

EVOLUTION DES CARCTERISTIQUES MECANIQUES DES ACIERS

- En fonction de taux de carbone
- En fonction des éléments d'alliages

Evolution des caractéristiques mécaniques

L'augmentation de taux de carbone et l'évolution structurale qui lui correspond, influent directement sur les propriétés mécaniques.

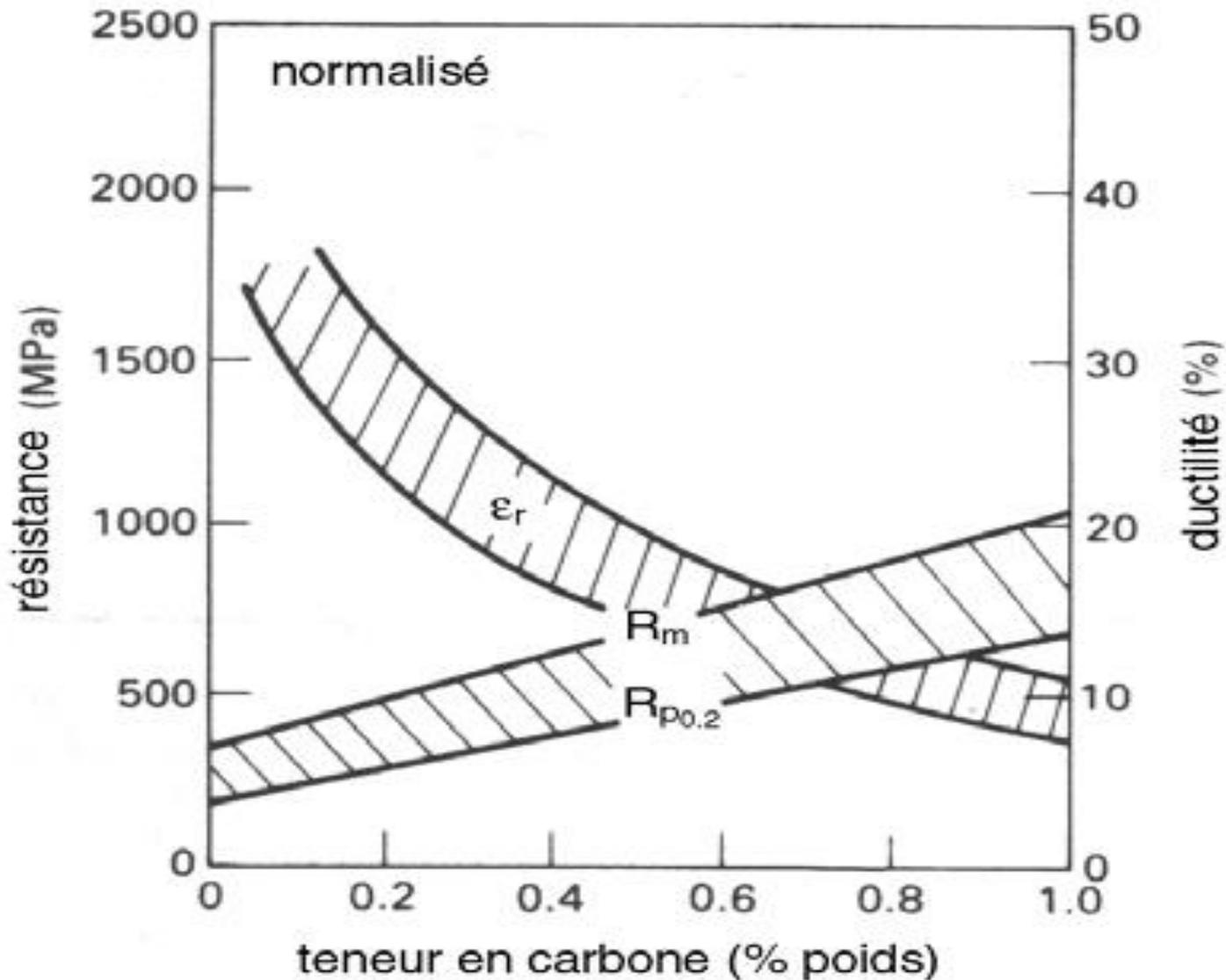
1 - Dureté

- Cette propriété croît avec le taux de carbone
- Nous constatons le lien entre l'apparition ou la prédominance d'une phase par rapport à l'autre avec l'évolution de la dureté.
- La mesure de la dureté se fait en appliquant une empreinte sur le matériau suivant la méthode Brinell, Rockwell ou Vickers.

