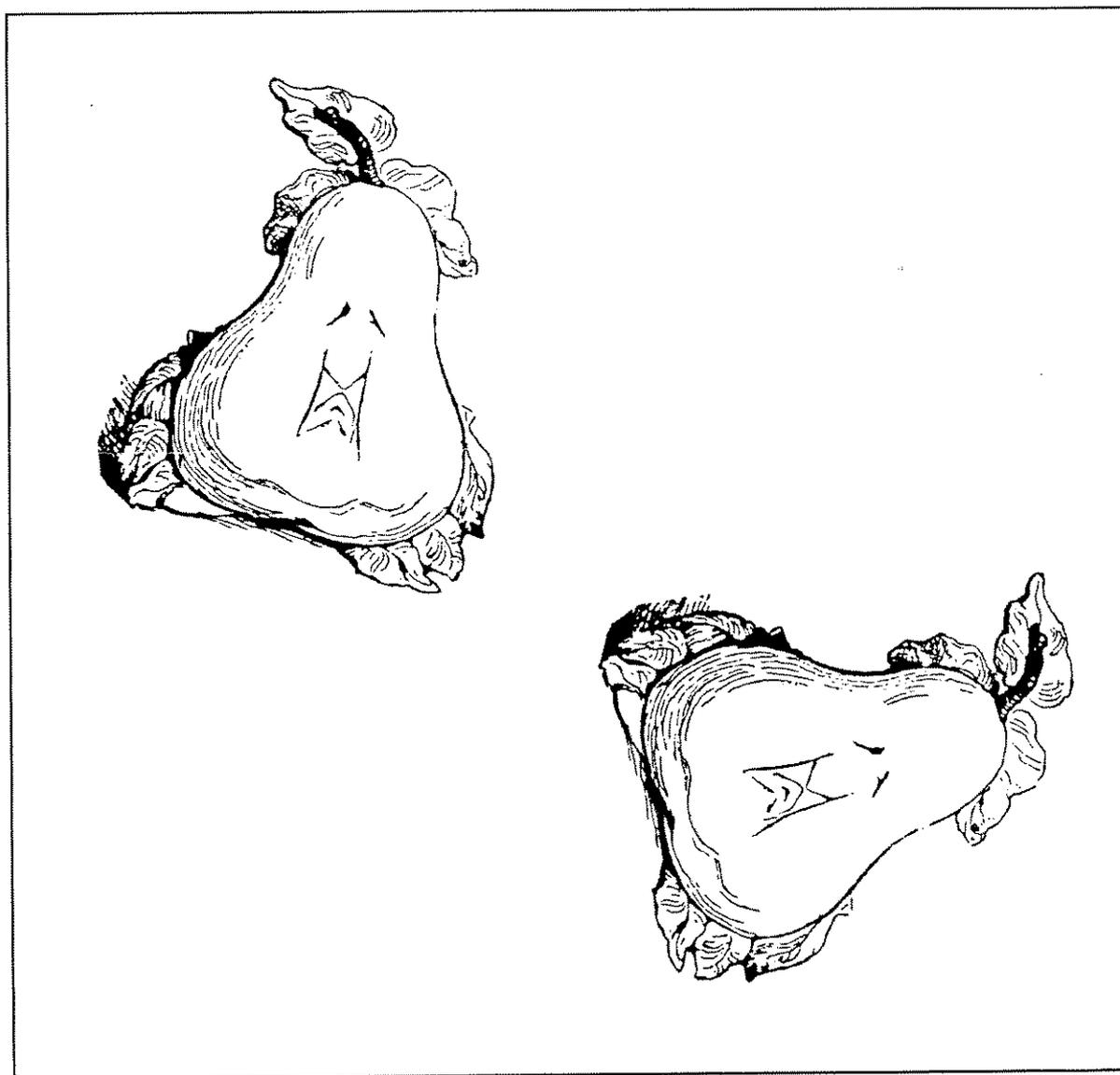


PROGRESSIVITE D'APPRENTISSAGE
D'UNE NOTION
DE L'ECOLE AU LYCEE:

LES TRANSFORMATIONS



Fascicule 4: Rotation

IREM PARIS-NORD

UNIVERSITE PARIS 13 - IREM
PROGRESSIVITE D'APPRENTISSAGE
D'UNE NOTION DE L'ECOLE AU LYCÉE :

LES TRANSFORMATIONS

Fascicule 4 - *Rotation*
115 pages dactylographiées, A4

3ème édition

ISBN 2 86240 103 1

SOMMAIRE

AVANT - PROPOS

CHAPITRE 11

FIGURES DEDUITES PAR ROTATION 1

CHAPITRE 12

ANGLE DE ROTATION 25

CHAPITRE 13

SENS DE ROTATION 43

CHAPITRE 14

PROPRIETES ANGULAIRES 57

CHAPITRE 15

CENTRE DE ROTATION 75

CHAPITRE 16

OUTIL INFORMATIQUE 99

ANNEXE : Macro-Construction *Rotation* 114

Groupe Élémentaire - Collège

Collège Boileau à Chennevières

Bernard DA COSTA

Nicole PANNETIER

Collège Elsa Triolet à Saint-Denis

Jacques ENGELHARDT

Jean-François JAMART

Université Paris Nord à Villetaneuse

Michel BOURBION

UNIVERSITE PARIS NORD
Institut Galilée - IREM
Avenue Jean-Baptiste Clément
93430 VILLETANEUSE

 49 40 36 40

Télécopie: 49 40 36 36

AVANT-PROPOS

Cette brochure constitue le quatrième fascicule d'une série de publications (*) portant sur l'enseignement des transformations de l'Ecole au Lycée (classe de seconde). Elle se présente sous forme de fiches qui sont, pour la plupart, des supports d'activités de dessin et de recherche.

Ces fiches sont destinées à être photocopiées par l'enseignant pour les élèves. Elles ont pour ambition de proposer un travail individuel, voire même individualisé. A cette fin, les consignes liées à l'activité ne figurent pas sur la fiche; l'enseignant peut ainsi introduire l'activité au niveau de chaque élève: niveau culturel et mathématique mais aussi niveau linguistique avec le vocabulaire qui lui paraît le mieux adapté. Les élèves peuvent aussi travailler sur des fiches différentes.

Ces activités ne prétendent pas couvrir l'ensemble des programmes de géométrie de l'Ecole et du Collège. En revanche nous les espérons suffisamment riches pour qu'elles débouchent sur d'autres préoccupations (même mathématiques ...).

Toutes les activités proposées ne sont pas nécessaires, d'autres sont peut-être utiles. Chacune ne doit pas être prise comme un "exercice abouti" mais plutôt comme une situation ouverte dans laquelle on peut placer un enfant.

Les rubriques "entre nous" qui accompagnent les fiches contiennent des commentaires, suggèrent des prolongements possibles, apportent des indications et reflètent parfois nos interrogations.

Toutes ces fiches résultent d'activités qui ont été proposées à des élèves d'Ecole Elémentaire et/ou de Collège. A partir des difficultés rencontrées, des remarques faites ici ou là, certaines ont du être modifiées, d'autres supprimées.

Les auteurs.

(*) Fascicules parus: (1) Pour commencer, (2) Symétrie orthogonale,
(3) Translation
à paraître : (5) Problèmes

LES TRANSFORMATIONS DE L'ELEMENTAIRE A LA SECONDE

Jusqu'en troisième, l'activité géométrique, à travers les transformations, est essentiellement tournée vers des réalisations de dessins, des constructions de figures, l'usage des instruments de mesure et de dessin.

Symétrie orthogonale, symétrie centrale, translation et rotation ne deviendront des outils effectifs de démonstration qu'à partir de la classe de Seconde.

En Collège, à fortiori à l'Ecole élémentaire, les transformations n'ont à *aucun moment, à être présentées comme applications du plan dans lui-même* (Instructions Officielles).

Les transformations y apparaissent finalement sous la forme :

- de leur action sur une figure,
- de la présence d'un axe de symétrie, d'un centre de symétrie ou d'invariants (selon la transformation considérée).

L'accent est donc mis sur la perception globale de la figure et de sa transformée. Ultérieurement, une observation plus fine (à la loupe) fera apparaître l'aspect ponctuel (correspondance de points privilégiés). Par un juste retour des choses, la construction des transformés de quelques points privilégiés, suffira à tracer la figure transformée dans sa globalité.

Cette approche globale des figures ne devrait cependant pas interdire l'introduction de transformations dites déformantes telles que symétrie oblique, projection, affinité,... et qui ne peuvent être présentées que comme applications ponctuelles du plan dans lui-même.

Ne serait-ce que pour justifier l'emploi du mot *transformation*, la présentation des transformations déformantes nous paraît nécessaire car, tout à fait entre nous, il faut bien reconnaître que les transformations de l'Ecole au Lycée, n'ont pas un grand pouvoir transformant.

CHAPITRE 11

FIGURES DEDUITES PAR ROTATION

En nous plaçant dans l'esprit des nouveaux programmes de mathématiques des Ecoles et Collèges, nous allons privilégier l'aspect global de la rotation plane au détriment de la perception mathématique : "*transformation ponctuelle du plan dans lui-même*".

Les activités proposées dans ce chapitre ont pour objectif de mettre en évidence les spécificités de la rotation :

- en traçant une figure déduite par rotation du papier calque nous nous plaçons d'emblée dans le domaine des figures superposables,
- lorsque le papier calque est utilisé pour vérifier la superposabilité des figures, il n'est pas nécessaire de retourner la feuille contrairement à ce qui est fait pour la symétrie orthogonale,
- l'idée de pivotement est associée au transfert physique d'une figure.

A partir de ce déplacement caractérisé par un sens de rotation et une amplitude, une porte est ouverte sur la notion d'angle orienté.

- . Sur papier calque
- . Simple coup d'œil
- . Et pourtant elles tournent ...
- . Tournicotons
- . *Récréation*

IMAGE D'UNE FIGURE PAR ROTATION

SUR PAPIER CALQUE

Outils

Règle et compas (sans obligation)
Feuilles de papier calque
Une aiguille ou la pointe sèche du compas

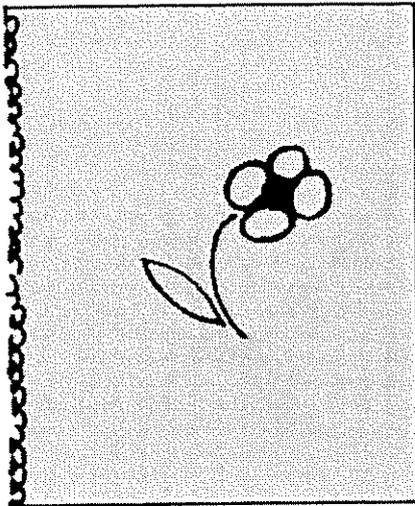
Consigne

Pour chacune des figures proposées, en utilisant la méthode présentée sur la page ci-contre, compléter la figure obtenue par rotation.

