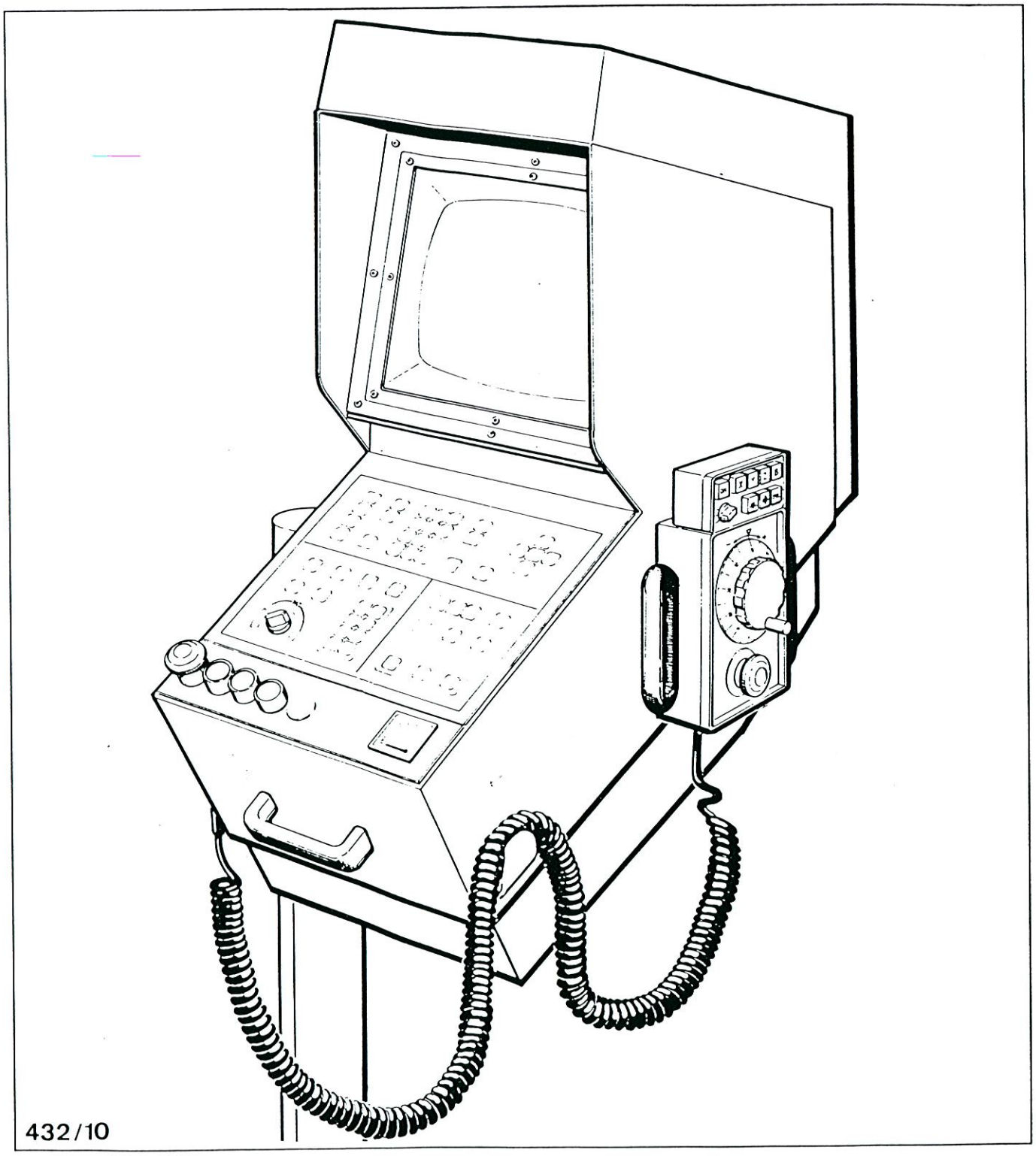
MAHO

Instructions de service

Nr. 76.00463-07/85

Programme de geometrie
CNC 432 GRAPHISME



432/10

PROGRAMME DE GEOMETRIE CNC 432

Le programme de géométrie offre des possibilités d'une programmation plus enrichie pour la CNC 432.

- COORDONNEES

  Peuvent être indiquées selon la méthode cartésienne en valeurs X et Y (Z) ou de façon polaire par les valeurs d'angle et de rayon ou encore de façon combinée par les valeurs d'angle et par les valeurs X ou Y (Z).

- DEFINITION DES POINTS

  Se fait avec les données cartésiennes ou polaires.

- DECALAGE DES POINTS D'ORIGINE

  Extension des fonctions par l'addition de la possibilité de rotation des axes.

- AGRANDISSEMENT/REDUCTION

  Permet de modifier les dimensions programmées.

- CALCUL GEOMETRIQUE

  Permet la programmation des contours complexes.
  Les points d'intersection et tangentiels sont calculés par le système de commande au cours de l'usinage.

S O M M A I R E

		Page
	INFORMATIONS GENERALES	7
1.	DEPLACEMENTS LINEAIRES	8
1.1	Programmation du point final	8
1.1.1	Coordonnées cartésiennes	8
1.1.2	Coordonnées polaires	8
1.1.3	Cotation mixte	9
1.1.4	Appel des points	9
2.	DEPLACEMENT CIRCULAIRE	10
2.1	Programmation du point final	10
2.1.1	Coordonnées cartésiennes	10
2.1.2	Coordonnées polaires	10
2.1.3	Indication de l'angle	11
2.1.4	Appel des points	11
2.2	Programmation du centre	12
2.2.1	Coordonnées cartésiennes	12
2.2.2	Coordonnées polaires	12
3.	DEFINITION DES POINTS	13
3.1	Possibilités de programmation	13
3.1.1	Coordonnées cartésiennes	13
3.1.2	Coordonnées polaires	13
4.	DECALAGE DU POINT D'ORIGINE	14
4.1	Possibilité de programmation	14
4.2	Coordonnées cartésiennes	14
4.3	Coordonnées polaires	14
4.4	Rotation des axes	15
4.5	Rotation des axes avec reproduction symétrique	16
5.	AGRANDISSEMENT / REDUCTION	17
5.1	Réduction	17
5.2	Agrandissement	17
5.3	Agrandissement ou réduction avec reproduction symétrique et rotation de l'axe	18

Page

6.	RESUME DE L'EXTENSION DES FONCTIONS G	19
7.	CALCUL GEOMETRIQUE	20
	Remarques générales	20
7.1	Mise en fonction et mise hors fonction du calcul géométrique	21
7.2	Restrictions à observer pour l'exécution du calcul géométrique	21
8.	CALCUL DU POINT D'INTERSECTION DROITE-DROITE	22
8.1	Programmation du point final	22
8.2	Programmation du point auxiliaire	22
8.3	Transition de chanfrein	23
9.	CALCUL DU POINT D'INTERSECTION DROITE-CERCLE	24
9.1	Point d'intersection droite-cercle	25
9.2	Point d'intersection cercle-droite	25
10	CALCUL DU POINT D'INTERSECTION CERCLE-CERCLE	26
10.1	Point d'intersection cercle-cercle	26
11.	CERCLE DE JONCTION AU POINT D'INTERSECTION	27
11.1	Cercle de jonction au point d'intersection droite-droite	28
11.2	Cercle de jonction au point d'intersection droite-cercle	28
11.3	Cercle de jonction au point d'intersection cercle-cercle	29
12.	CALCUL DU POINT TANGENTIEL	30
12.1	Droite tangente	30
12.1.1	Point tangentiel cercle- droite	31
12.1.2	Point tangentiel droite-cercle	31
12.1.3	Points tangentiels droite intermédiaire-cercles	32
12.1.4	Points tangentiels avec renversement du sens de déplacement	32
12.1.5	Points tangentiel droite avec point d'intersection-cercle	33
12.2.	Cercles tangents	33
13.	CERCLE DE JONCTION AU POINT TANGENTIEL	35

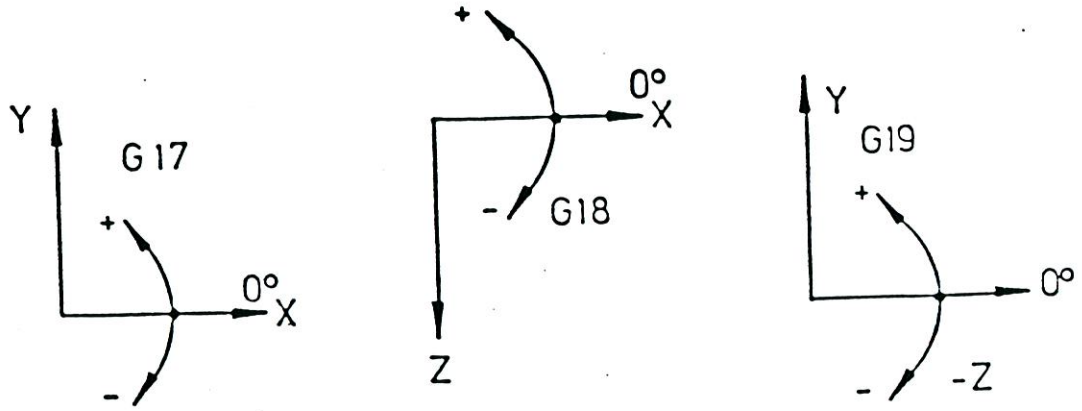
Page

13.1	Cercle de jonction au point tangentiel cercle-droite	36
13.2	Cercle de jonction au point tangentiel cercle-cercle	36
14.	CERCLE DE TRANSITION POUR RELIER LES ELEMENTS	38
14.1	Cercle de transition droite-cercle	38
14.1.1	Cercle de transition dehors contre cercle/dehors autour cercle	39
14.1.2	Cercle de transition dehors autour cercle/dehors autour cercle	39
14.1.3	Cercle de transition dehors contre cercle/dehors autour cercle	40
14.1.4	Cercle de transition dehors autour cercle/dehors contre cercle	40
14.2	Cercle de transition cercle/cercle	41
14.2.1	Cercle de transition dehors contre cercle/dehors contr.cercle	41
14.2.2	Cercle de transition dehors autour cercle/dehors autour cercle	42
14.2.3	Cercle de transition dehors contre cercle/dehors autour cercle	43
14.2.4	Cercle de transition dehors autour cercle/dehors contre cercle	44
14.3	Cercle de transition cercle/cercle intér.non concentrique	46
14.3.1	Cercle de transition dedans contre cercle/dehors contre cercle	46
14.3.2	Cercle de transition dedans contre cercle/dehors autour cercle	47
14.4	Cercle de transition cercle/cercle intér. concentrique	49
14.4.1	Cercle de transition dedans contre cercle/dehors contre cercle	49
14.4.2	Cercle de transition dehors contre cercle/ dedans autour cercle	50
15.	EXEMPLES ILLUSTRES	51
	Aperçu des possibilités offertes par le programme de géométrie	51
		52

Informations générales :

- Le descriptif suivant est valable pour les plans de travail "X, Y" (G17). Dans un autre plan de travail, les designations attribuées aux axes et les signes changent selon le cas.

- La position d'origine pour la programmation absolue des angles ainsi que le sens de rotation dans les divers plan de travail, sont comme suit :



- Pour les exemples donnés on part du fait que le point de départ (B= début) est connu et qu'il a été accosté en cours de l'exécution du bloc précédent.

  La programmation se déroule le long de la ligne du profil tracée de façon accentuée, jusqu'au point final (E= fin)

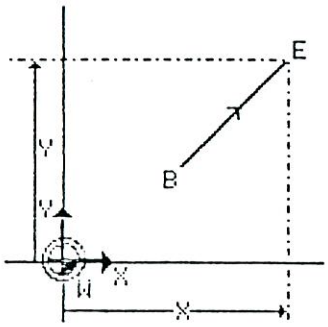
1. DEPLACEMENT LINEAIRE

1.1 Programmation du point extrême

Pour programmer un point extrême qui est accosté par un mouvement linéaire, il-y-a plusieurs possibilités :

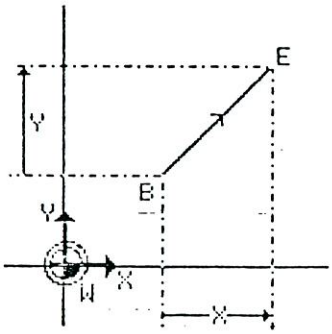
- par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes (X, Y)
- par l'intermédiaire de coordonnées polaires (B, L)
- par l'intermédiaire d'une cotation mixte (B, X ou B. Y)
- par l'intermédiaire d'une définition et d'un appel du point (P)

1.1.1 Coordonnées cartésiennes



Exemple : (absolu)

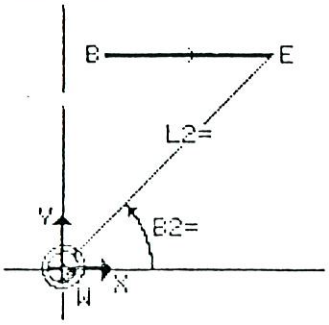
N4 G90
N5 G0 (G1) X.. Y..



Exemple : (relatif)

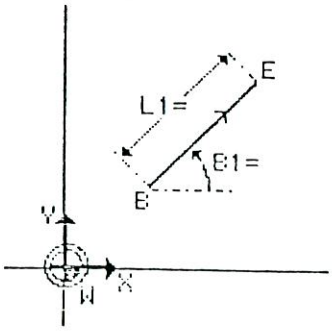
N4 G91
N5 G0 (G1) X.. Y..

1.1.2 Coordonnées polaires



Exemple : (absolu)

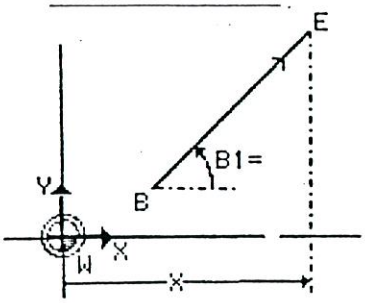
N4 G90
N5 G0 (G1) B2=.. L2=..



Exemple : (relatif)

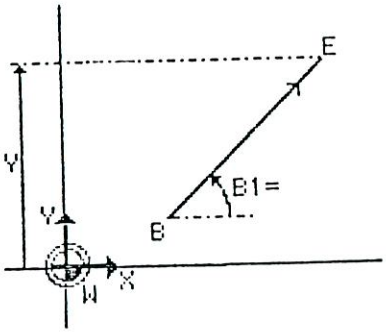
N4 G91
N5 G0 (G1) B1=.. L1=..

1.1.3 Cotation mixte



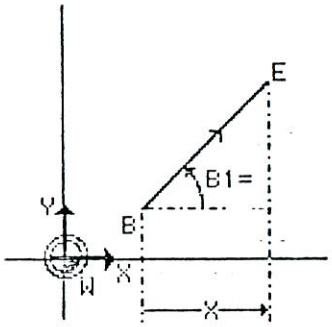
Exemple: (absolu)

N4 G90
N5 G0 (G1) X.. B1=..