2- Résistance mécanique et résistance élastique

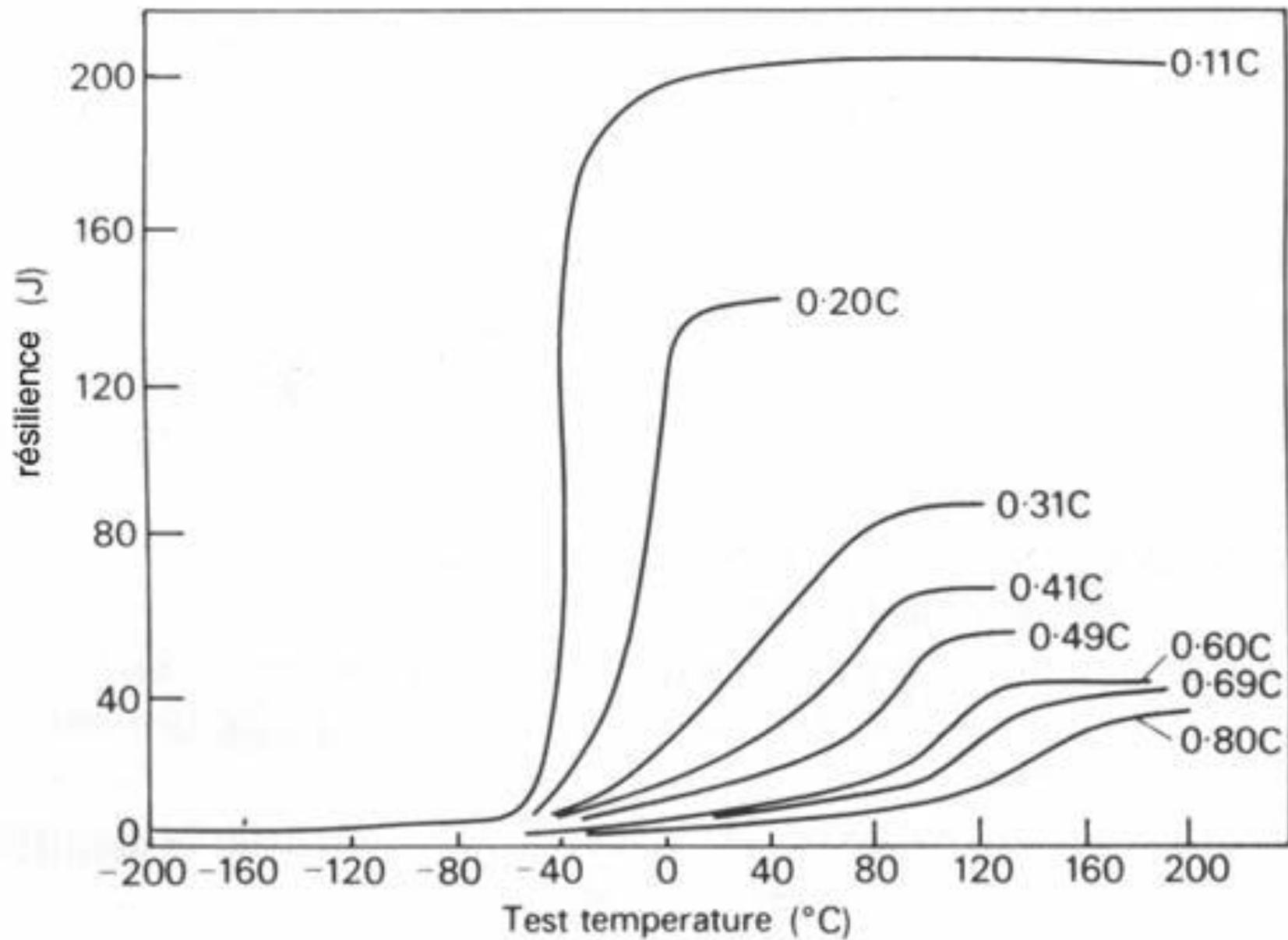
- Dans les aciers au carbone, cette évolution structurale en fonction de taux de carbone agit sur la résistance mécanique dans le même sens que pour la dureté.
- Nous obtenons une augmentation pour la résistance mécanique qui passe d'environ 400 MPa pour un acier à 0,1% de carbone à une valeur de près de 1000 MPa pour un acier à 1%.
- Il en est de même de la résistance élastique qui évolue dans le même sens.
- Cependant, il est important de garder en mémoire que la recherche de hautes valeurs de Résistance mécanique engendre une diminution de la ductilité de matériau.