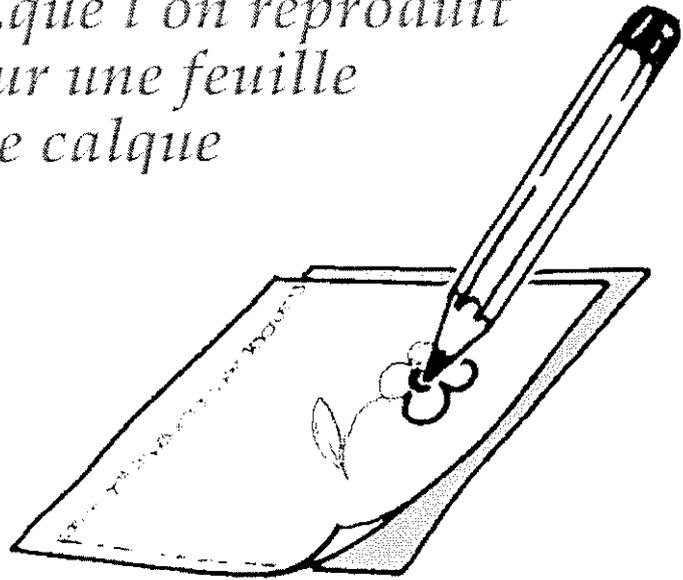
Entre nous

Le document ci-contre pourra être accompagné d'explications orales voire d'une réalisation concrète (à l'aide d'un rétroprojecteur par exemple...)

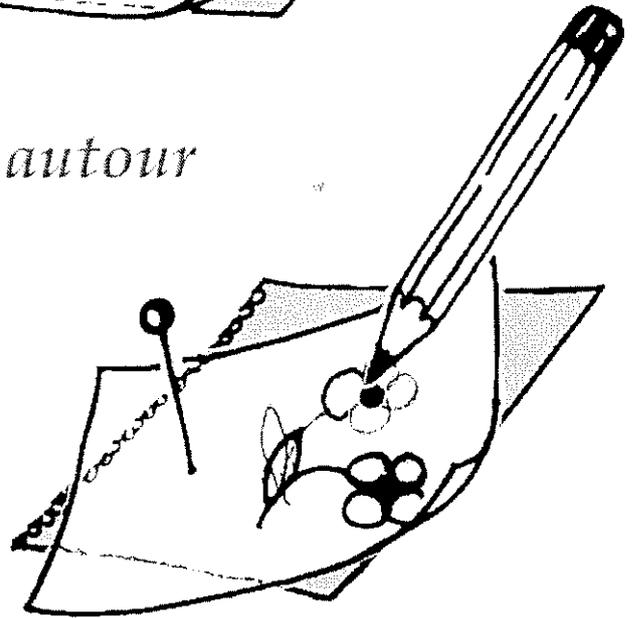
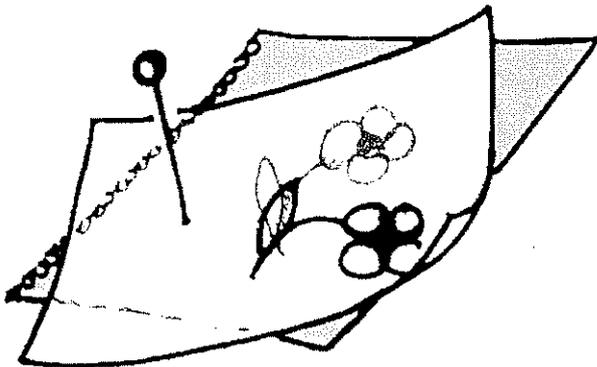
Un motif ...



...que l'on reproduit sur une feuille de calque

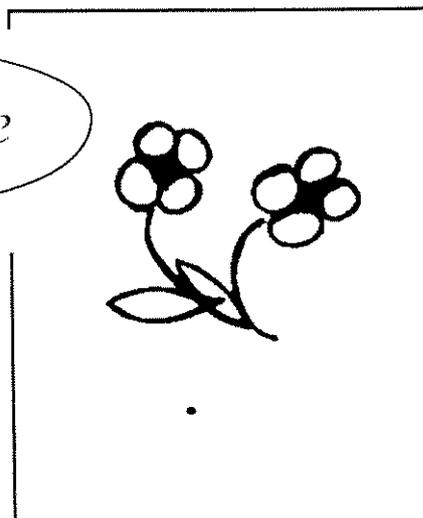


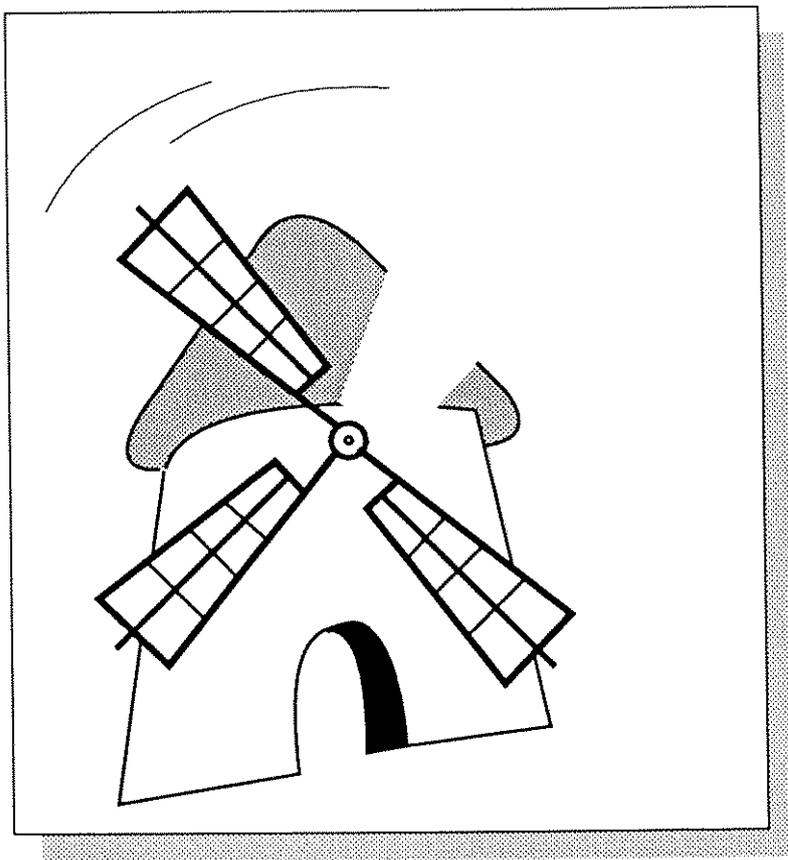
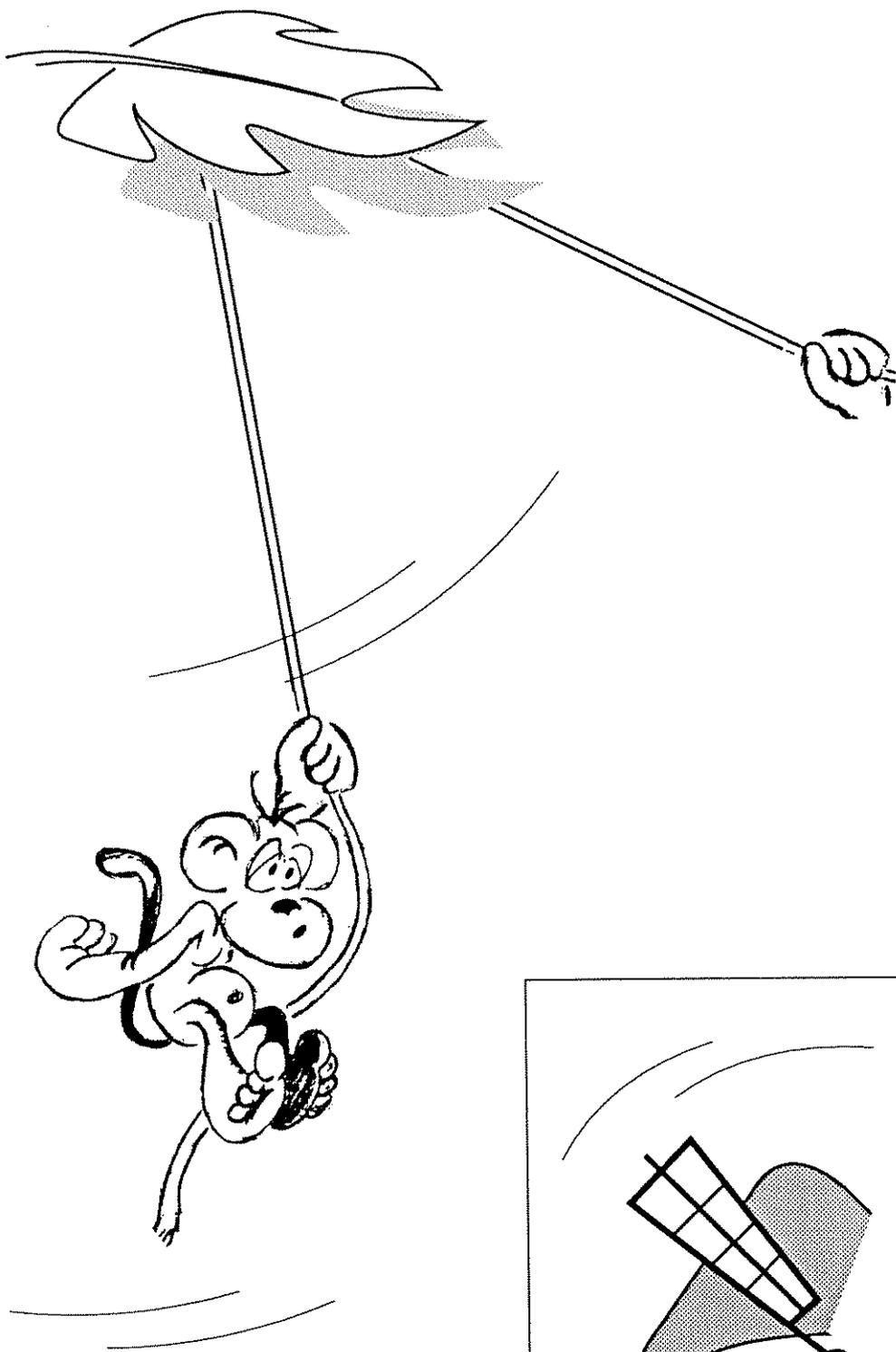
On fait tourner le calque autour d'un point ...



... et on redessine le motif

Sur la feuille de calque on obtient ça ...





SIMPLE COUP D'ŒIL

Outils

Règle
Papier calque
Une aiguille ou la pointe sèche du compas

Consigne

Pour chacune des figures proposées :

- reproduire la figure sur papier calque,
- faire tourner la feuille de calque autour du point marqué d'une croix, de manière à ce que l'œil (ou le bec) de l'animal coïncide avec l'image proposée,
- observer soigneusement, puis compléter sur la feuille d'activité le dessin ébauché,
- colorier la figure obtenue,
- vérifier à l'aide du calque qu'en tournant autour du point marqué la figure coloriée est bien déduite de la figure initiale.