Exemple: (absolu)

N4 G90
N5 G0 (G1) Y.. B1=..



Exemple: (relatif)

N4 G91
N5 G0 (G1) X.. B1=..

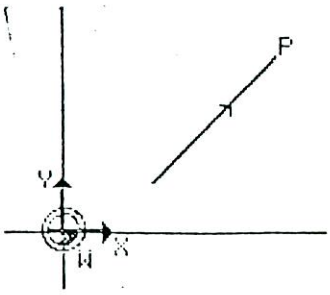
ou:

N4 G91
N5 G0 (G1) Y.. B1=..

Remarque:

- La programmation des angles B1= et B2= peut se faire avec le signe positif ou négatif.

1.1.4 Appel des points



Exemple:

N5 G0 (G1) P..

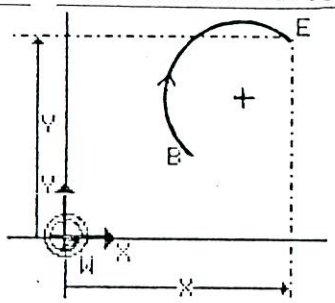
2. DEPLACEMENT CIRCULAIRE

2.1 Programmation d'un point extrême

Plusieurs possibilités existent pour programmer un point final de cercle:

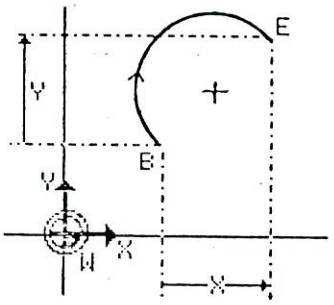
- par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes et centre de cercle ou rayon de cercle
- par l'intermédiaire de coordonnées polaires et centre de cercle ou rayon de cercle
- par l'indication de l'angle et du centre de cercle
- par définition et appel du point et centre de cercle ou rayon de cercle

2.1.1 Coordonnées cartésiennes



Exemple: (absolu)

N4 G90
N5 G2 (G3) X.. Y.. I.. J..



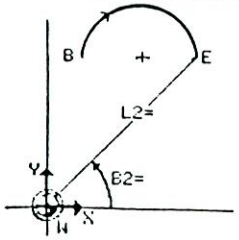
Exemple: (relatif)

N4 G91
N5 G2 (G3) X.. Y.. I.. J..

Remarque:

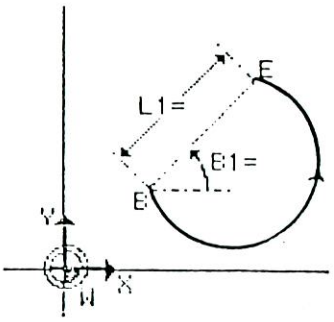
- Pour la programmation du point final (G2, G3) avec cotation cartésienne ou polaire ou avec appel de point, ce qui suit est valable:
  les segments de cercle allant jusqu'à 180° peuvent être programmés avec centre de cercle ou rayon de cercle; les segments de cercles supérieurs à 180° ne doivent être programmés qu'avec le centre de cercle.

2.1.2 Coordonnées polaires



Exemple: (absolu)

N4 G90
N5 G2 (G3) I.. J.. B2=.. L2=..



Exemple: (relatif)

N4 G91
N5 G3 (G2) I.. J.. B1=.. L1=..

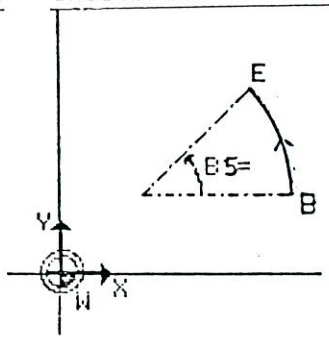
Remarque:

- Pour la programmation des points finaux de cercle (G2, G3) avec cotation cartésienne ou polaire ou avec appel des points, ce qui suit est valable:

  les segments de cercle allant jusqu'à 180° peuvent être programmés avec centre de cercle ou rayon de cercle; les segments de cercle supérieurs à 180° ne doivent être programmés qu'avec centre de cercle.

- La programmation des angles B1= et B2= peut se faire avec signe positif ou négatif.

2.1.3 Indication de l'angle



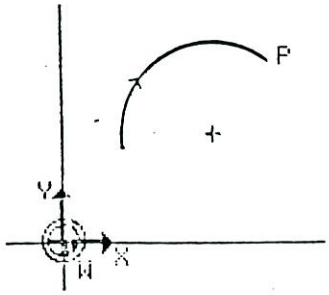
Exemple:

N4 G90 (G91)
N5 G3 (G2) I.. J.. B5=..

Remarque:

- La programmation de l'angle B5= doit être effectuée avec signe positif. La direction est déterminée par G2, G3.

2.1.4 Appel des points



Exemple:

N5 G2 (G3) I.. J.. P..

Remarque:

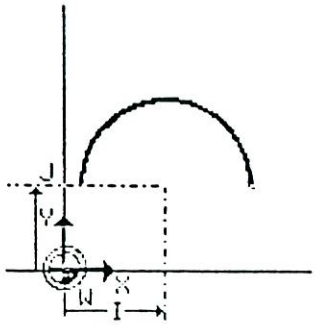
Pour la programmation des points finaux de cercle (G2, G3) avec cotation cartésienne ou polaire ou avec appel des points, ce qui suit est valable:
les segments de cercle allant jusqu'à 180° peuvent être programmés avec centre de cercle ou rayon de cercle; Les segments de cercle supérieurs à 180° ne doivent être programmés qu'avec centre de cercle.

2.2 Programmation de centre

Plusieurs possibilités se présentent pour programmer le centre de cercle:

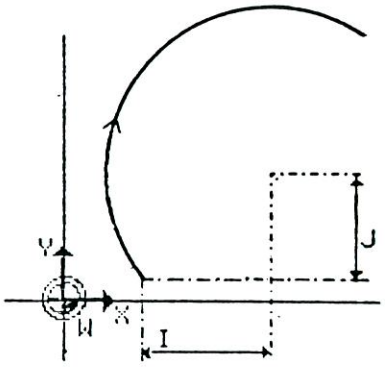
- par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes
- par l'intermédiaire de coordonnées polaires (non relatives)

2.2.1 Coordonnées cartésiennes



Exemple: (absolu)

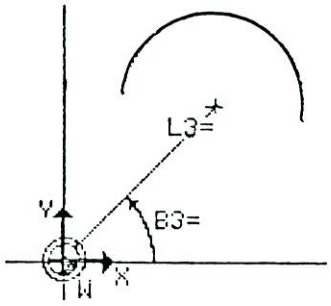
N4 G90
N5 G2 (G3) X.. Y.. I.. J..



Exemple: (relatif)

N4 G91
N5 G2 (G3) X.. Y.. I.. J..

2.2.2 Coordonnées polaires



Exemple:

N4 G90
N5 G2 (G3) X.. Y.. B3=.. L3=..

Remarque:

- La programmation de l'angle B3= peut être effectuée avec signe positif ou négatif.

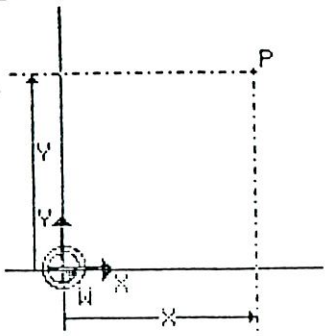
3. DEFINITION DE POINTS

3.1 Possibilité de programmation

Deux possibilités se présentent pour programmer un point:

- par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes
- par l'intermédiaire de coordonnées polaires

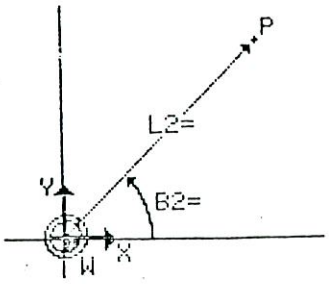
3.1.1 Coordonnées cartésiennes



Exemple:

N6 G78 X.. Y.. Z.. P..

3.1.2 Coordonnées polaires



Exemple:

N6 G78 Z.. P.. B2=.. L2=..

Remarque:

- Les définitions de point se rapportent de façon absolue au point d'origine effectif.
- La programmation de l'angle B2= peut être effectuée avec signe positif ou négatif.

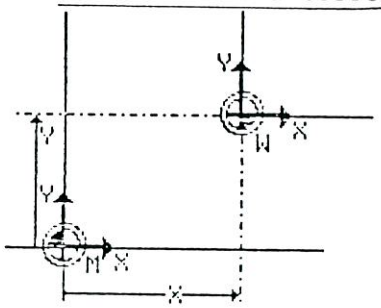
4. DECALAGE DU POINT D'ORIGINE

4.1 Possibilité de programmation

Plusieurs possibilités se présentent pour programmer le décalage du point d'origine:

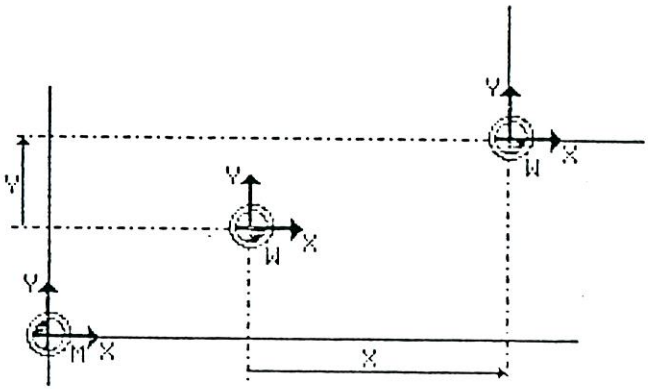
- par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes
- par l'intermédiaire de coordonnées polaires
- par l'indication de l'angle "rotation des axes"

4.2 Coordonnées cartésiennes



Exemple: (absolu)

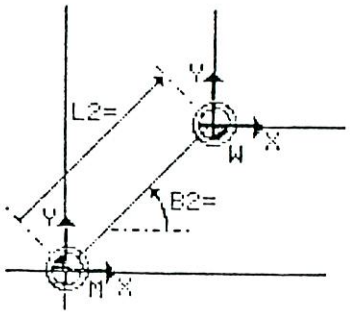
N9 G93 X.. Y..



Exemple: (relatif)

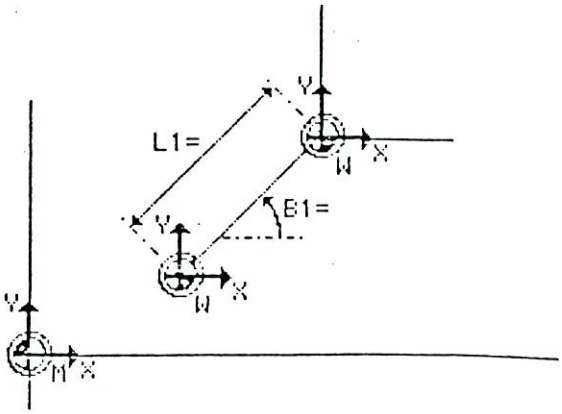
N9 G92 X.. Y..

4.3 Coordonnées polaires



Exemple: (absolu)

N9 G93 B2=.. L2=..



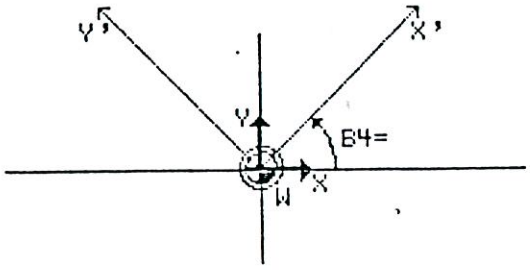
Exemple: (relatif)

N9 G92 B1=.. L1=..

Remarque:

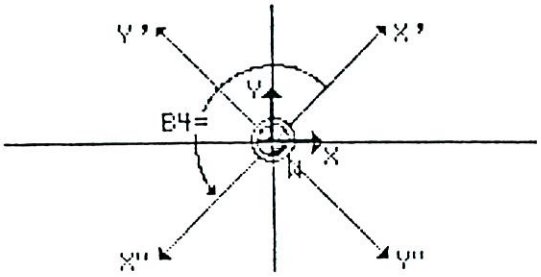
- La programmation des angles B1= et B2= peut être effectuée avec signe positif ou négatif.

4.4 Rotation des axes



Exemple: (absolu)

N9 G93 B4=..

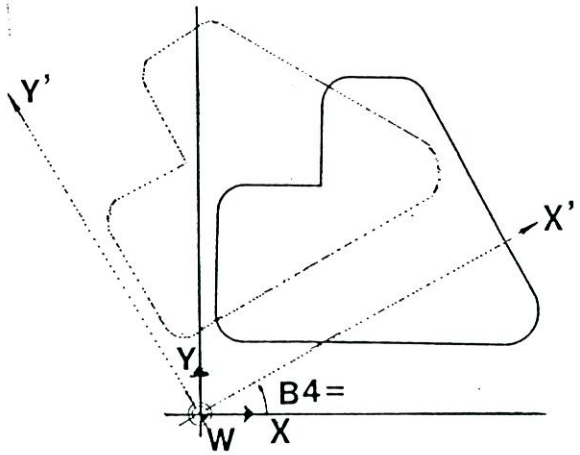


Exemple: (relatif)

N9 G92 B4=..

Remarque:

- Par l'intermédiaire de rotation des axes, le programme ou une partie du programme est tourné autour du point d'origine effectif dans le plan de travail.



- Un décalage du point d'origine par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes ou de coordonnées polaires avec, en même temps, rotation des axes, est possible.

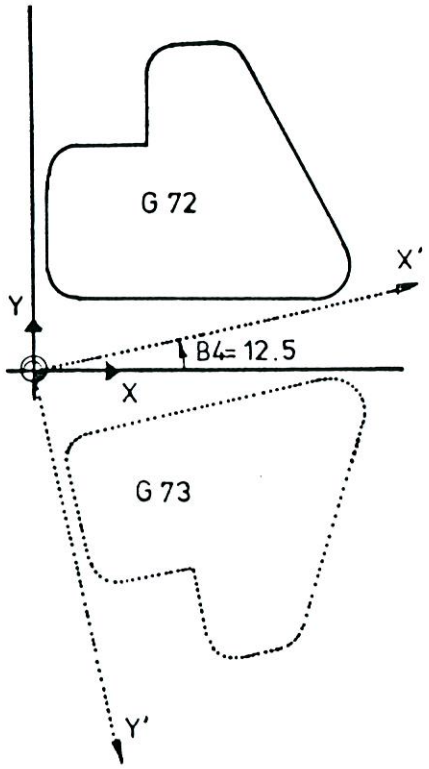
- Le mot de dimension de l'angle B4= peut être positif ou négatif et est affiché sur l'écran après le signe < .