Evolutions des propriétés principales des aciers au carbone



3- Résilience

- Contrairement à la dureté et aux propriétés mécaniques (R_m , R_e), l'augmentation de la concentration en carbone diminue la ductilité.
- De même cette augmentation de taux de carbone fait que la résilience chute à de plus en plus hautes températures, les courbes de la figure ci-après montrent bien cette évolution



- La chute en valeur de résilience marque une transition en mécanisme de rupture dans l'acier, ainsi la rupture peut se faire selon la température :
- à plus haute température, la rupture est facilitée par de la déformation plastique,
- à très basse température, la rupture se fait par séparation le long des plans cristallographique.
- La température à laquelle cette transition se fait est appelée la température de transition ductile-fragile.

- C'est pour éviter cette diminution de résilience que les teneurs en carbone des aciers au carbone utilisés dans la construction sont en général basses: en dessous de 0.2-0.25 %.
- Le fameux **compromis** entre résistance mécanique et résilience amène à adopter d'autres solutions, notamment l'augmentation de la teneur d'autres éléments :
 - le manganèse par exemple jusqu'à 1,5%, pour augmenter la résistance mécanique,
 - ou encore la finesse des grains par l'ajout d'autres éléments comme le titane (0,1%).

- On peut faire remarquer également que la limitation de taux de carbone est liée au phénomène de soudabilité.
- Le taux doit être gardé en dessous de 0,22%, pour éviter la formation lors de refroidissement d'une phase **martensitique dure et cassante**.
- Dans ce cas, on parle souvent de carbone équivalent:

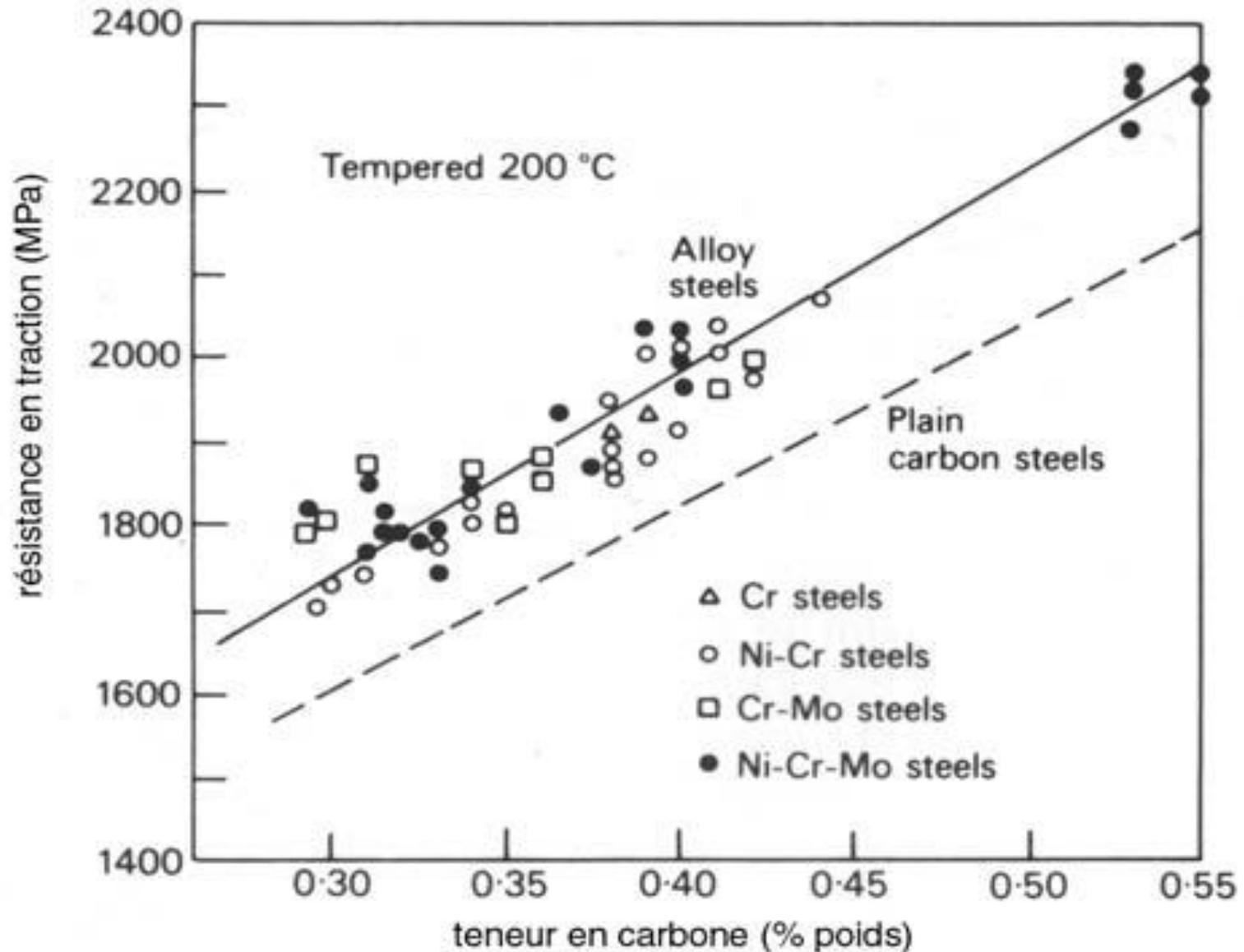
$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15$$