Entre nous

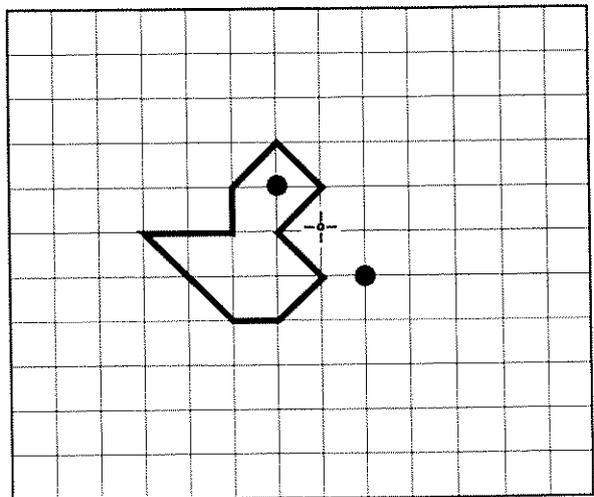
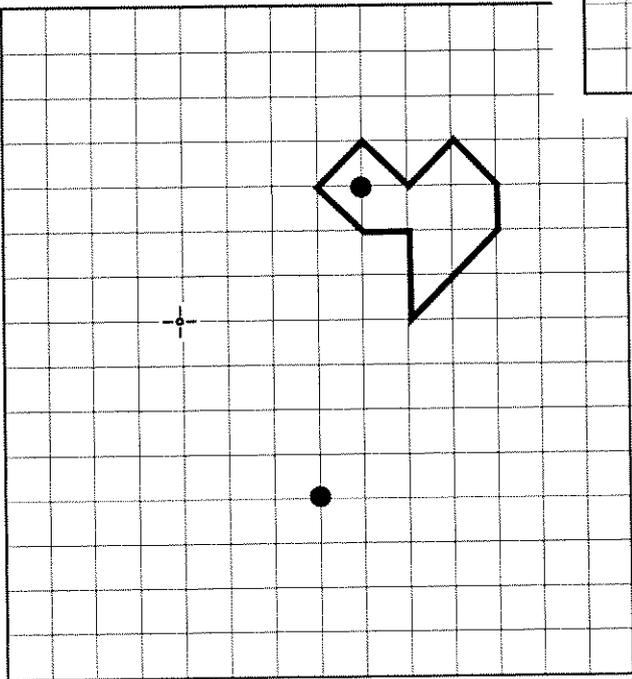
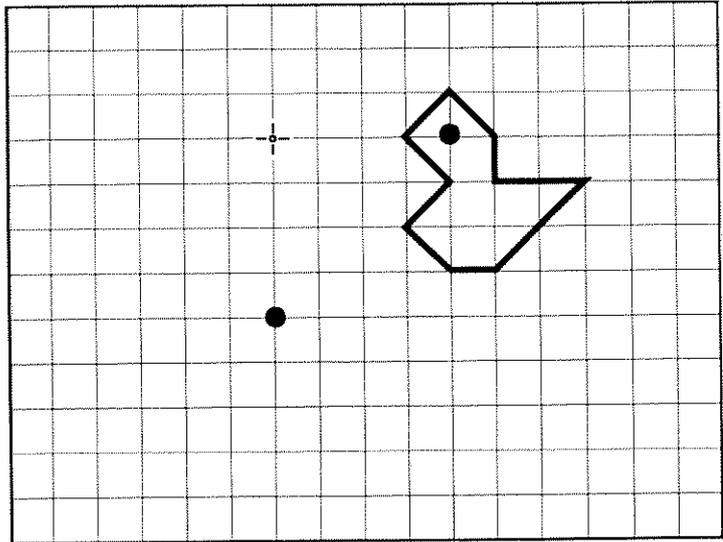
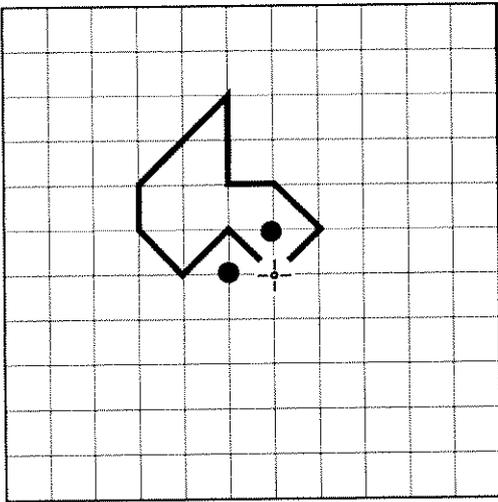
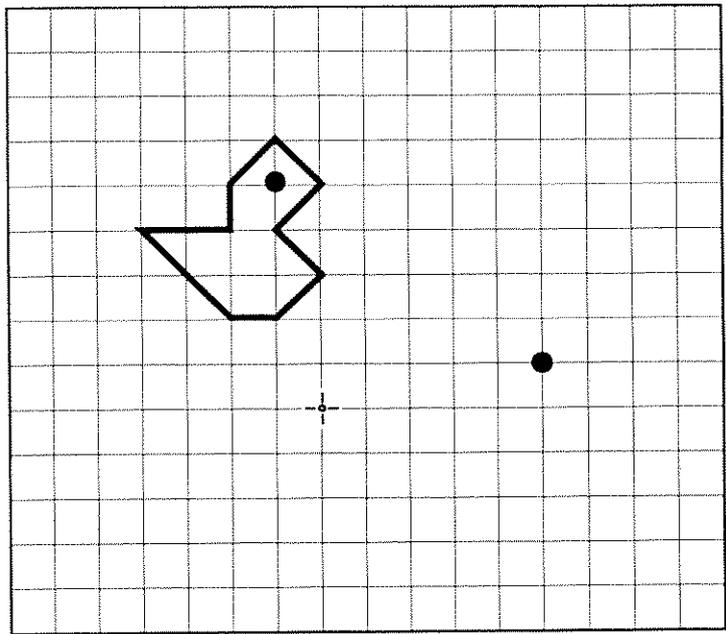
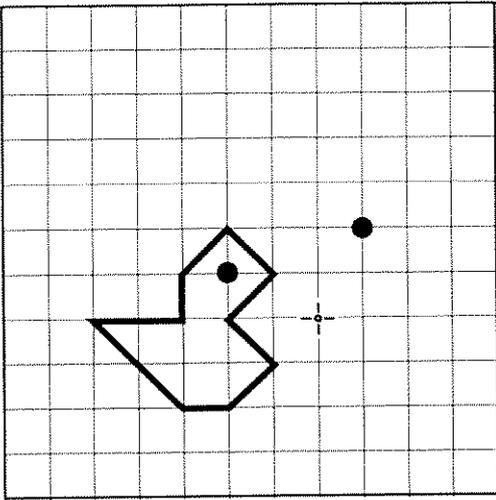
Cette première étape consiste à fixer sur le papier l'image établie dans l'activité précédente sur le calque.

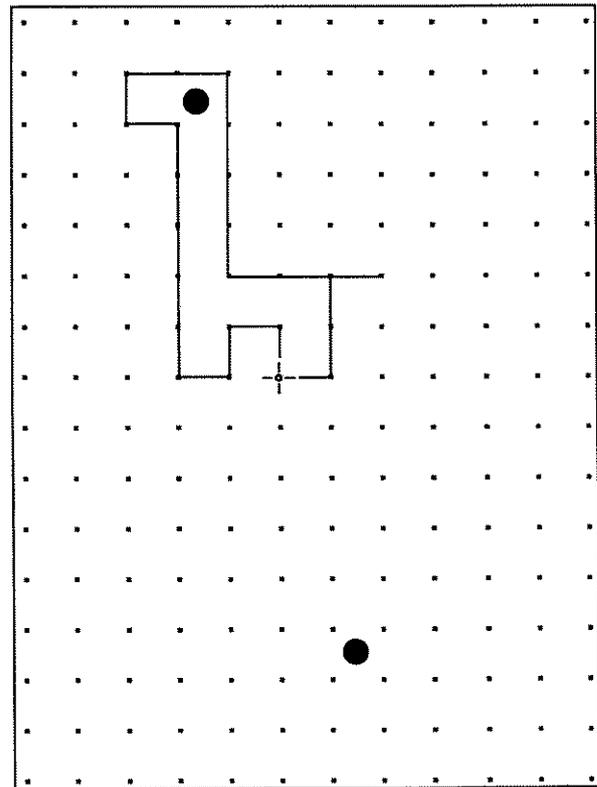
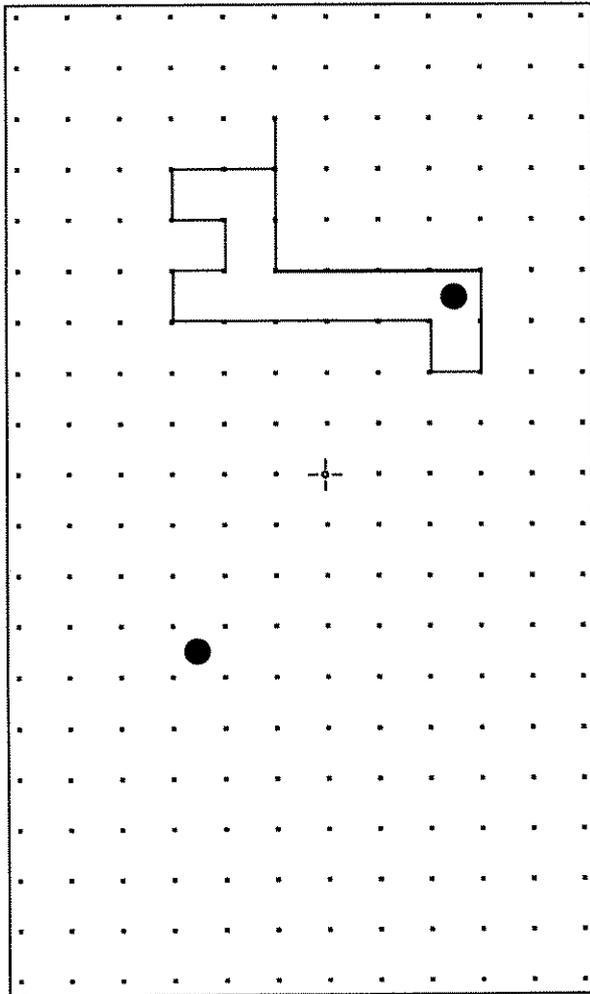
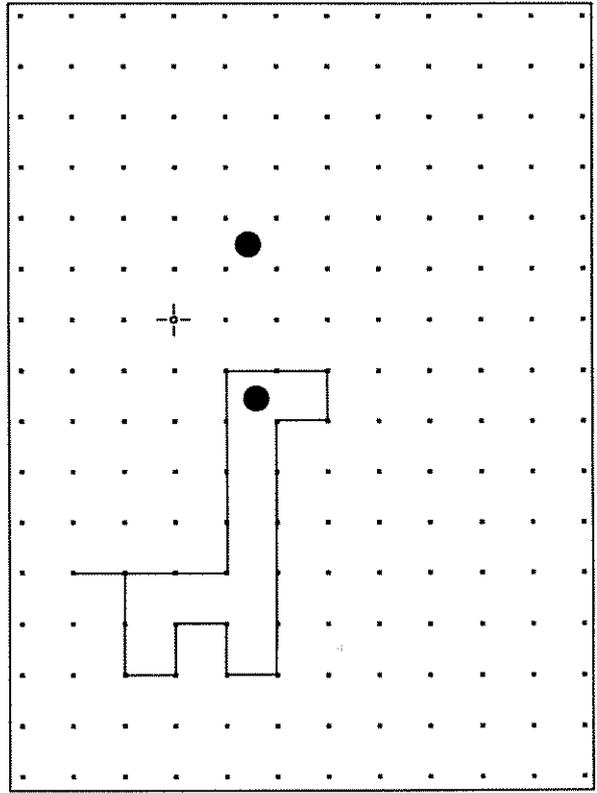
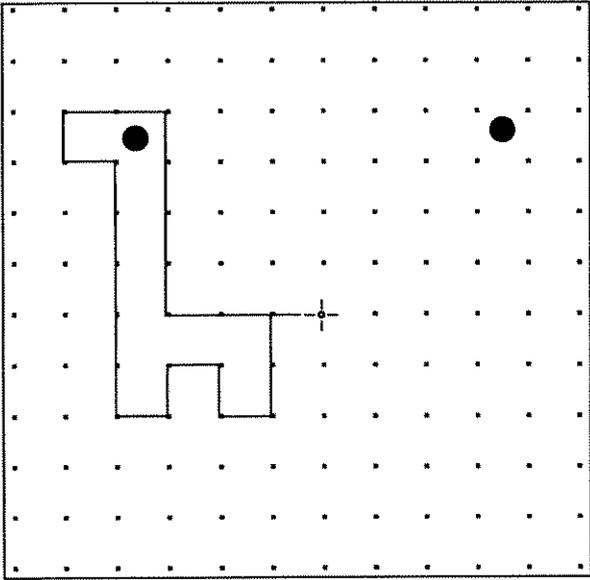
Le papier calque joue cette fois deux rôles :