- Le décalage du point d'origine par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes ou polaires n'est pas possible pendant la rotation active des axes.

- La rotation des axes s'effectue de façon modale et est annulée par les fonctions G93 B4=0 ou M30 après sélection d'un nouveau plan de travail G17-G19 ou par CLEAR CONTROL.

4.5 Rotation des axes avec reproduction symétrique

La rotation des axes avec reproduction symétrique du programme est possible. Pour ce faire, il est nécessaire que la fonction G73 pour l'axe concerné soit programmée avant l'introduction de l'instruction se rapportant à la rotation des axes.



Exemple:

N17 G73 Y-1
N18 G93 B4=12.5

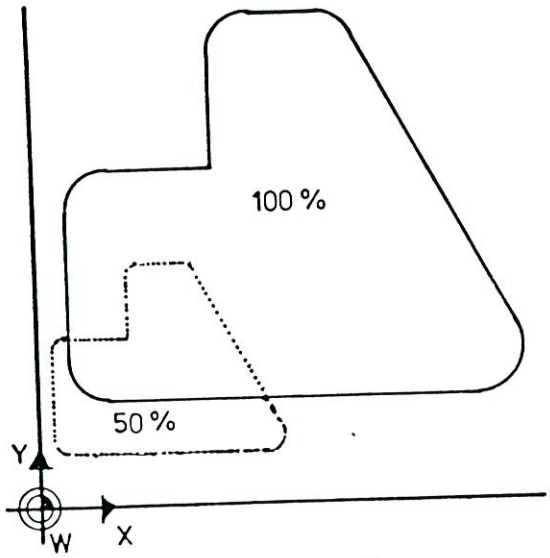
Remarque:

- Si le point d'origine devait être décalé dans les axes selon le principe cartésien ou polaire pour pouvoir effectuer la reproduction symétrique, il est nécessaire que cette condition requise précède au sein du bloc l'instruction pour la reproduction symétrique.

5 AGRANDISSEMENT/REDUCTION

Avec cette fonction l'agrandissement ou la réduction des cotes programmées est possible dans tous les axes linéaires. Les instructions pour modifier les dimensions peuvent être introduites en fonction d'une constante machine sous forme de facteurs ou de pourcentages. La programmation est effectuée avec la fonction G73 A4=.

5.1 Réduction



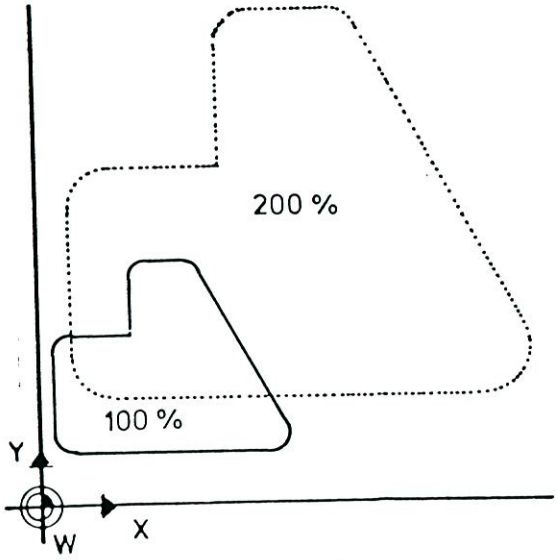
Exemple:

N7 G73 A4= 50 (entrée en %)

ou

N7 G73 A4= 0,5 (entrée avec facteur)

5.2 Agrandissement



Exemple:

N8 G73 A4= 200 (entrée en %)

ou

N8 G73 A4= 2 (entrée avec facteur)

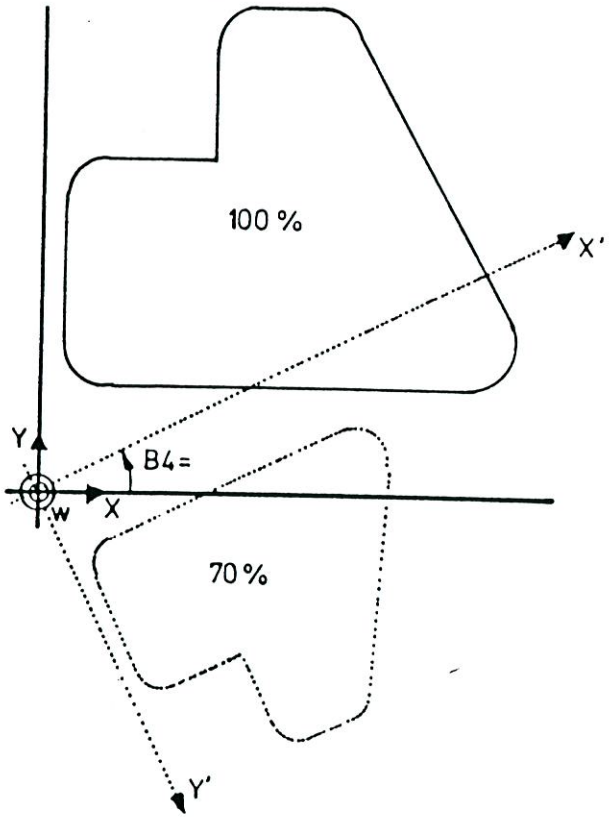
Remarque:

- La valeur en pour cent est affichée à droite du signe %.
- Le facteur est affiché à droite de l'astérisque (*).
- Plage pour % : A4= 0.0001 - 9999.9999
- Plage pour facteur : A4= 0.000001 - 99.999999
- L'entrée en % ou avec facteur ne peut être faite que de manière positive.
- L'effacement de la fonction G73 A4= se fait par G72, M30 ou CLEAR CONTROL.

5.3 Agrandissement ou réduction avec reproduction symétrique et rotation de l'axe.

Au sein du même bloc avec l'instruction d'agrandissement ou de réduction il est possible de programmer additionnellement une instruction de reproduction symétrique.

Au cas où une rotation est prévue en même temps, l'instruction pour cette fonction doit être programmée après les fonctions de reproduction symétrique - ou celles pour l'agrandissement ou pour la réduction.



Exemple:

N7 G73 Y-1 A4= 70 (entrée en %)
N8 G93 B4=
ou
N7 G73 Y-1 A4= 0.7 (entrée avec facteur)
N8 G93 B4=

6. RESUME DE L'EXTENSION DES FONCTIONS G

Les coordonnées polaires ne sont d'application que dans le plan de travail. La liste ci-après se rapporte au plan de travail G17.

```
G0  B2=  L2=  Z  B
G0  B1=  L1=  Z  B
G0  B1=  X    Z  B
G0  B1=  Y    Z  B
G0  P

G1  B2=  L2=  Z  (ou B)
G1  B1=  L1=  Z  (ou B)
G1  B1=  X    Z  (ou B)
G1  B1=  Y    Z  (ou B)
G1  P (max. 3 coordonnées pour P)

G2  (G3) B2=  L2= I  J  (ou B3=, L3=)  (ou R)
G2  (G3) B1=  L1= I  J  (ou B3=, L3=)  (ou R)
G2  (G3) B5=      I  J  (ou B3=, L3=)
G2  (G3) P        I  J  (ou B3=, L3=)  (ou R)

G73 A4=

G77 B2=  L2=  Z  B
G77 B1=  L1=  Z  B
G77 P

G78 B2=  L2=  Z  B

G79 B2=  L2=  Z  B
G79 B1=  L1=  Z  B
G79 P

G92 B1=  L1=  B4=

G93 B2=  L2=  B4=
G93 P         B4=
```

Remarque:

- Lors de l'appel du cycle G79 par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes, la fonction B1= opère en tant que position d'angle pour les cycles de fraisage G87-G89.

- Au cas où la programmation se fait lors de l'appel du cycle G79 B1=, L1=, cela sera alors le point de départ pour le cycle en coordonnées polaires incrémentales. Pour un cycle de fraisage une rotation simultanée dans une position d'angle donnée ne peut alors se faire dans ce cas.

7 CALCUL GEOMETRIQUE

Remarques générales

- Avec le programme de calcul géométrique il est possible de programmer des profils complexes avec des transitions tangentielles et non tangentielles, les points d'intersection et tangentiels étant calculés par le système de commande.

- Le calcul géométrique comporte le traîtement des profils dans le plan de travail sélectionné et peut être réalisé au sein du programme principal et du sous-programme.

- Simultanément avec le déplacement calculé dans le plan de travail, il est possible de déplacer également l'axe de l'outil. (Logiciel pour contournage tridimensionnel seulement.)

- Pour chaque mouvement sur la trajectoire le long d'un profil il est nécessaire de prévoir un bloc de programmation. Au sein de ce bloc il suffit cependant qu'il contienne un nombre minimal d'adresses. Un cercle tangent, par exemple, peut être programmé sans point final. Le système de commande calcule les coordonnées en partant des valeurs contenues dans les blocs antérieurs ou suivants.

- Il faut veiller à ce que la programmation se fasse de façon univoque, car il arrive souvent que les possibilités de définition sont très variées.

- Les calculs géométriques n'ont aucune influence sur les fonctions F, S, T, H et M.

- Dans les descriptions ci-après concernant les déplacements individuels il est présumé que le point de départ (B) est connu comme point final d'un bloc précédent. Le déplacement se fait le long de la ligne de profil, tracée d'un trait épais, jusqu'au point final (E).

- La description donnée se rapporte au plan de travail G17 (X,Y). Dans un autre plan de travail, l'identification donnée aux axes et aux signes change selon le cas.

7.1. Mise en fonction et mise hors fonction du calcul géométrique

Les fonctions de calcul géométrique ont été complétées par deux fonctions G supplémentaires:

G64: mise en fonction du calcul géométrique
G63: mise hors fonction du calcul géométrique

"M30" ou "CLEAR CONTROl" fait également appel à la fonction "G63".

Les fonctions G63, G64 forment un groupe au sein duquel une seule fonction peut être activée.

Position de commande est G63.

Au sein du bloc avant la mise en fonction et avant la mise hors fonction du calcul géométrique, il y aura lieu de programmer sur les axes du plan de travail des positions exactement définies.

Les deux positions doivent être rentrées comme points de référence absolus par rapport au point d'origine effectif du programme.

7.2 Restrictions à observer en cours de l'exécution du calcul géométrique

Une fois le calcul géométrique démarré par l'intermédiaire de la fonction G64, aucune des fonctions indiquées ci-après ne doit être programmée jusqu'à l'arrêt de la procédure de calcul avec la fonction G63:

- G0/G1/G2/G3	avec plusieurs points (P1.. P2..) dans un seul bloc
- G2/G3	avec le 3e axe (hélice)
- G11	déplacement linéaire avec arrondi
- G14	répétition d'un segment de programme
- G17/G18/G19	sélection des surfaces planes
- G22	appel du sous-programme
- G29	répétition d'un segment de programme
- G45/G46/G49/G50	cycles de mesure
- G51-G59	décalage du point d'origine pouvant être mis en mémoire
- G73	reproduction symétrique, agrandissement/réduction
- G77	définition d'un cercle des trous
- G78	définition de points
- G79	appel de cycle
- G81-G89	définition de cycle
- G91	coordonnées incrémentales
- G92/G93	décalage du point d'origine, rotation des axes
- M6/M66/M67	changement d'outil

Remarque:

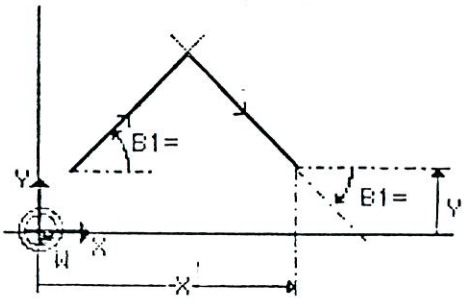
- En cas de besoin d'une des fonctions énoncée ci-dessus, il sera nécessaire de programmer au préalable un bloc avec la fonction G63.

8. CALCUL DU POINT D'INTERSECTION DROITE-DROITE

Dans le cas de deux droites consécutives, la première est programmée avec l'angle B1=. Pour la deuxième droite, deux possibilités existent:

8.1 Programmation du point final

Par définition des coordonnées du point final selon le principe cartésien ou polaire et l'angle B1= pour la deuxième droite.

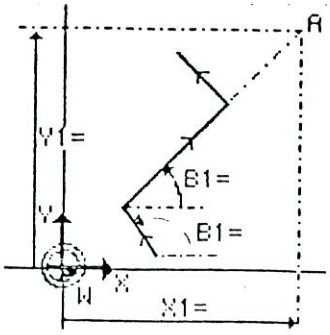


Exemple:

```
N10..
N11 G1 B1=..
N12 X.. Y.. B1=..
N13..
```

8.2 Programmation du point auxiliaire

Par définition des coordonnées du point auxiliaire (A) X1= et Y1= par lequel passe la deuxième droite (aussi en prolongation) et en spécifiant l'angle B1= pour la deuxième droite.

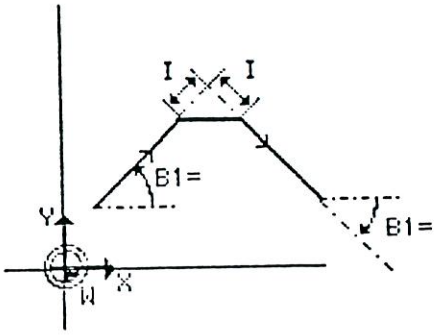


Exemple:

```
N10..
N11 G1 B1=..
N12 X1=.. Y1=.. B1=..
N13 B1.. X.. Y..
N14..
```

8.3 Transition du chanfrein

Le chanfrein est perpendiculaire par rapport à la bissectrice et symétriquement autour du point d'intersection de deux droites.



Exemple:

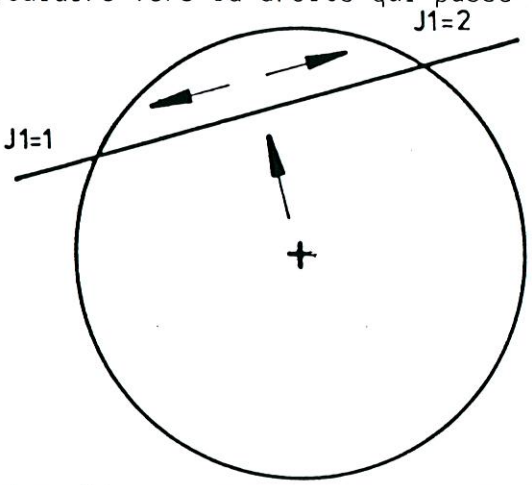
```
N21..
N22 G1 B1=..
N23 I..
N24 X.. Y.. B1=..
N25..
```

Remarques:

- La grandeur du chanfrein est programmée avec l'adresse I en partant du point d'intersection en parallèle avec une des deux droites.
- Le point d'intersection des deux droites ne doit pas être dimensionné, mais doit être calculé par le système de commande. A moins qu'il soit indiqué comme point auxiliaire par l'intermédiaire de coordonnées cartésiennes.
- La deuxième droite peut être programmée par définition du point final ou du point auxiliaire.

