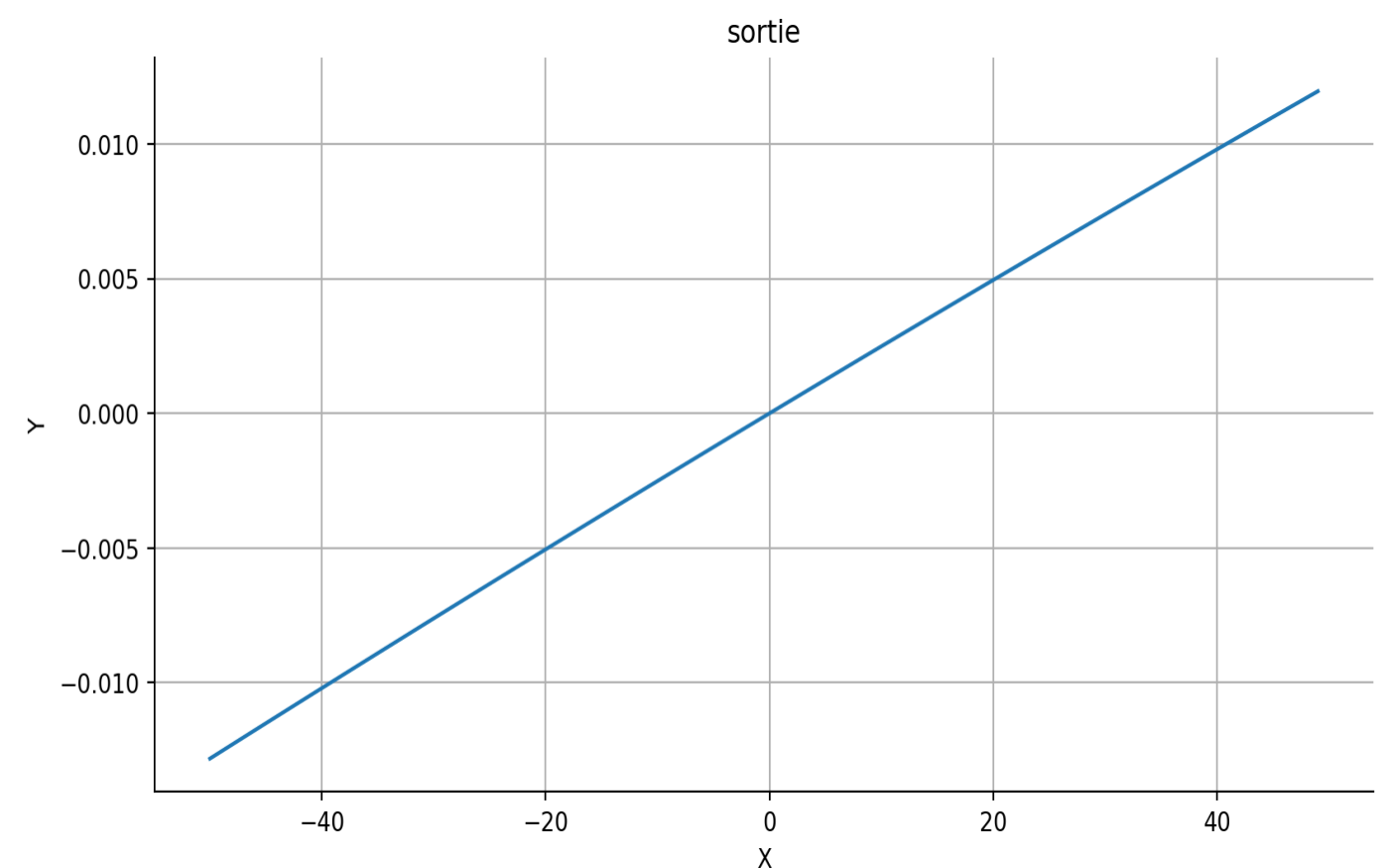


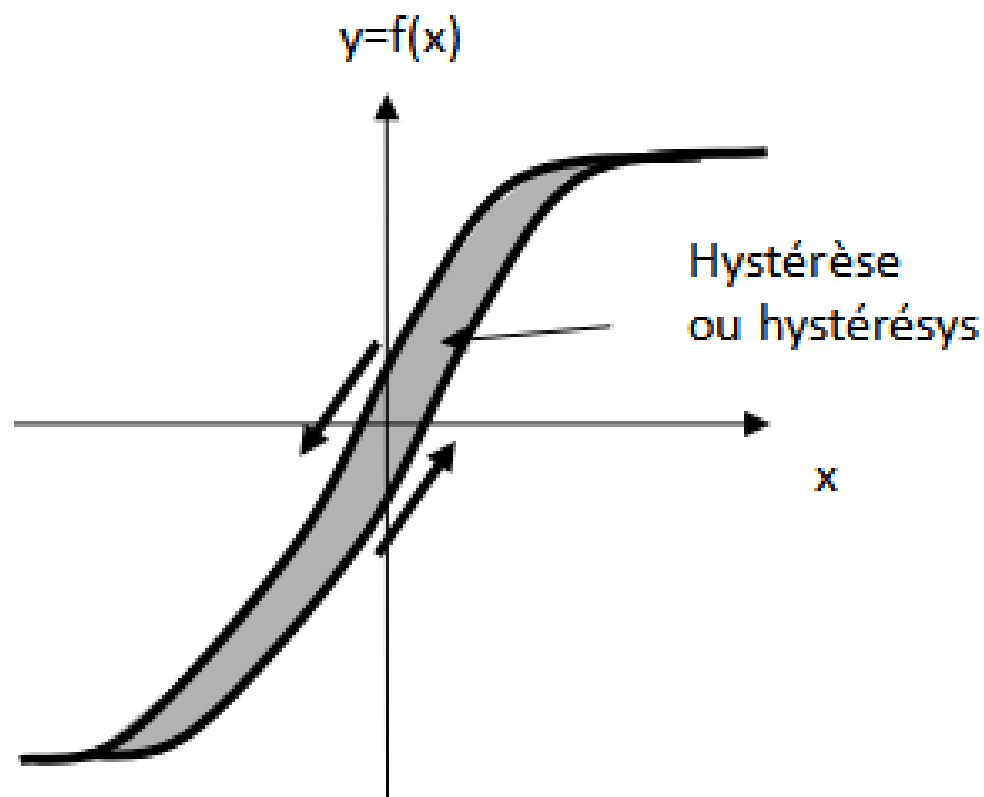
Figure 2: Caractéristique sur une petite plage

2.7 Limitations

Certaines particularités limitent les possibilités de retrouver la mesurande.

- Hystérèse

- Un jeu mécanique, typiquement un engrenage. Le jeu fait que le mouvement d'un axe à l'entrée ne se voit pas tout de suite à la sortie.
- En magnétisme, l'aimantation a une hystérésis. La caractéristique n'est pas la même selon le sens de parcours.



- Un offset peut venir fausser la caractéristique.

2.8 Etalonnage

L'étalonnage le plus simple est un réglage de l'offset et du gain d'un appareil. Il suffit d'avoir une valeur de référence à mesure pour définir le gain.

Réglage de l'offset

L'appareil indique zéro quand il n'y a pas de valeur à mesurer

Réglage du gain

On utilise une valeur connue pour régler le gain.



Tip

Les appareils de grande précision ont des références internes et peuvent s'étalonner tout seuls.

2.9 Exemples

Les appareils utilisés pour du commerce ou pour une mesure officielle doivent être contrôlé et étalonnés à intervalle régulier pour garantir la précision dans le temps.

Étalonnage d'un compteur de volume

Le compteur de volume est remis à zéro à chaque mesure. Pour étalonner, on remplit un réservoir de volume connu, particulièrement bien gradué autour de la quantité de qualification

Réglage d'un appareil de mesure du gaz

Pour étalonner ce genre d'appareil, on utilise des échantillon de gaz connu. Pour le zéro, on utilise par exemple de l'azote. Pour le réglage de l'échelle, on utilise un gaz aux propriétés connues

⋮