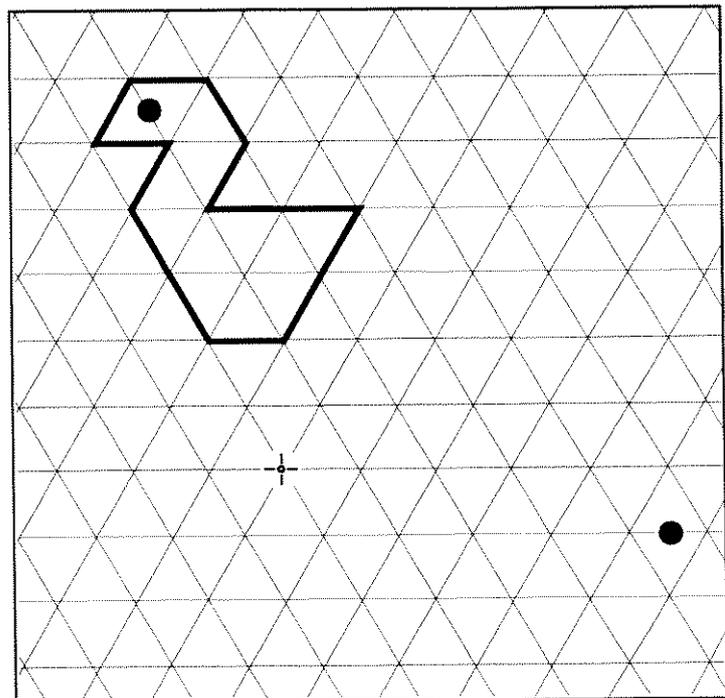
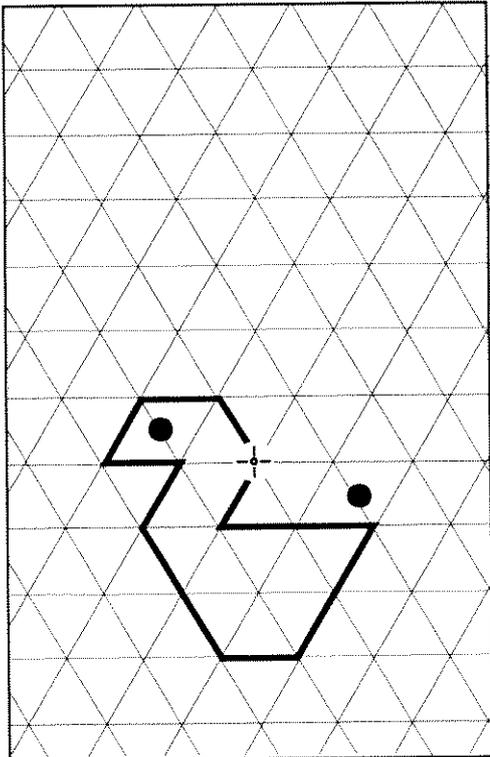
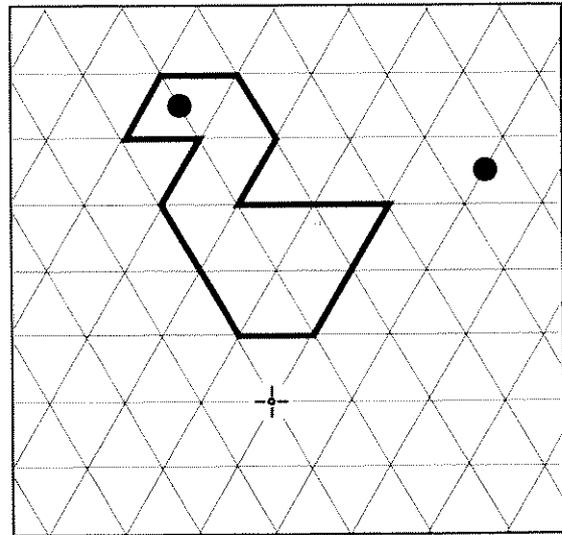
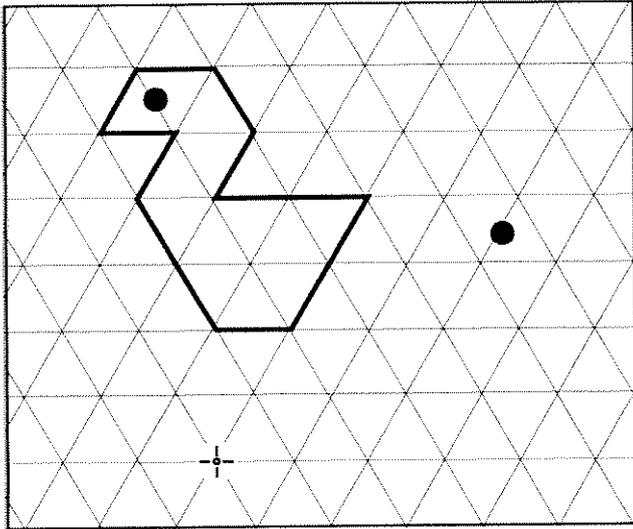
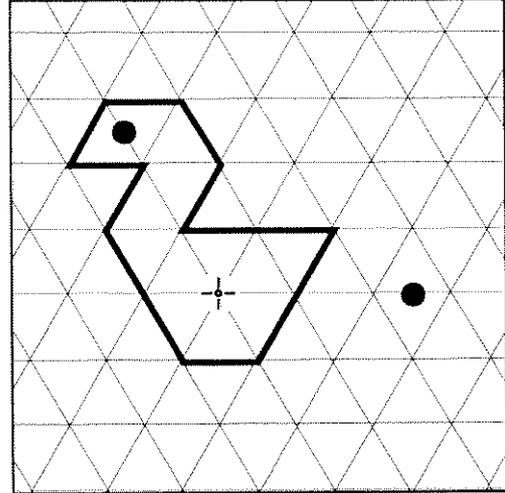
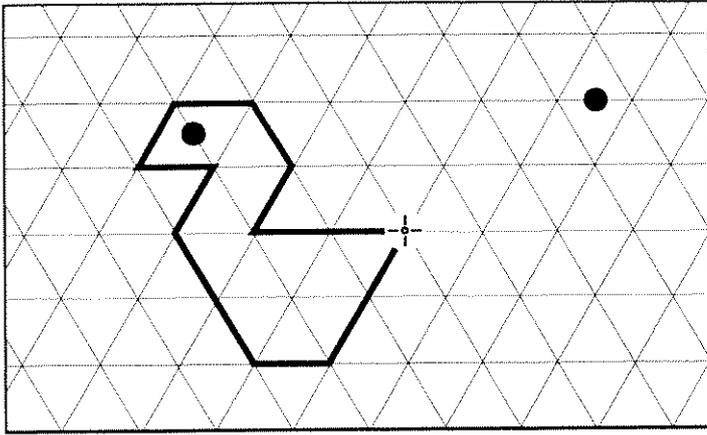
- celui temporaire d'instrument de travail,
- celui qui lui sera dévolu par la suite, de moyen de vérification.