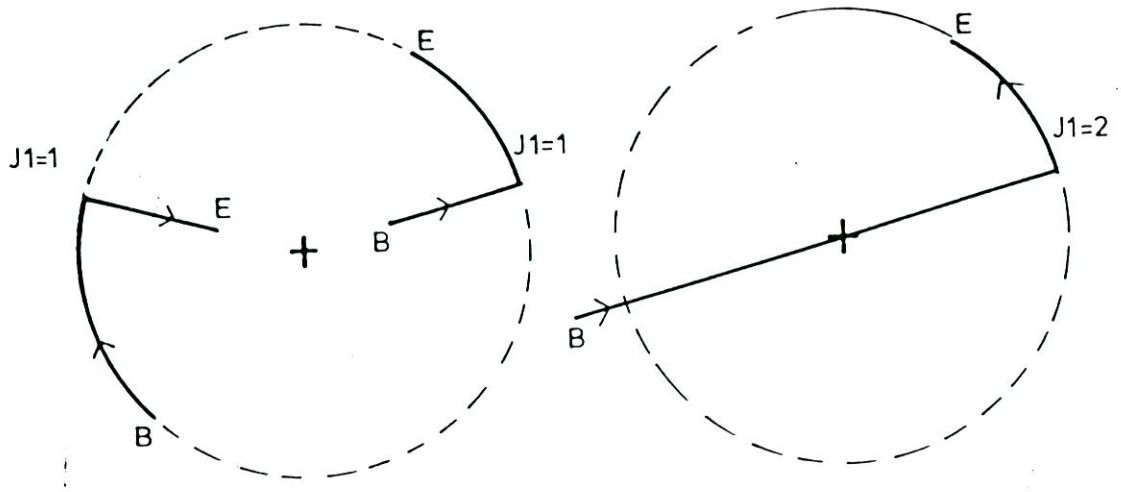
9. CALCUL DU POINT D'INTERSECTION DROITE-CERCLE

Si la droite passe par un cercle, il en résulte deux points d'intersection.
Pour pouvoir en faire une distinction, l'un de ces points d'intersection est défini comme point gauche et l'autre est défini comme point droit.
La direction de visée pour déterminer le point situé à gauche et celui situé à droite est depuis le centre du cercle perpendiculaire vers la droite qui passe le cercle.

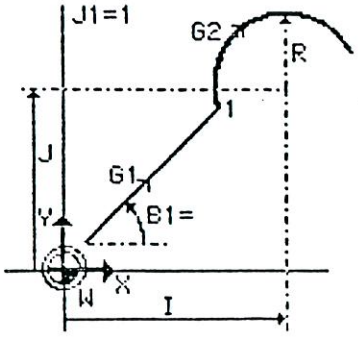


Le point d'intersection à gauche est défini par: J1=1.
Le point d'intersection à droite est défini par: J1=2.

Si la droite passe par le centre de cercle, le point d'intersection qui suit le point de départ en direction de mouvement, est celui situé à gauche.

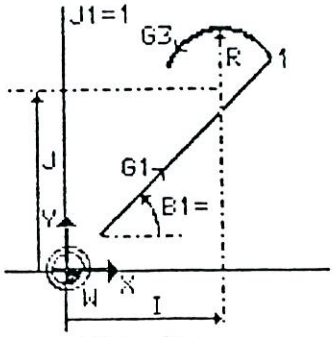


9.1 Point d'intersection droite-cercle



Exemple:

N12..
N13 G1 B1=.. J1=1
N14 G2 R.. I.. J..
N15..



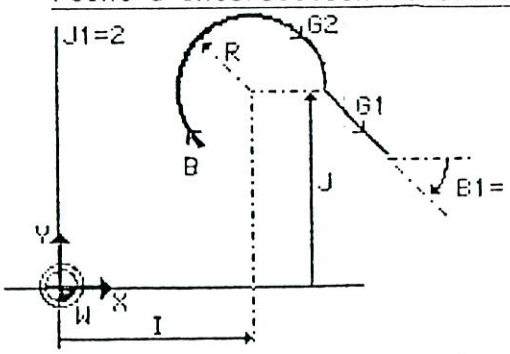
Exemple:

N12..
N13 G1 B1=.. J1=1
N14 G3 R.. I.. J..
N15..

Remarque:

- Si aucun calcul géométrique n'est effectué après celui du cercle, il est nécessaire de programmer le point final de cercle en place du rayon.

9.2 Point d'intersection cercle-droite



Exemple:

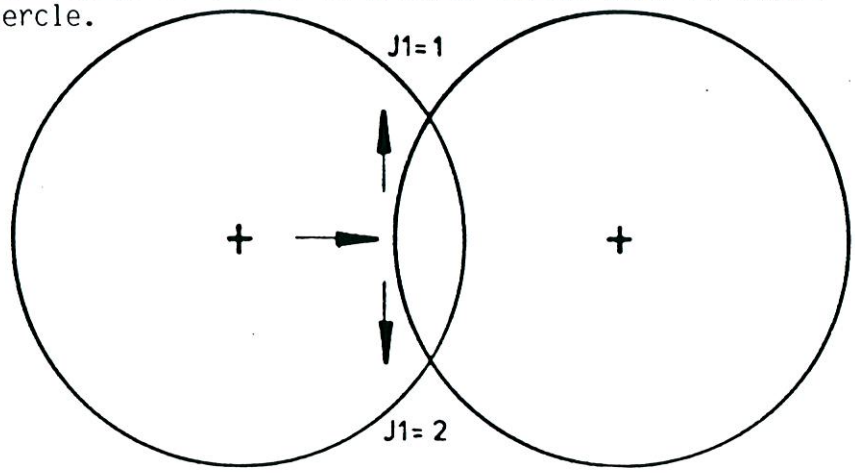
N12..
N13 G2 R.. I.. J.. J1=2
N14 G1 X.. Y.. B1=..
N15..

Remarque:

- Si le point de départ B est connu au début du mouvement circulaire, la programmation du rayon peut être supprimée.

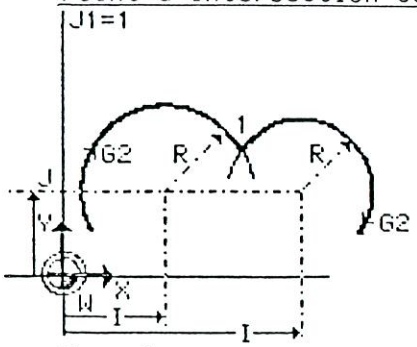
10. CALCUL DU POINT D'INTERSECTION CERCLE-CERCLE

Si deux cercles se coupent, il en résulte deux points d'intersection. Pour pouvoir en faire une distinction, l'un de ces points d'intersection est défini comme point situé à gauche et l'autre est défini comme point situé à droite.
La direction de visée pour déterminer les points situés à gauche et à droite est depuis le centre du premier cercle vers le centre du deuxième cercle.



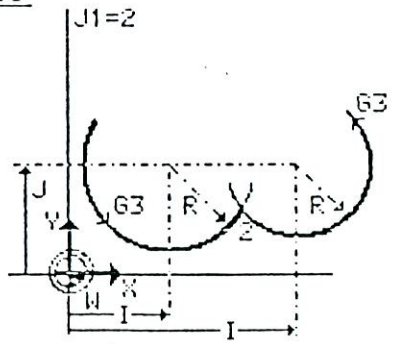
Le point d'intersection situé à gauche est défini par: J1=1.
Le point d'intersection situé à droite est défini par: J1=2.

10.1 Point d'intersection cercle-cercle



Exemple:

N17 ..
N18 G2 R.. I.. J.. J1=1
N19 R.. I.. J..
N20 ..



Exemple:

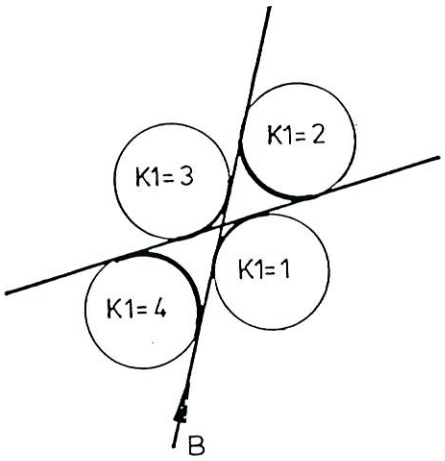
N17 ..
N18 G3 R.. I.. J.. J1=2
N19 R.. I.. J..
N20 ..

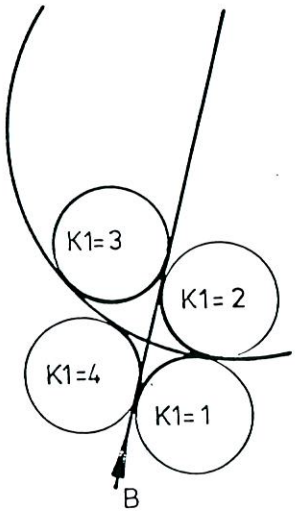
Remarque:

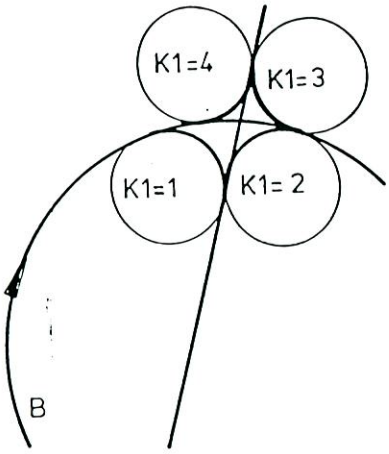
- Au sein du bloc 18 la définition du rayon peut être supprimée si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.
- Au sein du bloc 19 la définition du rayon est supprimée si aucune autre fonction de calcul géométrique ne doit être effectuée et si le point final de cercle est programmé.

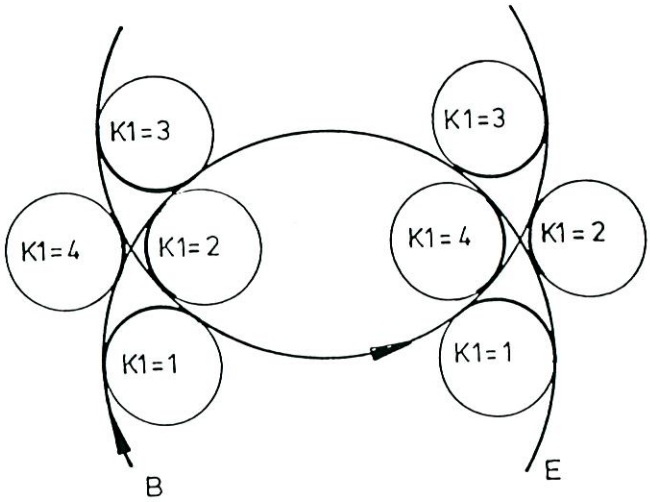
11. JONCTION DES CERCLES AU POINT D'INTERSECTION

Aux endroits où se coupent les éléments géométriques droite-droite, droite-cercle ou cercle-cercle, il est possible dans chaque cas que quatre cercles se rencontrent aux points d'intersection.
Pour pouvoir faire une distinction, ils sont définis par K1=1, K1=2, K1=3 ou K1=4.
Le cercle K1=1 est situé en direction de mouvement à droite devant le point d'intersection.
Les cercles K1=2 à K1=4 sont situés l'un après l'autre autour du point d'intersection (sens antihoraire).
Pour les deux cercles K1=1 et K1=4 qui se produisent le plus souvent, on peut omettre cette indication. Le système de commande reconnait ces deux types de cercles par l'intermédiaire des fonctions G2/G3.

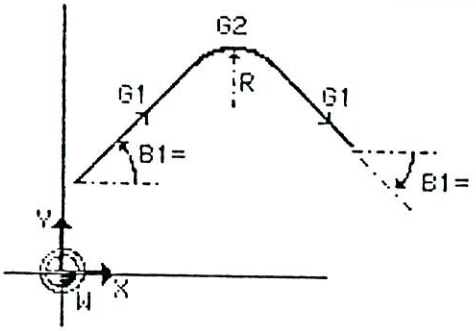






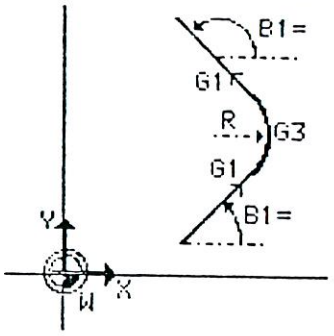


11.1 Cercle touchant un autre au point d'intersection droite-droite



Exemple:

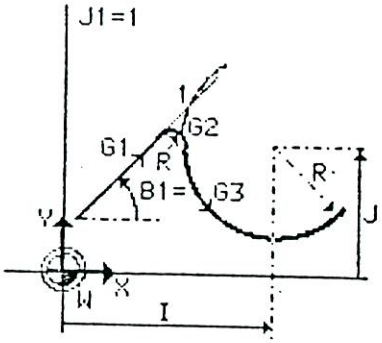
N25..
N26 G1 B1=..
N27 G2 R..
N28 G1 X.. Y.. B1=..
N29 ..



Exemple:

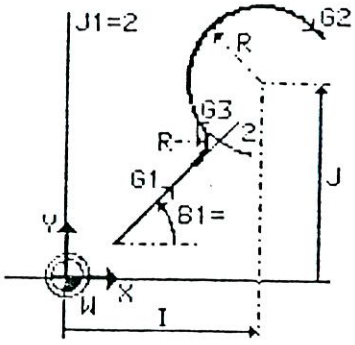
N25..
N26 G1 B1=..
N27 G3 R..
N28 G1 X.. Y.. B1=..
N29 ..

11.2 Cercle touchant un autre au point d'intersection droite-cercle



Exemple:

N25 ..
N26 G1 B1=.. J1=1
N27 G2 R..
N28 G3 R.. I.. J..
N29 ..



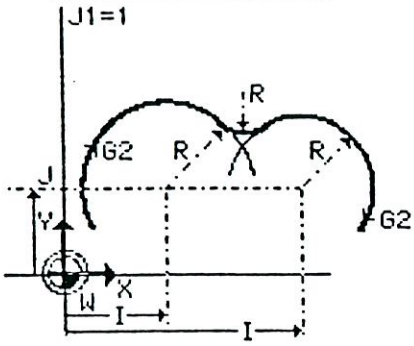
Exemple:

N25 ..
N26 G1 B1=.. J1=2
N27 G3 R..
N28 G2 R.. I.. J..
N29 ..