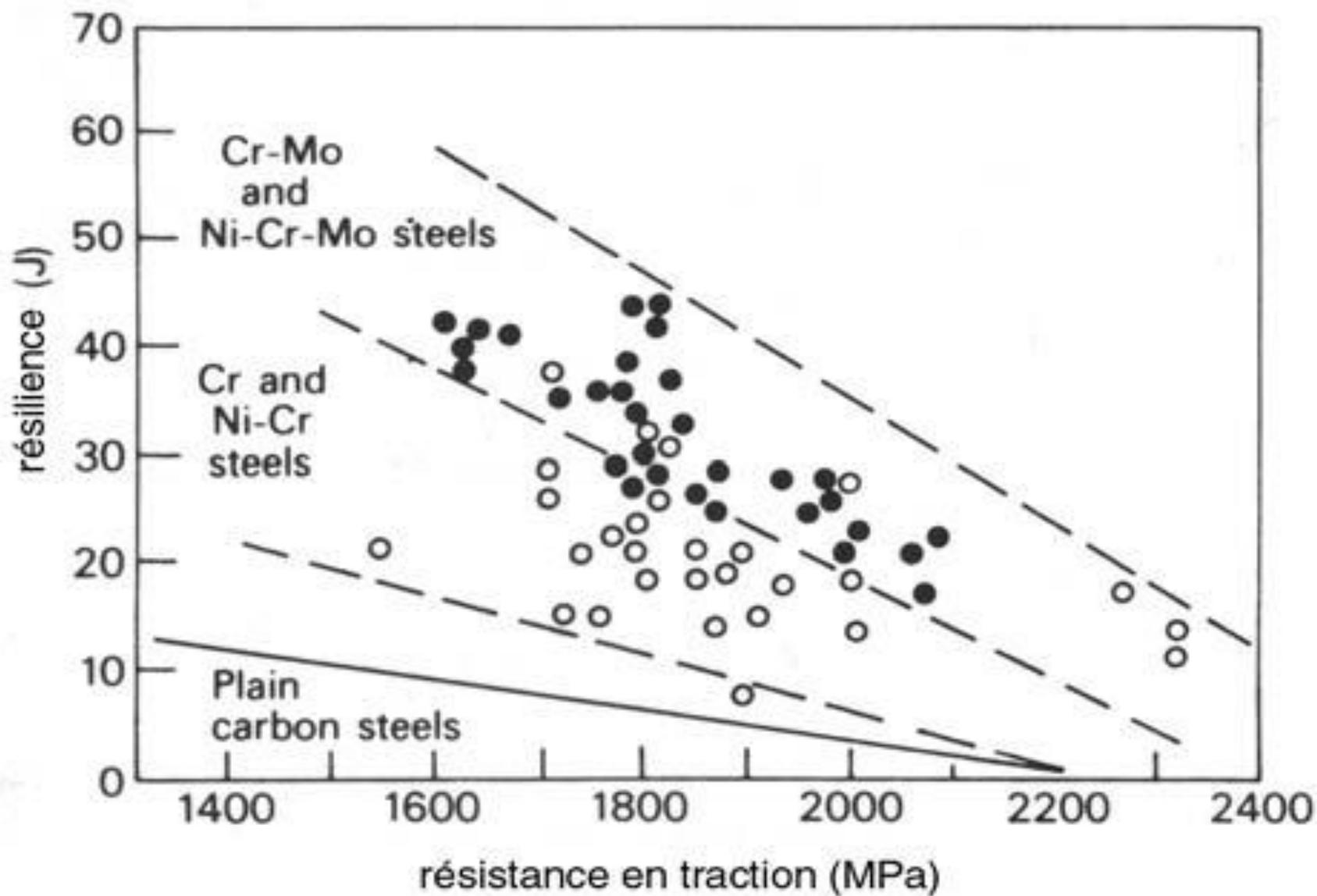
Effet des éléments : Mn, Si, S, P

- **Le manganèse** est utilisé comme désoxydant et comme désulfurant.
- Il augmente la proportion de la perlite dans l'acier, donc sa dureté est par conséquent sa résistance mécanique.
- Combiné au soufre, il forme des sulfures de manganèse qu'on retrouve sous forme de d'inclusions.

- **Le silicium** est également utilisé comme agent désoxydant.
- **Le silicium** est soluble dans la ferrite, il a un effet durcissant comme le manganèse, mais il a tendance à diminuer la soudabilité de l'acier.
- **Le soufre et le phosphore** constituent des impuretés dont on cherche à abaisser les teneurs, car ils rendent l'acier fragile et difficilement soudable.

Effet d'ajout des éléments d'alliages (aciers faiblement alliés)





CONCLUSION

- Les aciers au carbone représentent environ 90 pour cent en volume de l'acier utilisé. Leur application est notamment dans la construction: les ponts, les conteneurs, des poutres, les tôles de chassie de voiture, des bateaux etc...
- Vu ces applications, les exigences principales aux aciers au carbone sont :
- **Résistance mécanique, Résistance élastique,**
- **Ductilité,**
- **Dureté,**
- **Soudabilité.**