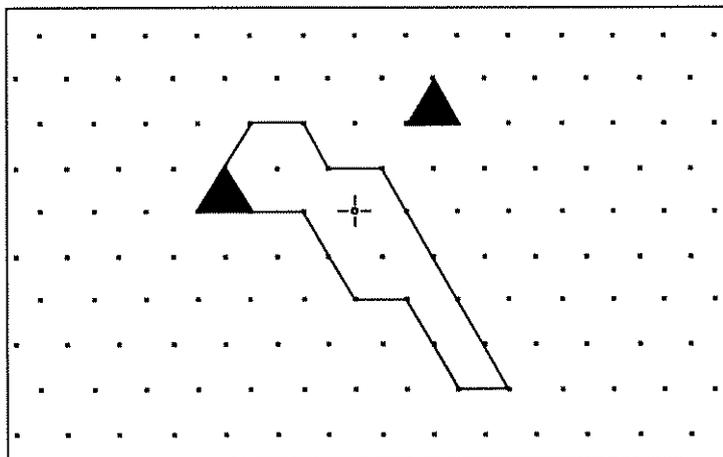
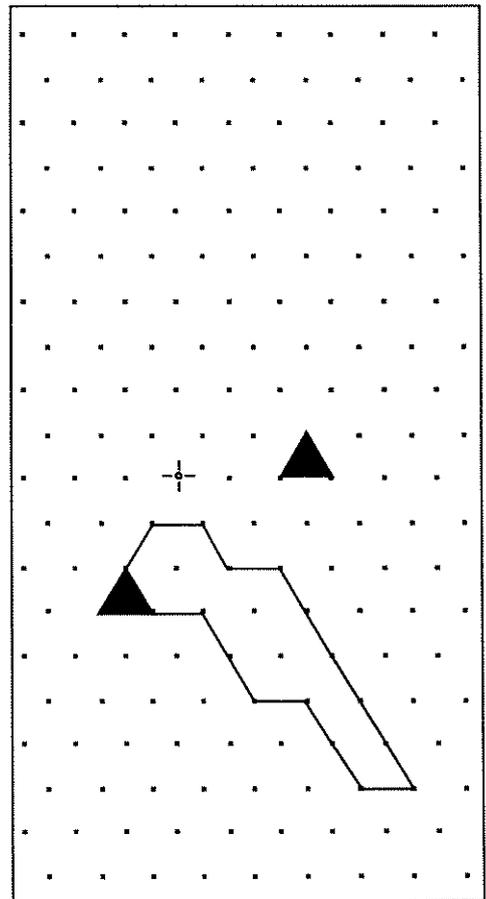
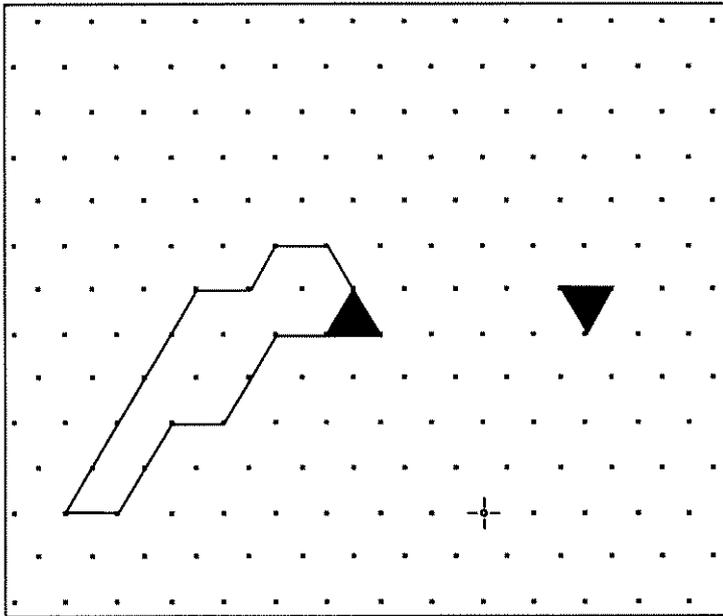
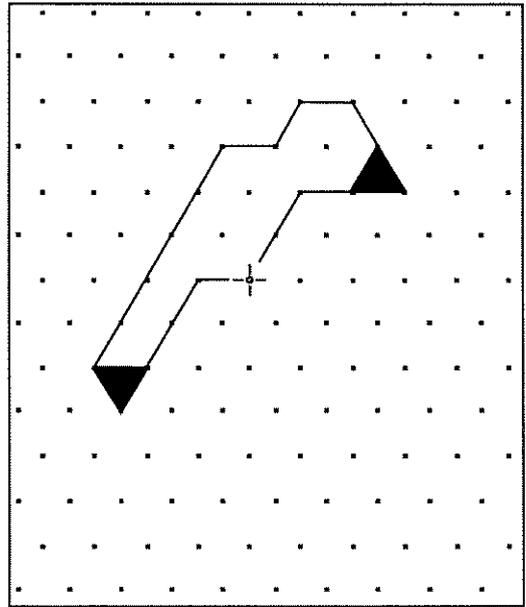
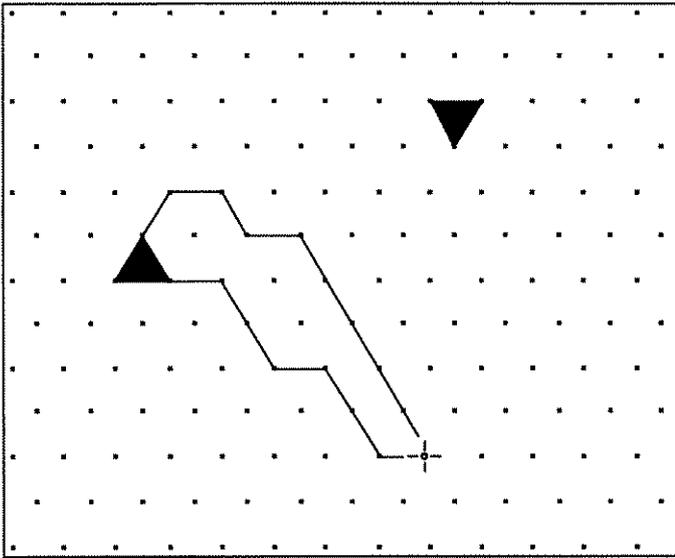
Pour cette activité, le papier maille ou pointé peut se révéler pratique car il permet à l'élève, après avoir placé le calque, de crayonner les mailles intéressantes en soulevant quelque peu le papier calque.

Laisser le temps nécessaire aux élèves pour observer les figures est sans doute une partie importante de cette activité, le coloriage ne faisant que renforcer cet objectif.









ET POURTANT ELLES TOURNENT ...

Outils

Règle
Papier calque
Une aiguille ou la pointe sèche du compas

Consigne

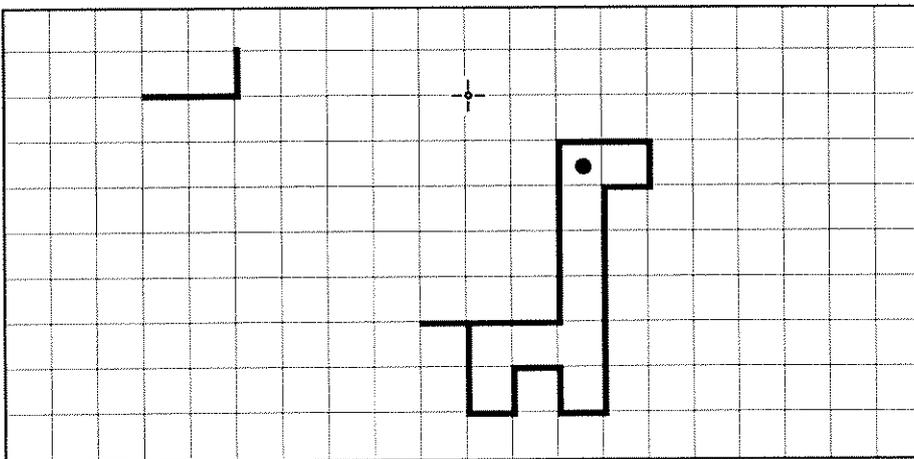
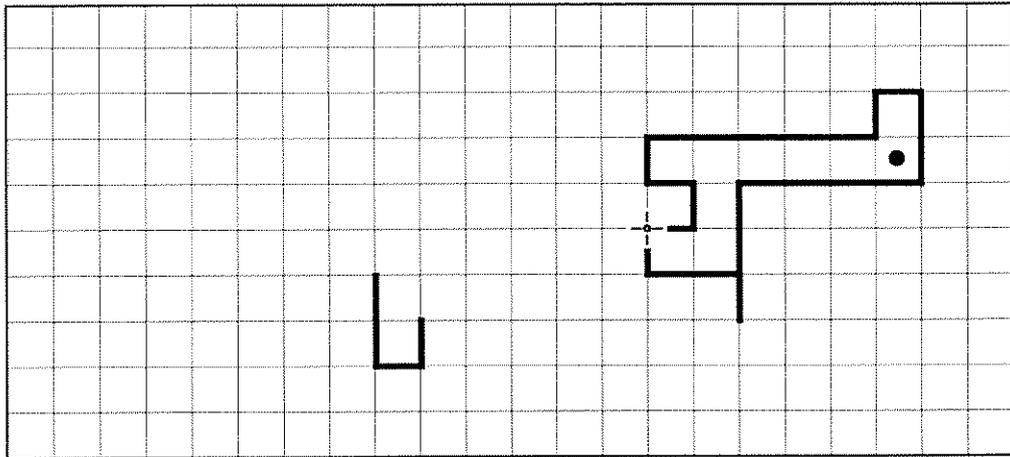
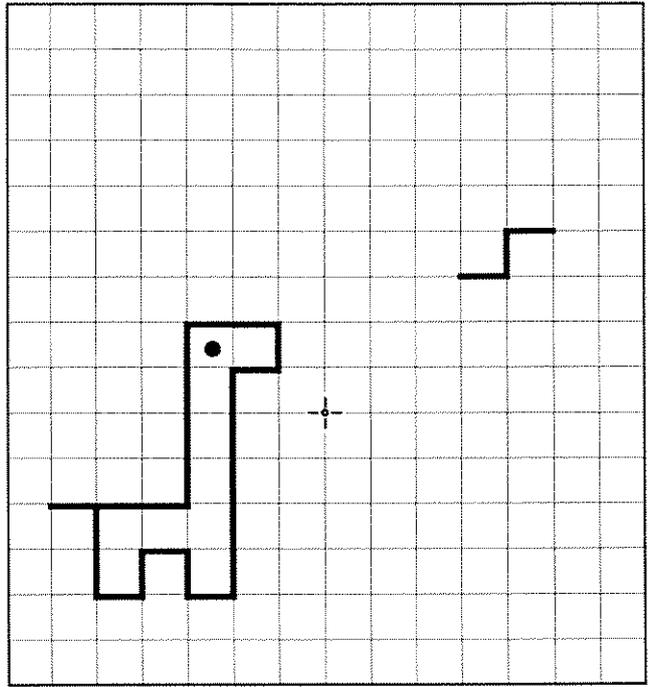
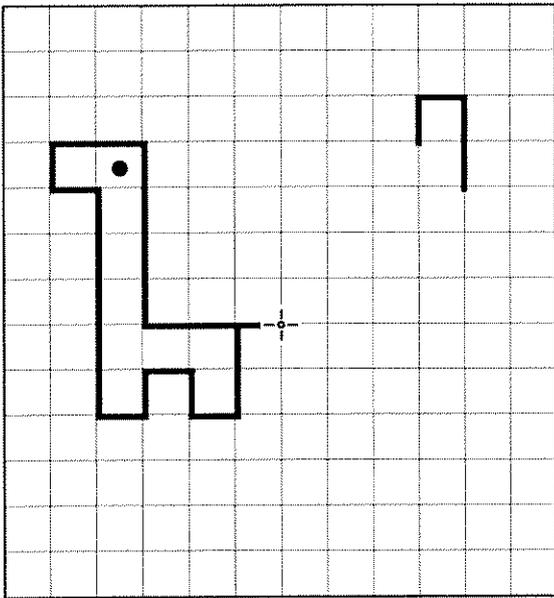
Pour chacune des figures proposées :