Remarque:

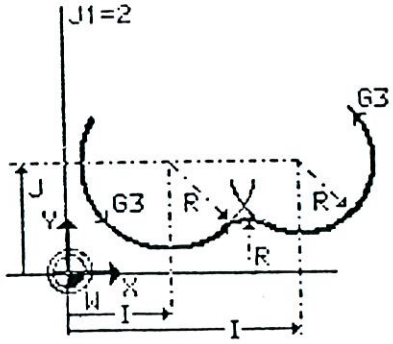
- Si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué après celui du cercle au sein du bloc 28, le point final du cercle doit être programmé à la place du rayon.

11.3 Cercle touchant un autre au point d'intersection cercle-cercle



Exemple:

```
N25 ..
N26 G2 R.. I.. J.. J1=1
N27 G3 R..
N28 G2 R.. I.. J..
N29 ..
```



Exemple:

```
N25 ..
N26 G3 R.. I.. J.. J1=2
N27 G2 R..
N28 G3 R.. I.. J..
N29 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 29 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour la définition du cercle sont connues.

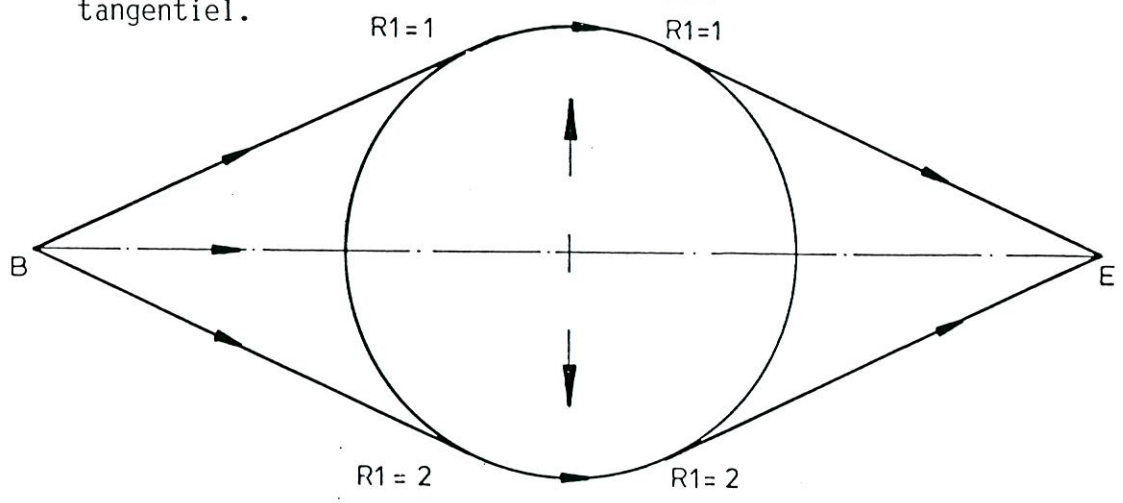
- Au sein du bloc 28 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

- Cercle de transition, voir paragraphe 14.2.2.

12. CALCUL DU POINT TANGENTIEL

12.1 Droite tangente

Lorsqu'une droite est tangente à un cercle, elle peut être tangente au cercle à gauche ou à droite en direction de mouvement.
Pour pouvoir déterminer le point tangentiel de gauche ou de droite il est nécessaire de tracer une ligne imaginaire entre le point de départ et le point du centre de cercle ou encore entre le point du centre de cercle et le point final de la droite.
On peut ainsi fixer la position à gauche ou à droite du point tangentiel.



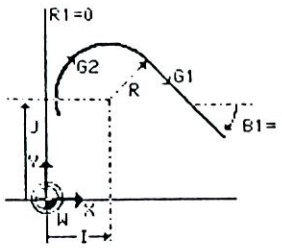
Le point tangentiel à gauche est défini par: R1=1.
Le point tangentiel à droite est défini par: R1=2.

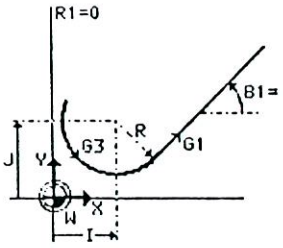
Remarque:

- Les définitions R1=1, R1=2 sont nécessaires pour pouvoir inverser la direction de mouvement au point tangentiel.

- Si la direction de mouvement est maintenue au point tangentiel en fonction de G2/G3, il est possible de programmer la fonction R1=0.

12.1.1 Point tangentiel cercle-droite





Exemple:

```
N31 ..
N32 G2 R.. I.. J.. R1=0 (R1=1)
N33 G1 B1=
N34 ..
```

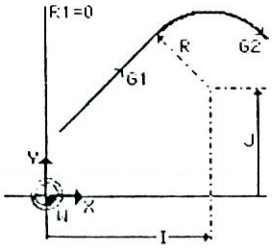
Exemple:

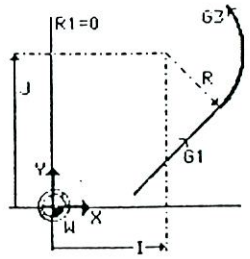
```
N31 ..
N32 G3 R.. I.. J.. R1=0 (R1=2)
N33 G1 B1=
N34 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 32 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.
- Au sein du bloc 33 on peut programmer B1= si un point d'intersection est calculé à l'extrémité de la droite.
  Si un point final ou un point tangentiel à l'extrémité de la droite est calculé, on peut omettre B1=.

12.1.2 Point tangentiel droite-cercle





Exemple:

```
N31 ..
N32 G1 R1=0 (R1=1)
N33 G2 R.. I.. J..
N34 ..
```

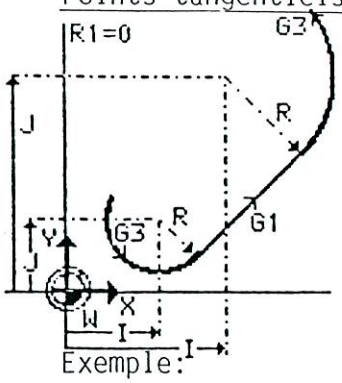
Exemple:

```
N31 ..
N32 G1 R1=0 (R1=2)
N33 G3 R.. I.. J..
N34 ..
```

Remarque:

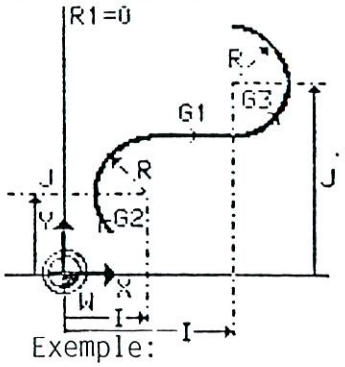
- Au sein du bloc 33 on peut omettre le rayon si aucun autre calcul géométrique n'est effectué et si le point final de cercle est programmé.

12.1.3 Points tangentiels d'une droite entre deux cercles



Exemple:

```
N31 ..
N32 G3 R.. I.. J.. R1=0 (R1=2)
N33 G1 R1=0 (R1=2)
N34 G3 R.. I.. J..
N35 ..
```



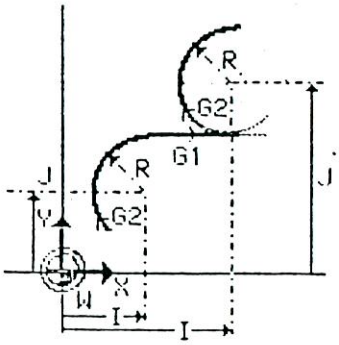
Exemple:

```
N31 ..
N32 G2 R.. I.. J.. R1=0 (R1=1)
N33 G1 R1=0 (R1=2)
N34 G3 R.. I.. J..
N35 ..
```

Remarque:

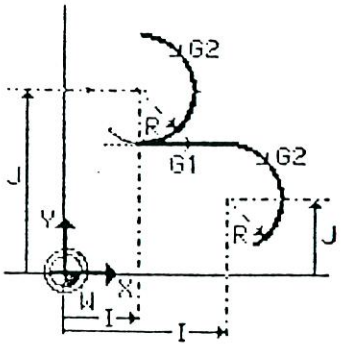
- Au sein du bloc 32 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.
- Au sein du bloc 34 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

12.1.4 Points tangentiels avec inversion de la direction de mouvement



Exemple:

```
N31 ..
N32 G2 R.. I.. J.. R1=0 (R1=1)
N33 G1 R1=2
N34 G2 R.. I.. J..
N35 ..
```



Exemple:

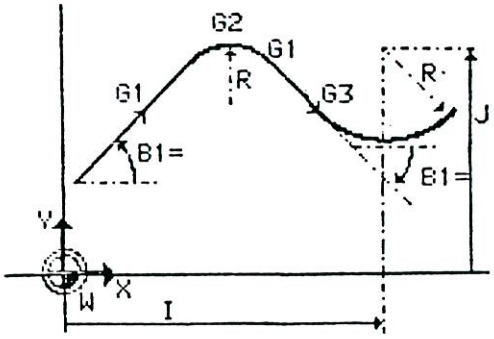
```
N31 ..
N32 G2 R.. I.. J.. R1=2
N33 G1 R1=0 (R1=1)
N34 G2 R.. I.. J..
N35 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 32 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

- Au sein du bloc 34 on peut omettre le rayon si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

12.1.5 Point tangentiel d'une droite avec point d'intersection au cercle

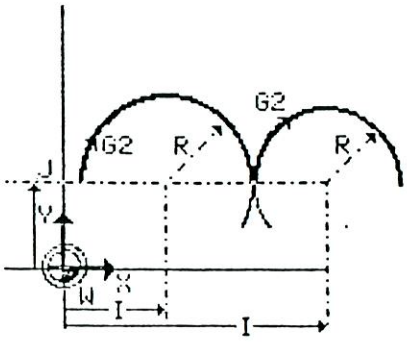


Exemple:

```
N31 ..
N32 G1 B1=..
N33 G2 R..
N34 G1 B1=.. R1=0 (R1=2)
N35 G3 X.. Y.. I.. J..
N36
```

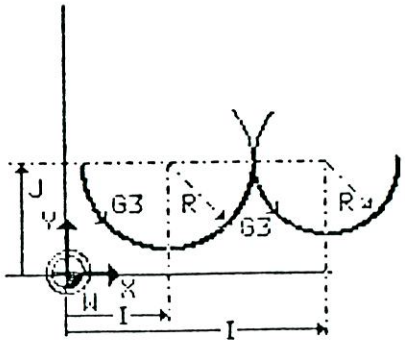
12.2 Cercles tangents

Lorsque deux cercles sont tangents la programmation se fait comme pour deux cercles qui se coupent (voir paragraphe 10). Dans ce cas, l'indication du point d'intersection J1= peut être supprimée car il y a seulement un point tangentiel.



Exemple:

```
N31 ..
N32 G2 R.. I.. J..
N33 R.. I.. J..
N34 ..
```



Exemple:

```
N31 ..
N32 G3 R.. I.. J..
N33 R.. I.. J..
N34 ..
```

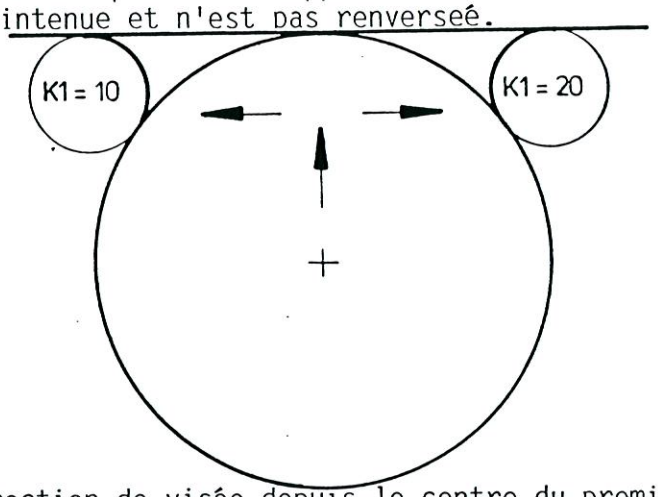
Remarque:

- Au sein du bloc 32 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

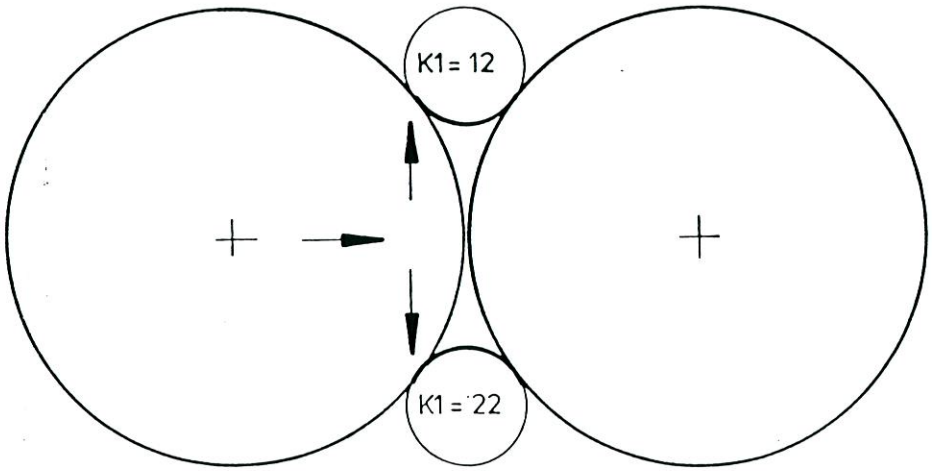
- Au sein du bloc 33 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit pas être effectué et si le point final de cercle est programmé.

13. CERCLES AU POINT TANGENTIEL

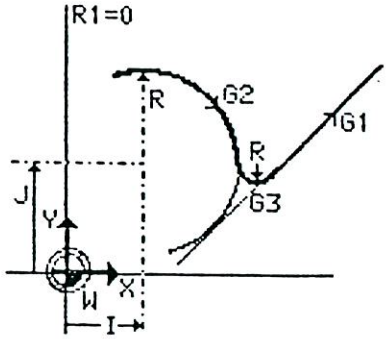
Lorsque les éléments géométriques droite-cercle ou cercle-cercle sont tangents, dans chaque cas deux cercles de liaison sont possibles aux points tangentiels. Pour pouvoir en faire une distinction, ils sont définis pour les éléments droite-cercle par K1=10 ou K1=20 et pour les éléments cercle-cercle par K1=12 ou K1=22.
Dans la direction de visée depuis le centre du cercle vers la droite le cercle de liaison situé à gauche est défini par K1=10 et le cercle de liaison situé à droite est défini par K1=20.
La définition K1= peut être supprimée si la direction de déplacement est maintenue et n'est pas renversée.



Dans la direction de visée depuis le centre du premier cercle vers le centre du deuxième cercle le cercle de liaison à gauche est défini par K1=12 et le cercle de liaison à droite est défini par K1=22.
On peut supprimer la définition K1= si la direction de déplacement est maintenue et n'est pas renversée.

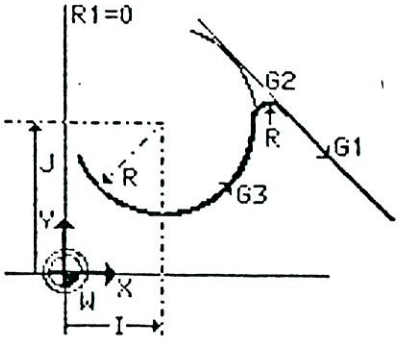


13.1 Cercle de liaison au point tangentiel cercle-droite



Exemple:

```
N35 ..
N36 G2 R.. I.. J..   R1=0 (R1=2)
N37 G3 R.. (K1=10)
N38 G1 B1=..
N39 ..
```



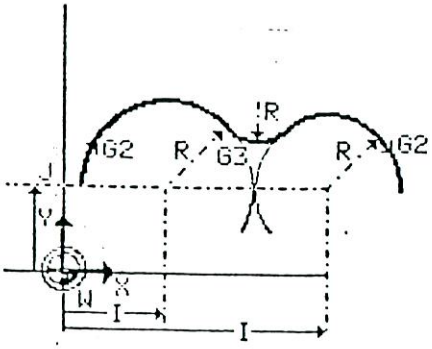
Exemple:

```
N35 ..
N36 G3 R.. I.. J..   R1=0 (R1=1)
N37 G2 R.. (K1=20)
N38 G1 B1=..
G39 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 36 le rayon peut être supprimé si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.
- Au sein du bloc 38 la fonction B1= peut être programmée si un point d'intersection est calculé à l'extrémité de la droite. La fonction B1= est supprimée si un point final ou un point tangentiel est atteint à l'extrémité de la droite.