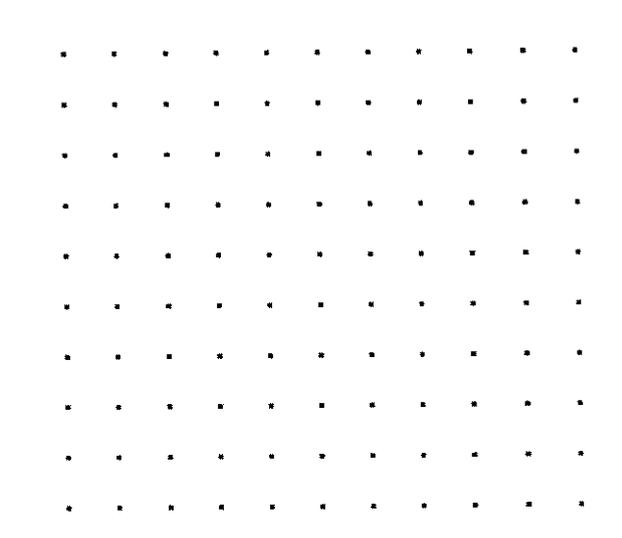
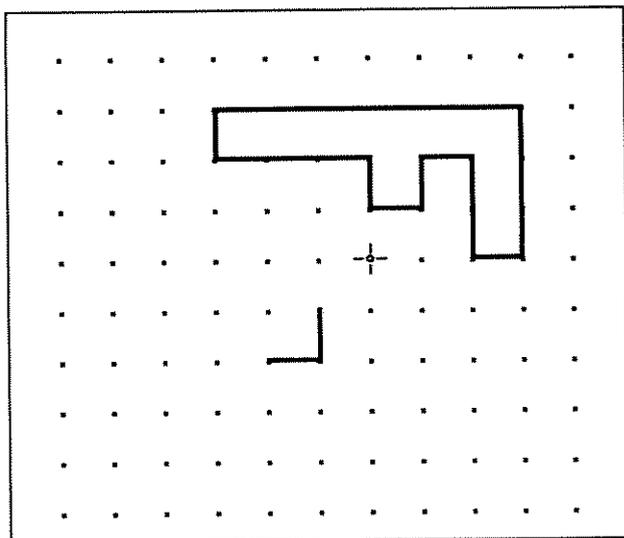
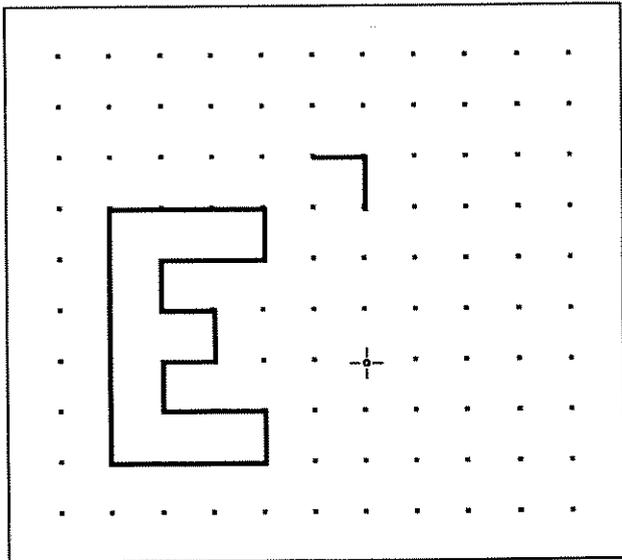
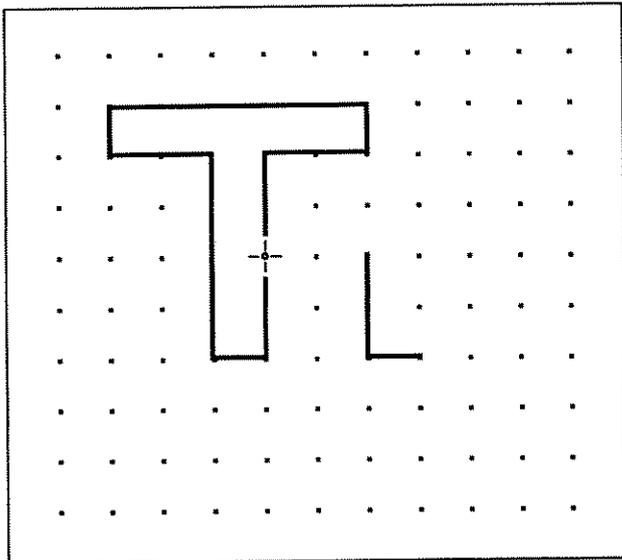
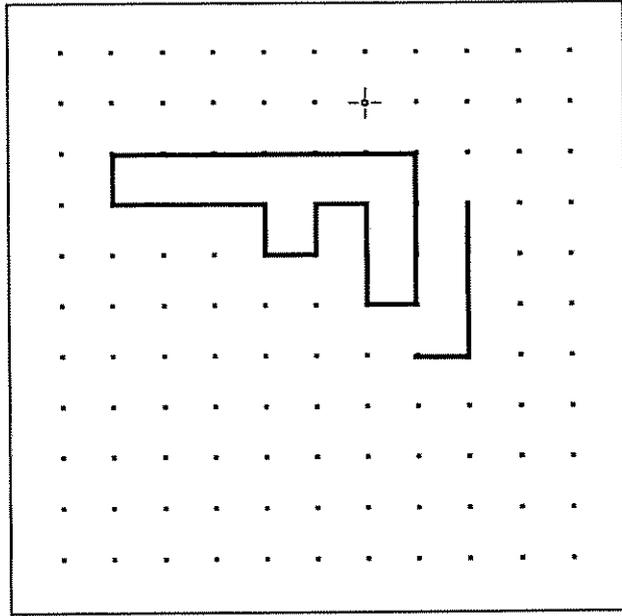
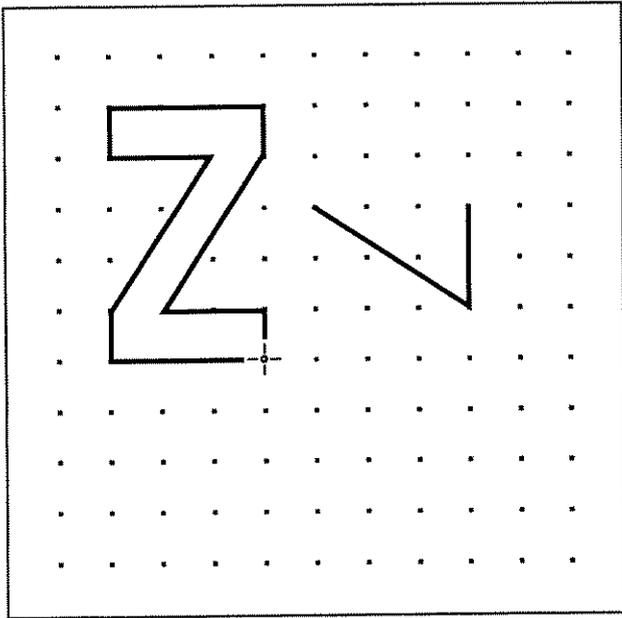
- reproduire la figure sur papier calque,
- compléter la figure ébauchée de manière à ce qu'elle soit l'image de la figure proposée par une rotation autour du point marqué d'une croix,
- colorier la figure,
- vérifier à l'aide du calque qu'en tournant autour du point marqué la figure obtenue est bien déduite de la figure initiale.

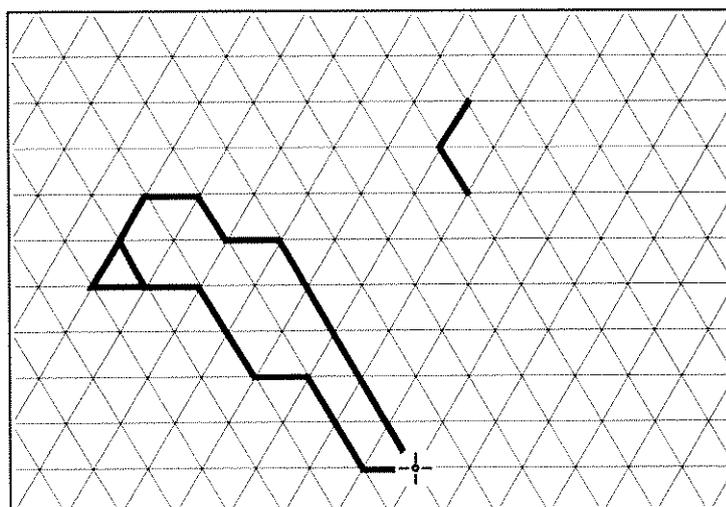
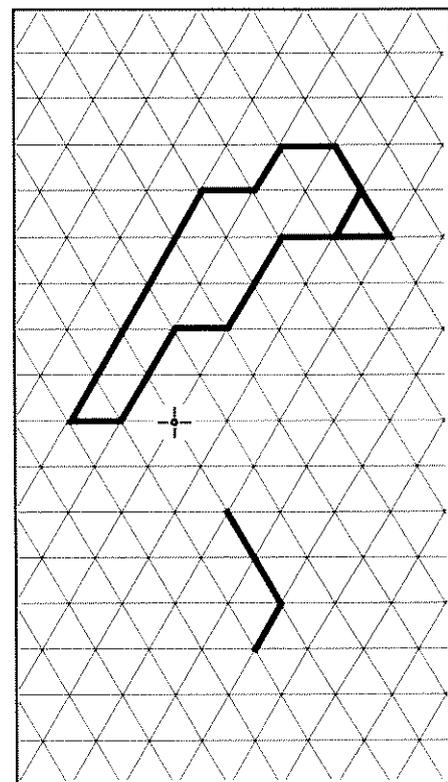
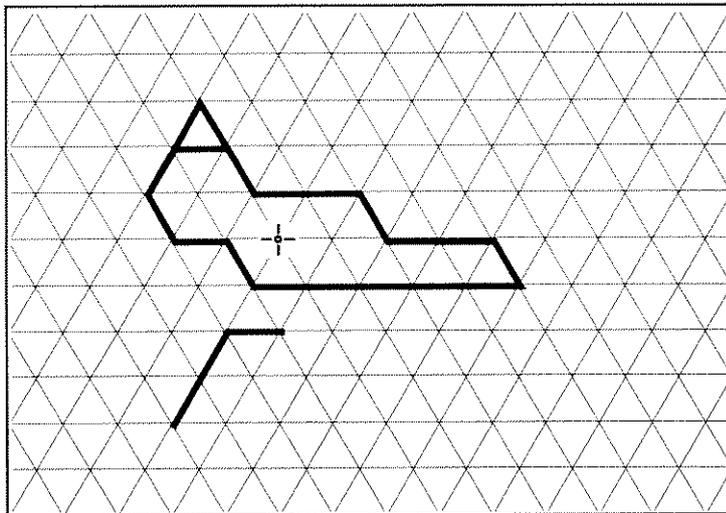
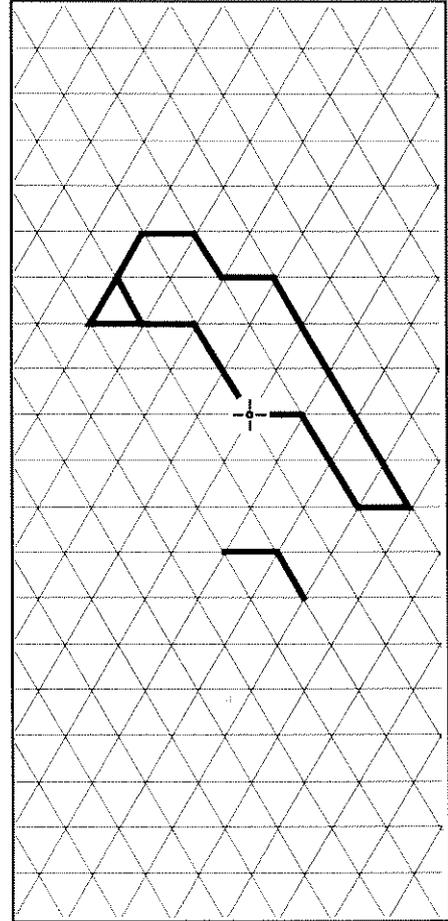
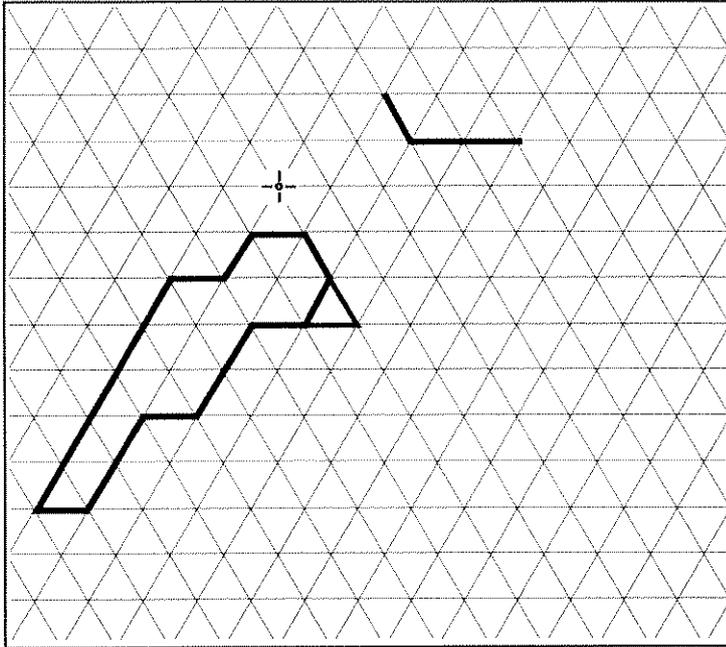
Entre nous