13.2 Cercle de liaison au point tangentiel cercle-cercle



Exemple:

```
N35 ..
N36 G2 R.. I.. J..
N37 G3 R.. (K1=12)
N38 G2 R.. I.. J..
N39 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 36 le rayon peut être supprimé si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

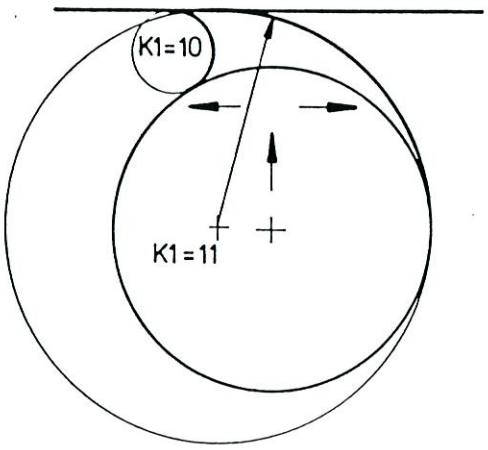
- Au sein du bloc 38 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique n'est effectué et si le point final de cercle est programmé.

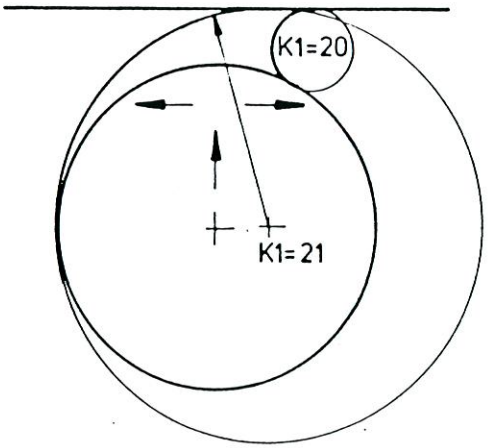
- Cercle de transition, voir paragraphe 14.2.2.

14. CERCLE DE TRANSITION POUR RELIER LES ELEMENTS

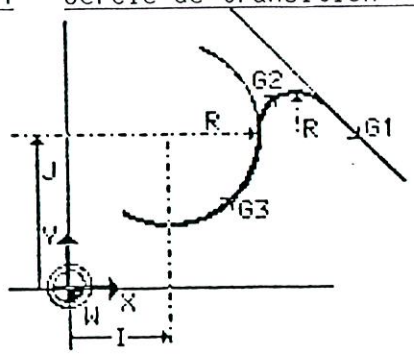
14.1 Cercle de transition droite-cercle

Lorsque les éléments géométriques sont situés l'un à côté de l'autre, quatre cercles de transition sont possibles !
Pour pouvoir en faire une distinction, ils sont définis par K1=10 ou K1=20 ou encore par K1=11 ou K1=21.
Dans la direction de visée depuis le centre de cercle vers la droite, le cercle de transition situé à gauche à l'extérieur du cercle est défini par K1=10 et celui situé à droite à l'extérieur du cercle est défini par K1=20.
Dans la même direction de visée, le cercle de transition situé à gauche à l'extérieur le long du cercle est défini par K1=11 et celui situé à droite à l'extérieur le long du cercle est défini par K1=21.
Le centre du cercle de transition est déterminant pour la définition de la position à gauche ou de la position à droite.
La définition K1= peut être supprimée si la direction de déplacement est maintenue et si elle n'est pas renversée.



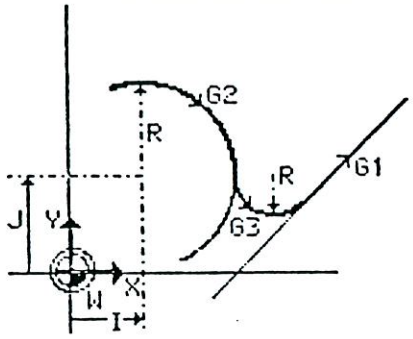


14.1.1 Cercle de transition au dehors contre un cercle - droite



Exemple:

```
N43 ..
N44 G3 R.. I.. J..
N45 G2 R.. (K1=20)
N46 G1 X.. Y.. B1=..
N47 ..
```



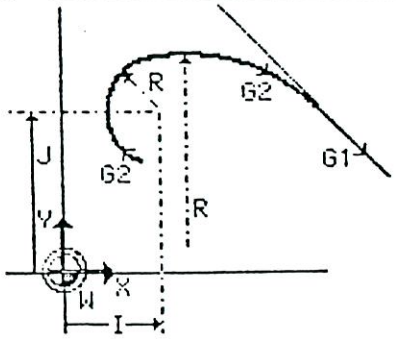
Exemple:

```
N43 ..
N44 G2 R.. I.. J..
N45 G3 R.. (K1=10)
N46 G1 X.. Y.. B1=..
N47 ..
```

Remarque:

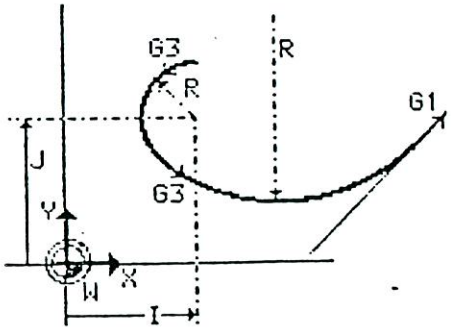
- Au sein du bloc 44 le rayon peut être supprimé si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

14.1.2 Cercle de transition au dehors le long d'un cercle - droite



Exemple:

```
N43 ..
N44 G2 R.. I.. J..
N45 R.. (K1=21)
N46 G1 X.. Y.. B1=..
N47 ..
```

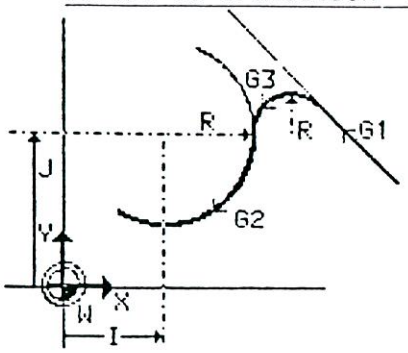



```
N43 ..
N44 G3 R.. I.. J..
N45 R.. (K1=11)
N46 G1 X.. Y.. B1=..
N47 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 44 le rayon peut être supprimé si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

14.1.3 Cercle de transition droite - au dehors contre un cercle



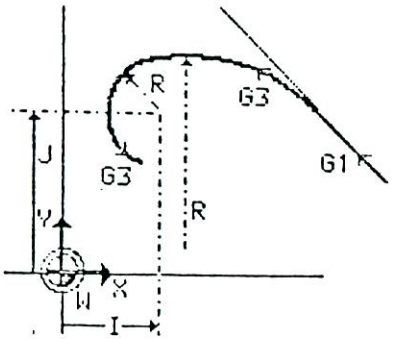
Exemple:

```
N43 ..
N44 G1 B1=..
N45 G3 R.. (K1=20)
N46 G2 R.. I.. J..
N47 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 46 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

14.1.4 Cercle de transition droite - au dehors le long d'un cercle



Exemple:

```
N43 ..
N44 G1 B1=..
N45 G3 R.. (K1=21)
N46 R.. I.. J..
N47 ..
```

Remarque:

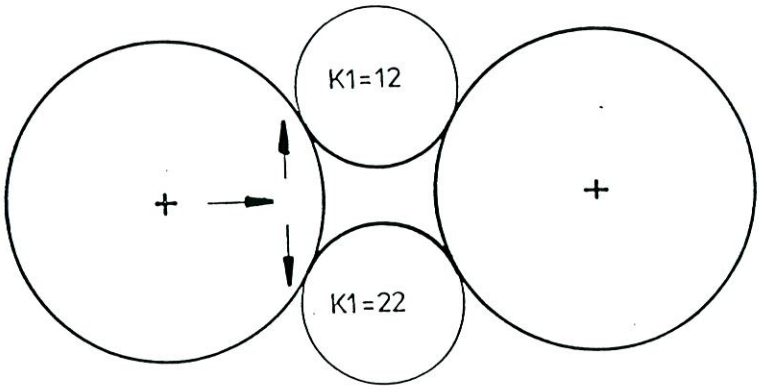
- Au sein du bloc 46 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

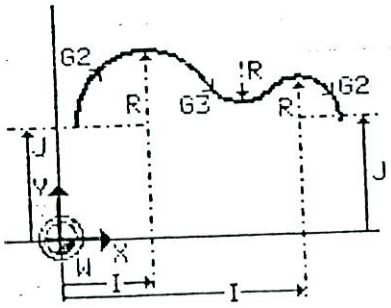
14.2 Cercle de transition cercle - cercle

Lorsque deux cercles sont situés l'un à côté de l'autre, huit cercles de transition sont possibles.
Pour pouvoir en faire une distinction ils sont définis par K1=12 ou K1=22, K1=13 ou K1=23, K1=14 ou K1=24, K1=15 ou K1=25.

14.2.1 Cercle de transition au dehors contre un cercle - au dehors contre un cercle

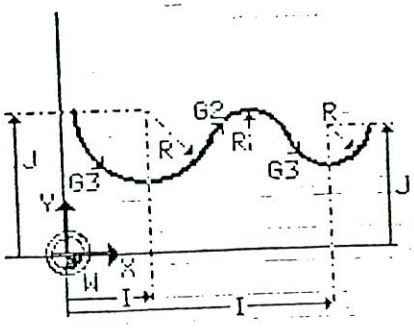
Dans la direction de visée depuis le centre du premier cercle vers le centre du deuxième cercle le cercle de transition situé à gauche est défini par K1=12 et celui situé à droite est défini par K1=22. La définition K1= peut être supprimée si la direction de déplacement est maintenue, n'est pas renversée ou si le côté doit être changé.





Exemple:

N47 ..
N48 G2 R.. I.. J..
N49 G3 R.. (K1=12)
N50 G2 R.. I.. J..
N51 ..



Exemple:

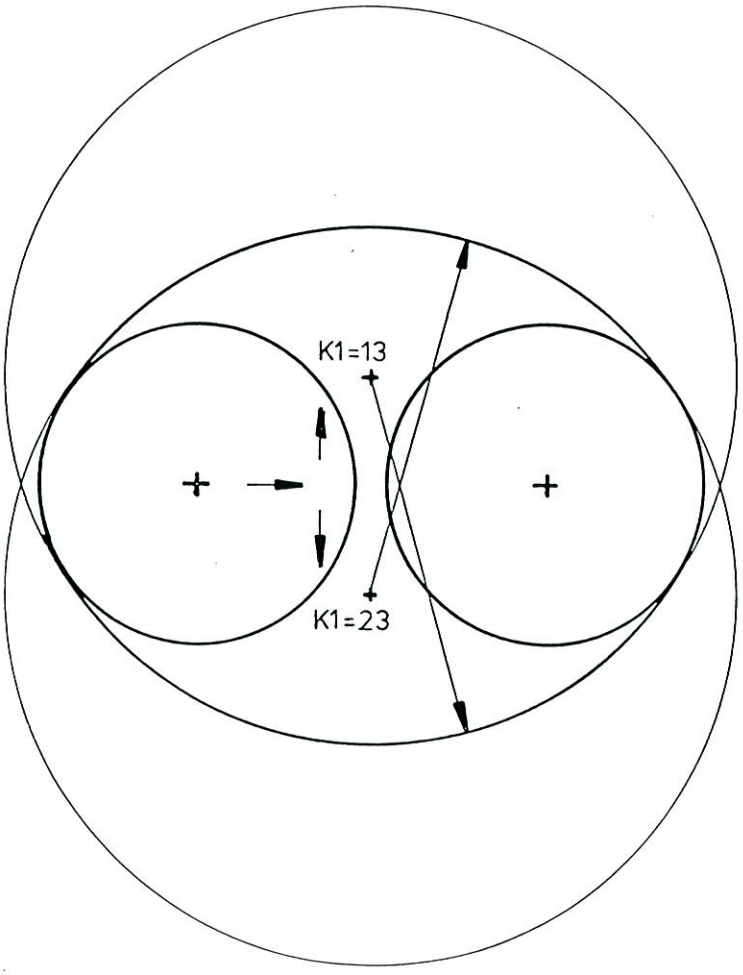
N47 ..
N48 G3 R.. I.. J..
N49 G2 R.. (K1=22)
N50 G3 R.. I.. J..
N51 ..

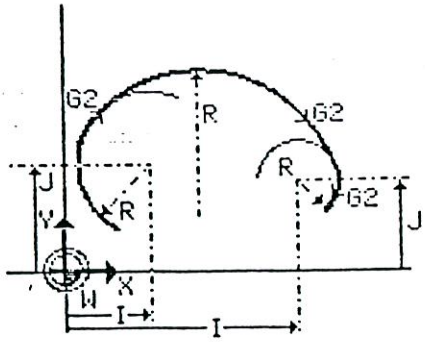
Remarque:

- Au sein du bloc 48 le rayon peut être supprimé si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.
- Au sein du bloc 50 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

14.2.2 Cercle de transition au dehors le long d'un cercle - au dehors le long d'un cercle

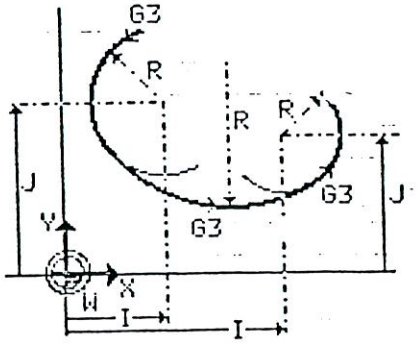
Dans la direction de visée depuis le centre du premier cercle vers le centre du deuxième cercle, le cercle de transition situé à gauche est défini par K1=13 et celui situé à droite est défini par K1=23.
Le centre du cercle de transition est déterminant pour la définition de la position à gauche ou de la position à droite.
La définition K1= peut être supprimée si elle est utilisée en relation avec G3 K1=13 ou en relation avec G2 K1=23 et si la direction de déplacement ne doit pas être renversée.





Exemple:

N53 ..
N54 G2 R.. I.. J..
N55 R.. (K1=23)
N56 R.. I.. J..
N57 ..



Exemple:

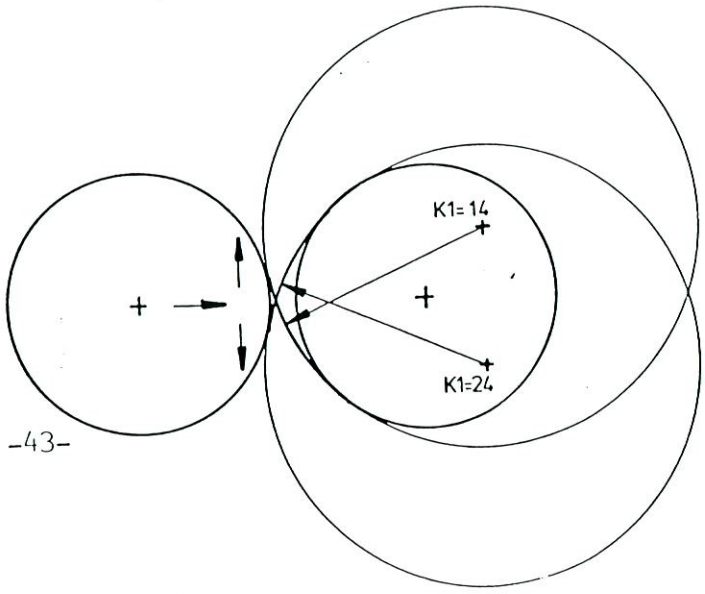
N53 ..
N54 G3 R.. I.. J..
N55 R.. (K1=13)
N56 R.. I.. J..
N57 ..

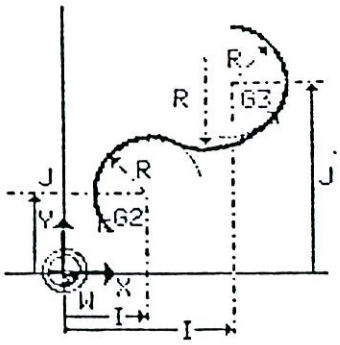
Remarque:

- Au sein du bloc 54 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.
- Au sein du bloc 56 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.
- Les cercles de transition K1=13 et K1=23 peuvent être utilisés également lorsqu'il s'agit de cercles qui se coupent ou qui sont tangents. Voir paragraphe 11.3 et paragraphe 13.2.

14.2.3 Cercle de transition au dehors contre un cercle - au dehors le long d'un cercle

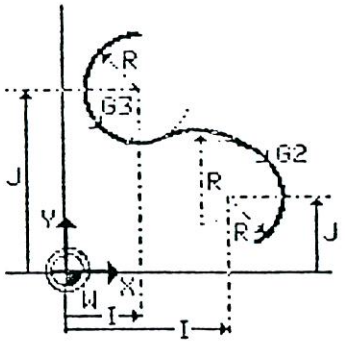
Dans la direction de visée depuis le centre du premier cercle vers le centre du deuxième cercle, le cercle de transition situé à gauche est défini par K1=14 et celui situé à droite est défini par K1=24.
Le centre du cercle de transition est déterminant pour la définition de la position à gauche ou de la position à droite.
La définition K1= peut être supprimée si elle est utilisée en relation avec G3 K1=14 ou en relation avec G2 K1=24 et si la direction de déplacement ne doit pas être renversée.





Exemple:

N59 ..
N60 G2 R.. I.. J..
N61 G3 R.. (K1=14)
N62 R.. I.. J..
N63 ..



Exemple:

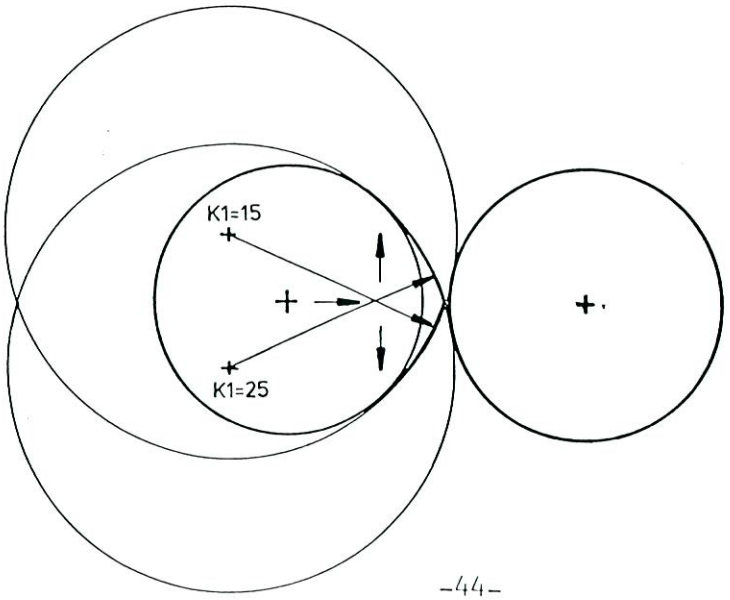
N59 ..
N60 G3 R.. I.. J..
N61 G2 R.. (K1=24)
N62 R.. I.. J..
N63 ..

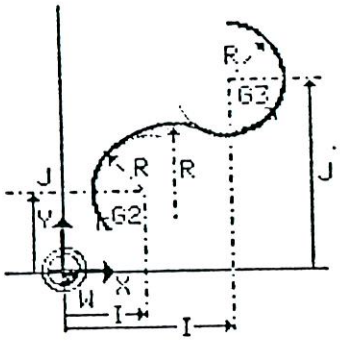
Remarque:

- Au sein du bloc 60 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.
- Au sein du bloc 62 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

14.2.4 Cercle de transition au dehors le long d'un cercle - au dehors contre un cercle

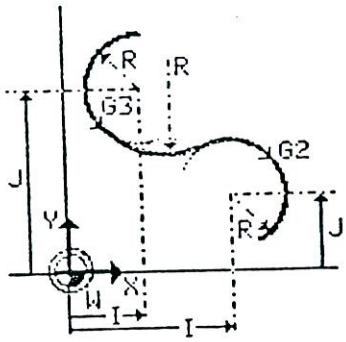
Dans la direction de visée depuis le centre du premier cercle vers le centre du deuxième cercle, le cercle de transition situé à gauche est défini par K1=15 et celui situé à droite est défini par K1=25.
Le centre du cercle de transition est déterminant pour la définition de la position à gauche ou de la position à droite.
La définition K1= peut être supprimée si elle est utilisé en relation avec G3 K1=15 ou en relation avec G2 K1=25 et si le sens de déplacement ne doit pas être renversé.





Exemple:

N65 ..
N66 G2 R.. I.. J..
N67 R.. (K1=25)
N68 G3 R.. I.. J..
N69 ..



Exemple:

N65 ..
N66 G3 R.. I.. J..
N67 R.. (K1=15)
N68 G2 R.. I.. J..
N69 ..

Remarque:

- Au sein du bloc 66 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

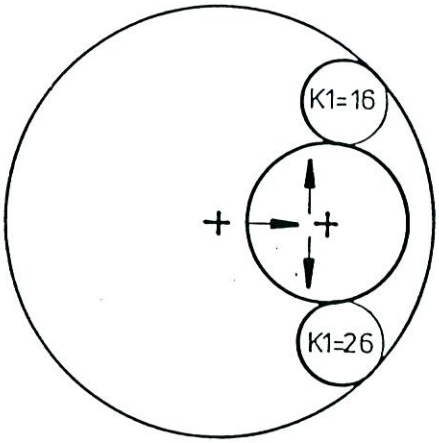
- Au sein du bloc 69 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

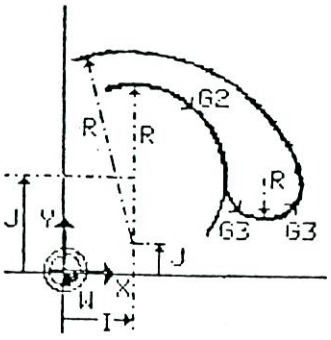
14.3 Cercle de transition - cercle intérieur non concentrique

Si dans le cas de deux cercles, l'un des cercles intérieurs n'est pas situé concentriquement à l'intérieur du deuxième cercle, quatre cercles de transition sont possibles.
Pour en faire une distinction, ils sont définis par K1=16 ou K1=26, K1=17 ou K1027.

14.3.1 Cercle de transition au dedans contre un cercle - au dehors contre un cercle

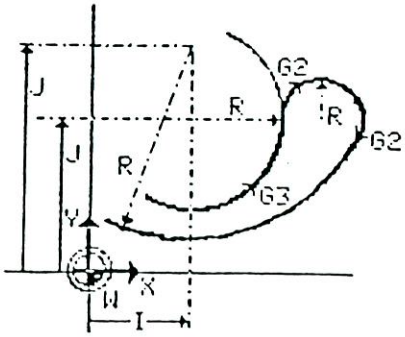
Dans la direction de visée depuis le centre du premier cercle vers le centre du deuxième cercle, le cercle de transition situé à gauche est défini par K1=16 et celui situé à droite est défini par K1=26.
Le centre du cercle de transition est déterminant pour la définition de la position à gauche ou de la position à droite.
La définition K1= peut être supprimée si elle est utilisé en relation avec G3 K1=16 ou en relation avec G2 K1=26 et si le sens de déplacement ne doit pas être renversée.





Exemple:

N71 ..
N72 G2 R.. I.. J..
N73 G3 R.. (K1=16)
N74 R.. I.. J..
N75 ..



Exemple:

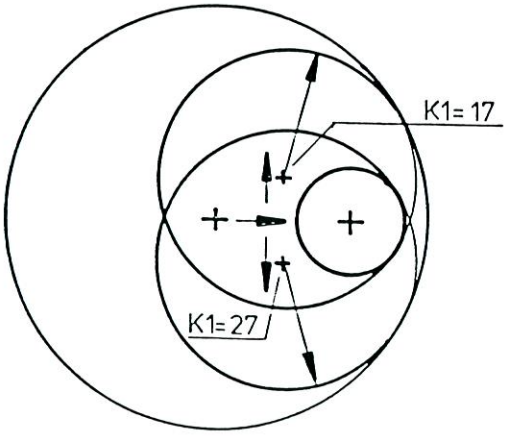
N71 ..
N72 G3 R.. I.. J..
N73 G2 R.. (K1=26)
N74 R.. I.. J..
N75 ..

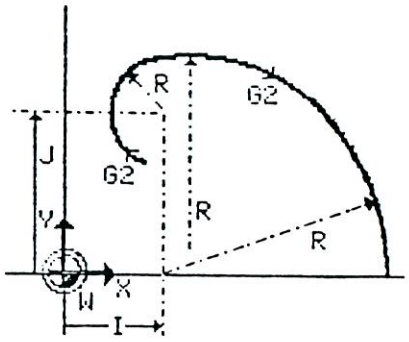
Remarque:

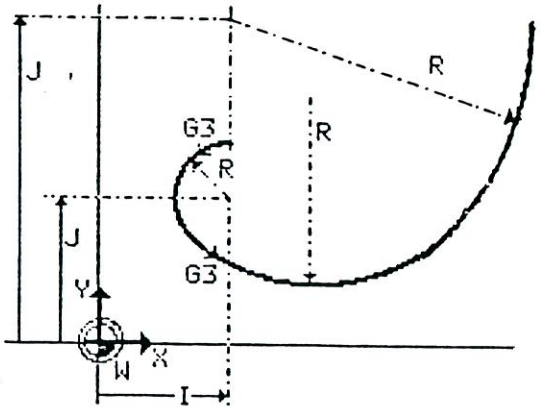
- Au sein du bloc 72 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.
- Au sein du bloc 74 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.
- Les cercles de transition K1=16 et K1=26 peuvent être utilisés également si le cercle intérieur est tangent au cercle extérieur.

14.3.2 Cercle de transition au dedans contre un cercle - au dehors le long d'une cercle

Dans la direction de visée depuis le centre du premier cercle vers le centre du deuxième cercle, le cercle de transition situé à gauche est défini par K1=17 et celui situé à droite est défini par K1=27.
Le centre du cercle de transition est déterminant pour la définition de la position à gauche ou de la position à droite.
La définition K1= peut être supprimée si elle est utilisé en relation avec G3 K1=17 ou en relation avec G2 K1=27 et si le sens de déplacement ne doit pas être renversé.







Exemple:

```
N77 ..
N78 G2 R.. I.. J..
N79 R.. K1=17
N80 R.. I.. J..
N81 ..
```

Exemple:

```
N77 ..
N78 G3 R.. I.. J..
N79 R.. K1=27
N80 R.. I.. J..
N81 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 78 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

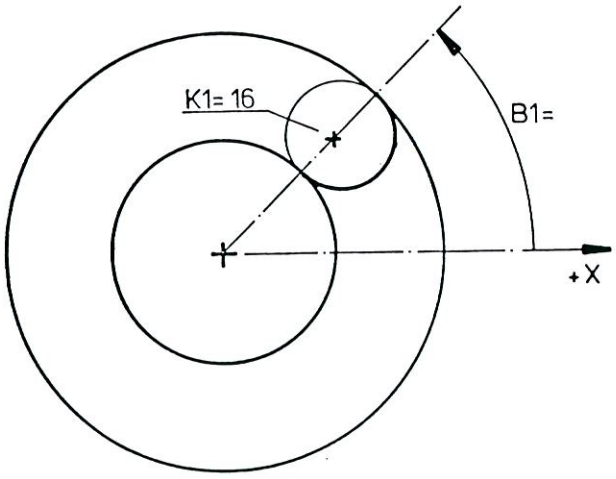
- Au sein du bloc 80 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

14.4 Cercle de transition - cercle intérieur concentrique

Si dans le cas de deux cercles intérieur situé concentriquement à l'intérieur du deuxième cercle, deux cercles de transition sont possibles.
Pour en faire une distinction, ils sont définis par K1=16 ou K1=17.

14.4.1 Cercle de transition au dedans contre un cercle - au dehors contre un cercle

Le premier cercle et le deuxième cercle ont un centre de cercle commun.
Le cercle de transition est défini par K1=16. Le centre du cercle de transition est déterminé par l'indication de l'angle B1=.