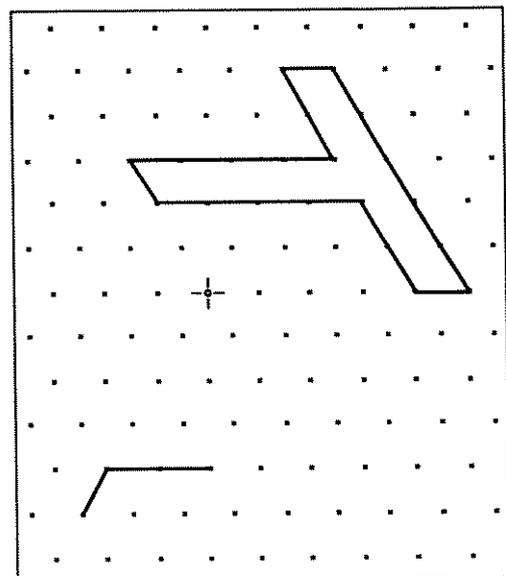
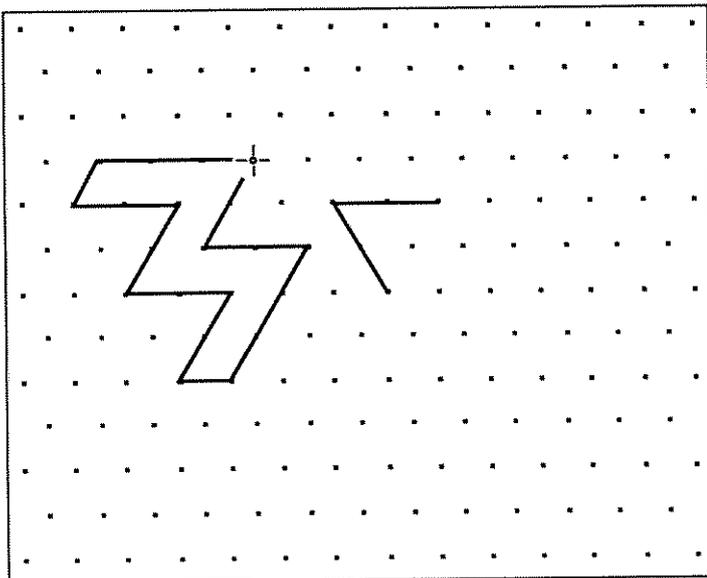
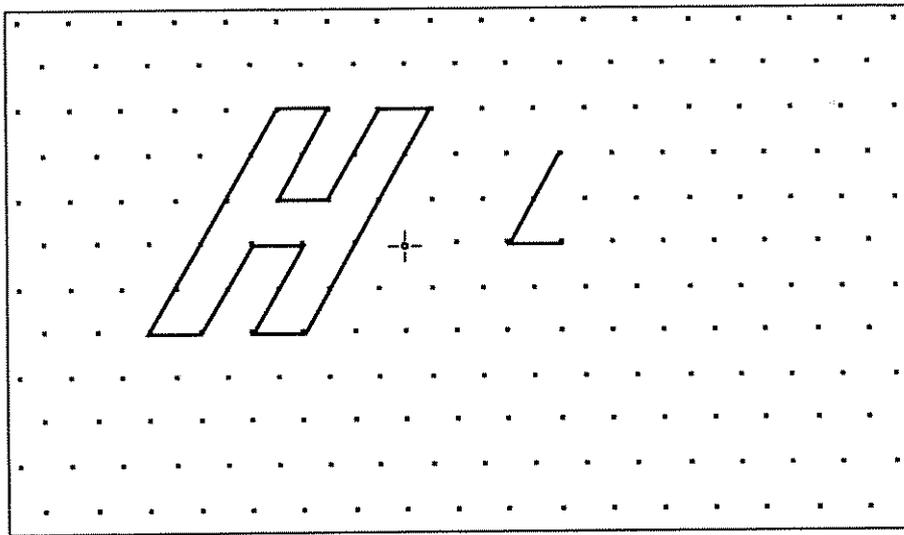
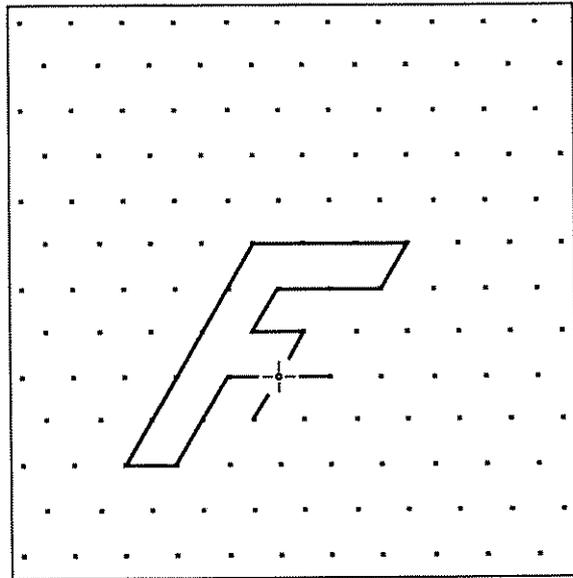
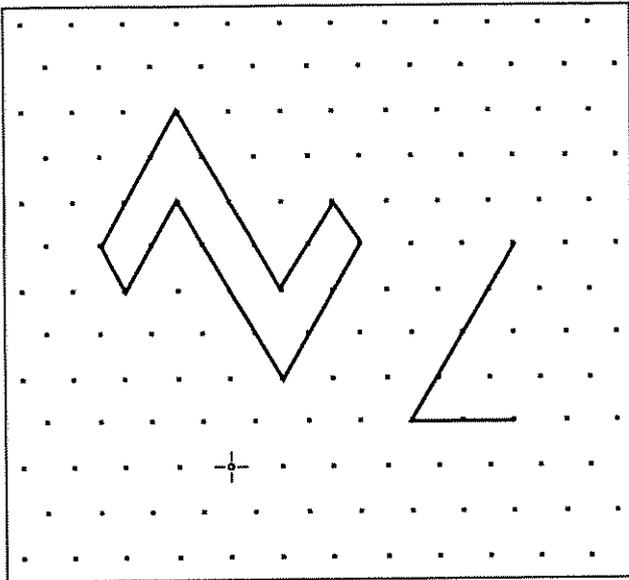
Dans cette activité, le papier calque perd son rôle d'instrument de travail pour ne conserver que celui de moyen de vérification.

Il ne faut pas s'attendre à ce que cet exercice soit réalisé vite et sans hésitation par la plupart des élèves. Cette activité peut se dérouler à l'aide d'une stratégie par essai-erreur et ainsi permettre à l'élève de développer à son rythme sa perception de l'image d'une figure par une rotation.









TOURNICOTONS

Outils

Règle
Papier calque
Une aiguille ou la pointe sèche du compas

Consigne

Dans chacun des cas proposés, l'en-tête du tableau donne le nom d'une figure suivi du nom de son image par la rotation à étudier.

Compléter le tableau en notant pour chacune des figures nommées, soit :

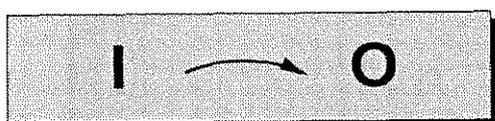
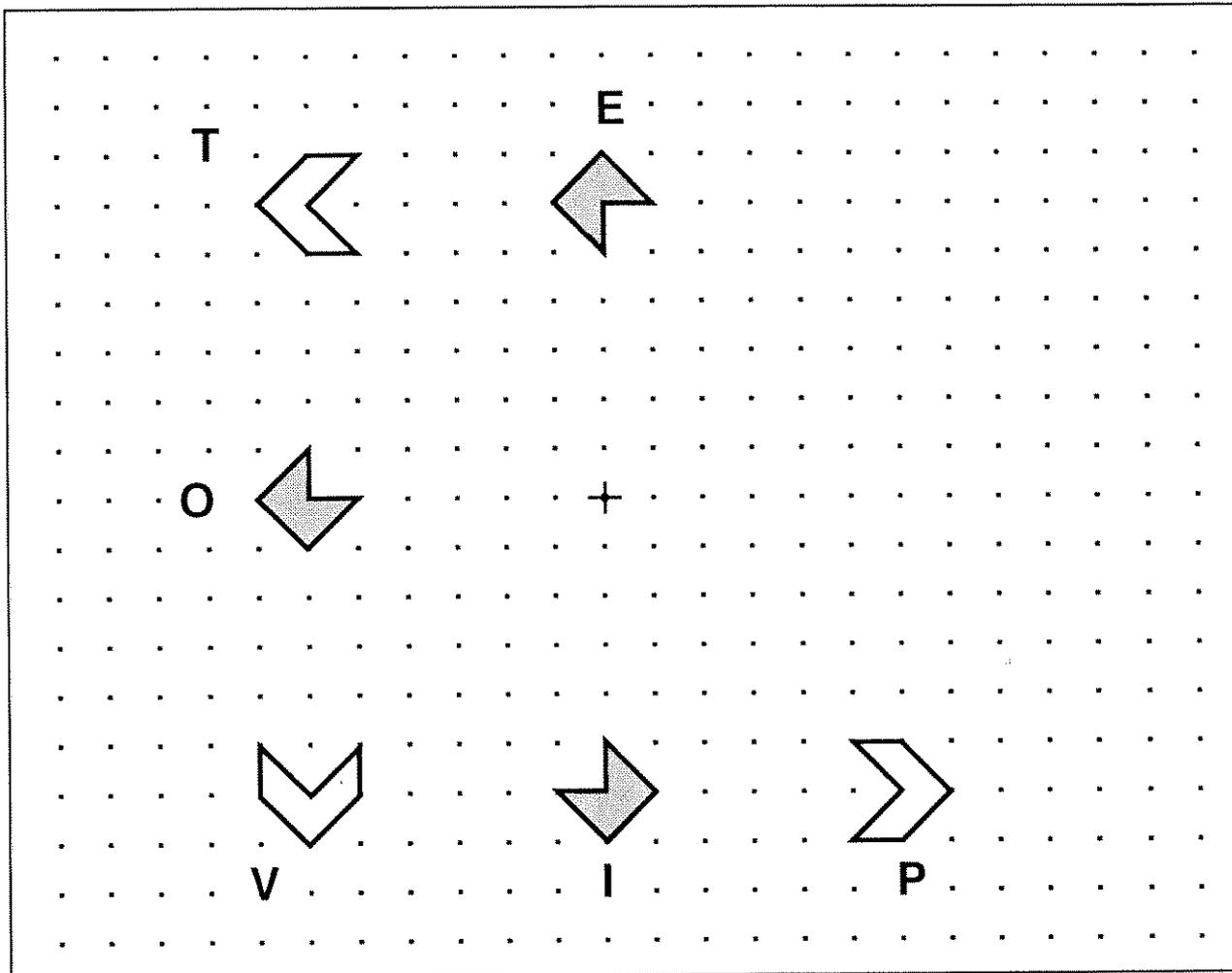
- son image par la rotation étudiée si celle-ci est une figure repérée
- une croix (X) dans le cas contraire.