Exemples:

Sens de déplacement: cercle extérieur - cercle de transition - cercle intérieur sans renversement de direction.

```
N83 ..
N84 G2 R.. I.. J..
N85 R.. B1=.. K1=16
N86 G3 R.. I.. J..
N87 ..
```

```
N83 ..
N84 G3 R.. I.. J..
N85 R.. B1=.. K1=16
N86 G2 R.. I.. J..
N87 ..
```

Sens de déplacement: cercle intérieur - cercle de transition - cercle extérieur sans renversement de direction.

```
N83 ..
N84 G2 R.. I.. J..
N85 G2 R.. B1=.. K1=16
N86 R.. I.. J..
N87 ..
```

```
N83 ..
N84 G3 R.. I.. J..
N85 G2 R.. B1=.. K1=16
N86 R.. I.. J..
N87 ..
```

Remarque:

- Au sein du bloc 84 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

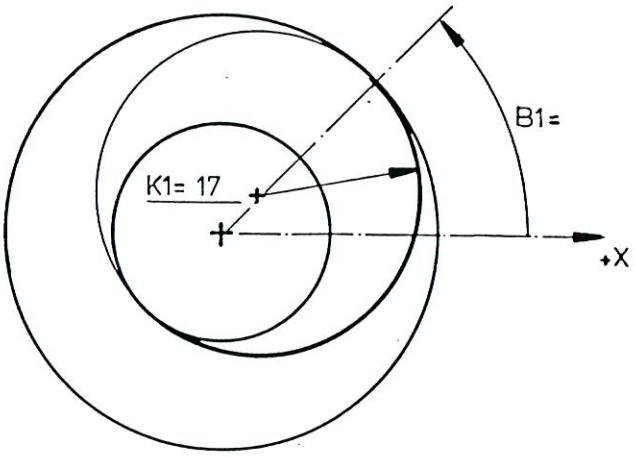
- Au sein du bloc 86 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

14.4.2 Cercle de transition au dedans contre un cercle - au dehors le long d'un cercle

Le premier cercle et le deuxième cercle ont un centre commun.

Le cercle de transition est défini par K1=17.

Le centre du cercle de transition est défini par l'indication de l'angle B1=.



Exemples:

Sens de déplacement: cercle extérieur - cercle de transition - cercle intérieur ou cercle intérieur - cercle de transition - dans chaque cas sans renversement de direction.

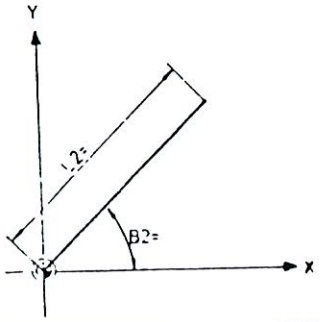
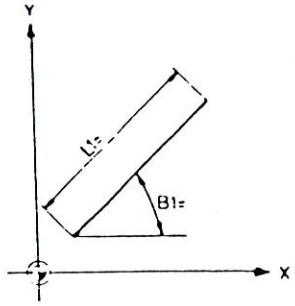
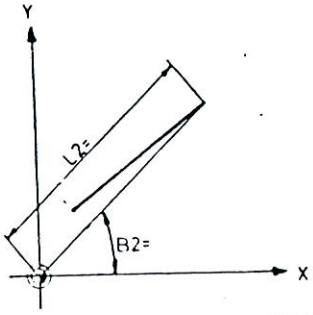
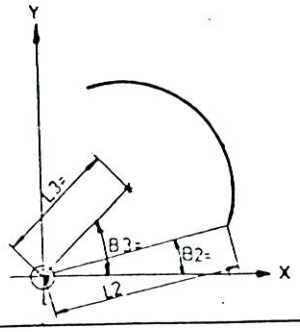
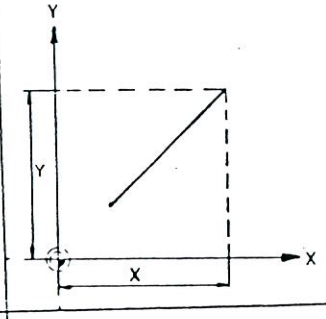
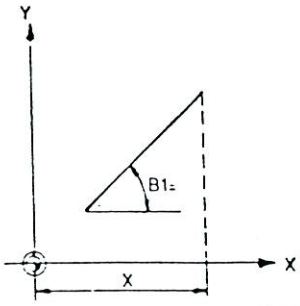
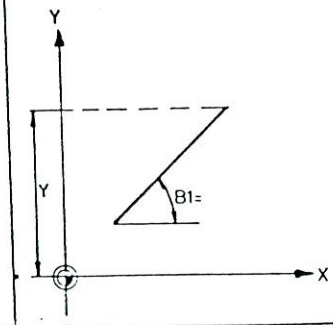
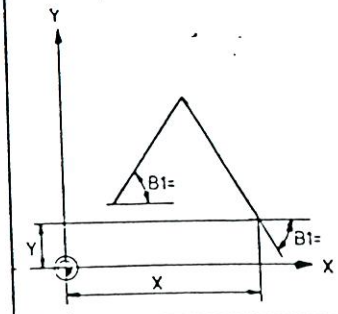
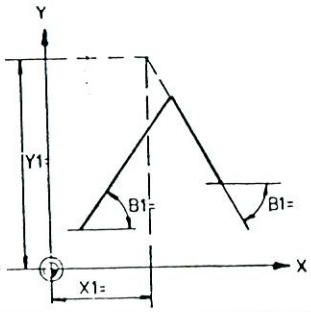
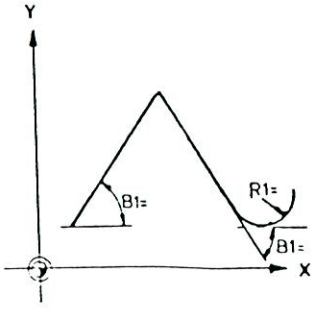
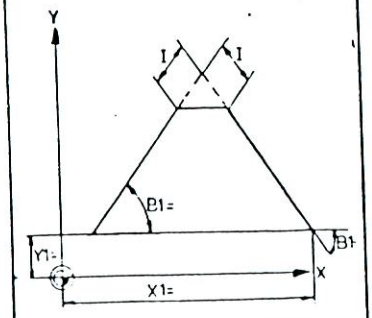
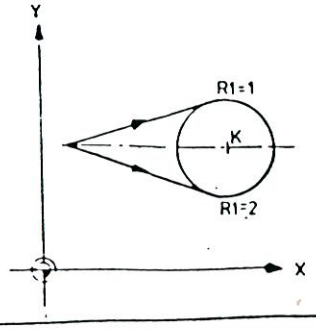
```
N87 ..
N88 G2 R.. I.. J..
N89 R.. B1=.. K1=17
N90 R.. I.. J..
N91 ..
```

```
N87 ..
N88 G3 R.. I.. J..
N89 R.. B1=.. K1=17
N90 R.. I.. J..
N91 ..
```

Remarque:

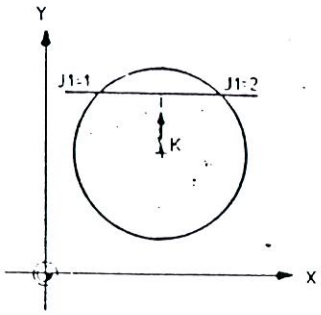
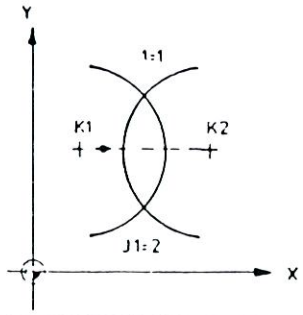
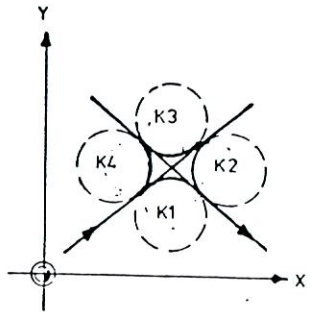
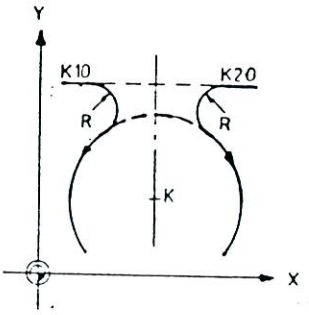
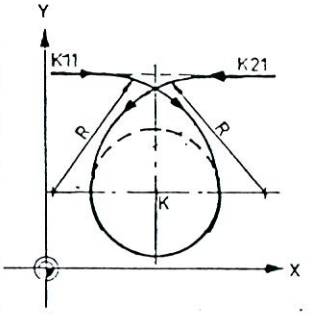
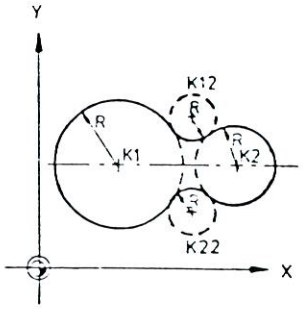
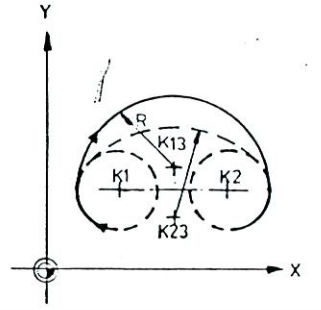
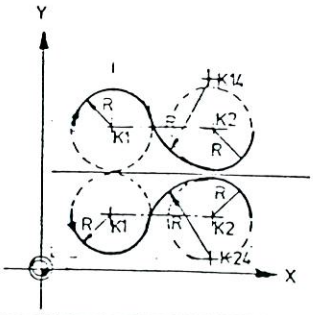
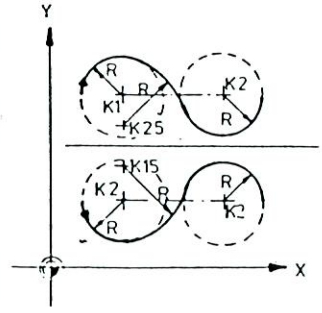
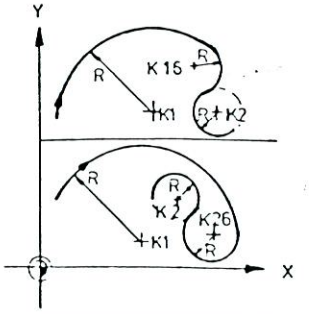
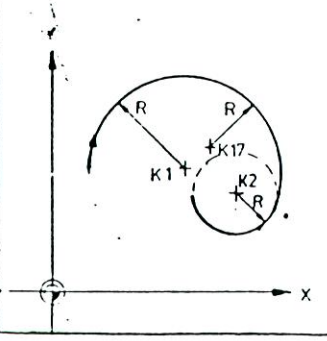
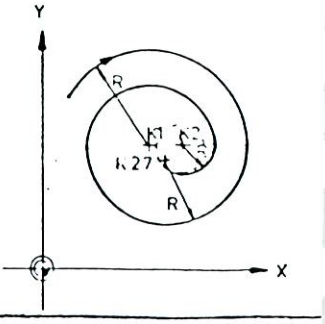
- Au sein du bloc 88 on peut omettre le rayon si les coordonnées du point de départ pour le cercle sont connues.

- Au sein du bloc 90 le rayon est supprimé si aucun autre calcul géométrique ne doit être effectué et si le point final de cercle est programmé.

Programmation	Exemple	Programmation	Exemple
COORDONNEES POLAIRES ABSOLUES G1 B2= L2= G78 B2= L2= P G79 B2= L2= G77 B2= L2=		COORDONNEES POLAIRES INCREMENTIELLES G1 B1= L1= G79 B1= L1= G77 B1= L1=	
COORDONNEES POLAIRES ABSOLUES G1 B2= L2= G78 B2= L2= P G79 B2= L2=		CENTRE DE CERCLE G2 B1= L1= L3= B3= G2 B2= L2= L3= B3= G2 P B3= L3=	
BOUT EN X Y G1 X Y		BOUT EN X ET ANGLE G1 X B1=	
BOUT EN Y ET ANGLE G1 Y B1=		BOUT EN X Y ET ANGLE G1 B1= G1 B1= X Y	
INDICATION DANGLE ET UN POINT QUELCONQUE SUR LA DROITE G1 B1= G1 B1= X1= Y1=		DROITE DE TANGECE AU CERCLE G1 B1= G1 B1= R1= G3 I J R	
BOUT AVEC INDICATION D'ANGLE ET CHAMFREIN G1 B1= G1 I G1 B1= X Y		DROIT DE TANGENCE R1 = 1 à gauche de la droite à K R1 = 2 à droite de la ligne droite à K	

EXEMPLE ILLUSTRES

MAHO CNC 432

Programmation	Exemple	Programmation	Exemple
POINT D'INTERSECTION DROITE - CERCLE J1=1 point d'intersection gauche J1=2 point d'intersection droit		POINT D'INTERSECTION CERCLE - DROITE J1=1 point d'intersection gauche J1=2 point d'intersection droit G2 I J R J1=1 G2 I J	
CERCLES DE JONCTION K1 K2 à droite de la ligne droite K3 K4 à gauche de la droite G1 B1= G2 K1=1 R G1 B1= X Y		DROITE NE COUPE PAS CERCLE K10 à gauche du centre K K30 à droite du centre K G1 B1= G2 K1=10 R (K1=20) G3 I J R	
DROITE NE COUPE PAS CERCLE K11 à gauche du centre K K21 à droite du centre K G1 B1= G2 K1=11 R (K1=21) G2 I J R		CERCLE NE COUPE PAS CERCLE K12 à gauche du centre vu de K1 vers K2 K22 à droite du centre G2 I J R G3 K1=12 (K1=22) G2 I J R	
CERCLE APRES CERCLE A L' INTERIEUR K13 à gauche du centre vue de K1 vers K2 K23 à droite du centre G2 I J R G2 K1=13 R (K1=23) G2 I J R		CERCLE APRES CERCLE A L' INTERIEUR K14 à gauche du centre vu de K1 vers K2 K24 à droite du centre G2 I J R G3 K1=14 R (K1=24) G3 I J R	
CERCLE APRES CERCLE K15 à gauche du centre vu de K1 vers K2 K25 à droite du centre G2 I J R G2 K1=15 R (K1=25) G3 I J R		CERCLE EN CERCLE K16 à gauche du centre vu de K1 vers K2 K26 à droite du centre G2 I J R G2 K1=16 (K1=26) G3 I J R	
CERCLE EN CERCLE K17 à gauche du centre vu de K1 vers K2 G2 I J R G2 K1=17 G2 I J R		CERCLE EN CERCLE K27 à droite au centre vu de K1 vers K2 G2 I J R G2 K1=27 R G2 I J R