Entre nous

La méthode à utiliser est à découvrir par les élèves mais l'utilisation du papier calque paraît dans un premier temps indispensable même si la notion d'angle de rotation qui est sous-jacente peut amener à l'utilisation des instruments de dessin (règle, compas et rapporteur).

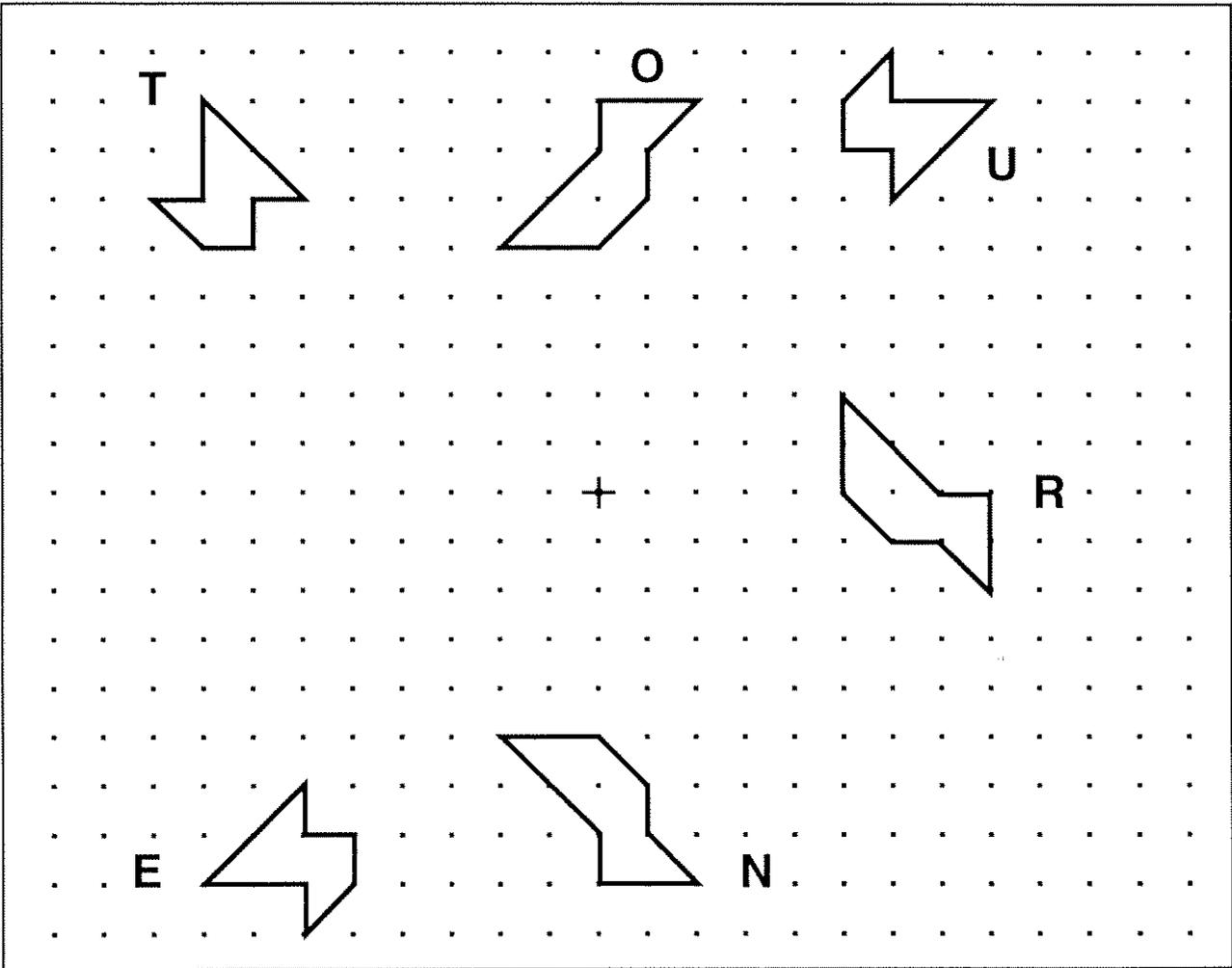
La dernière activité de la série peut inciter les élèves à matérialiser, en le traçant, l'angle de la rotation. Si cette sollicitation ne suffisait pas à certains, peut-être faudrait-il suggérer fortement ce tracé.

Les tableaux vierges qui terminent cette série permettent à l'enseignant (ou à des élèves) d'étudier d'autres rotations que celles qui ont été choisies.



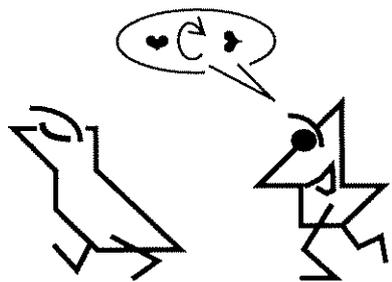
P	
I	O
V	
O	
T	
E	

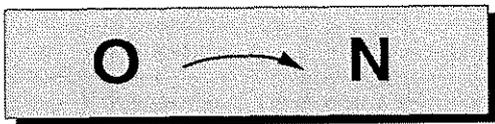
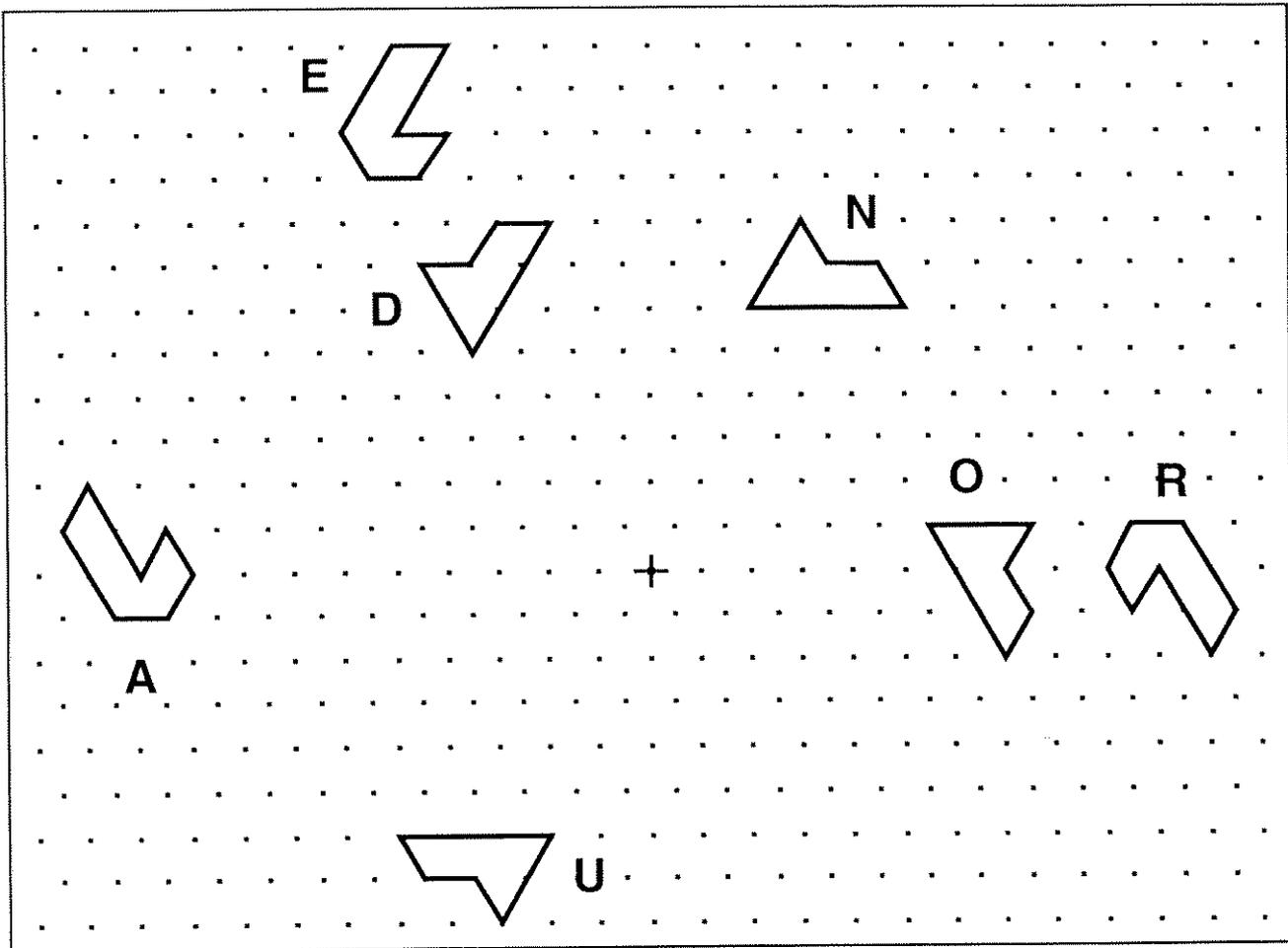




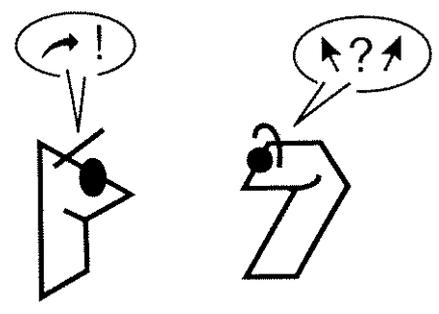
T → U

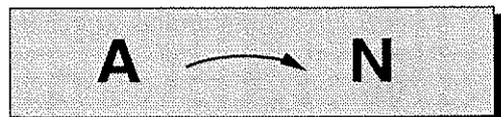
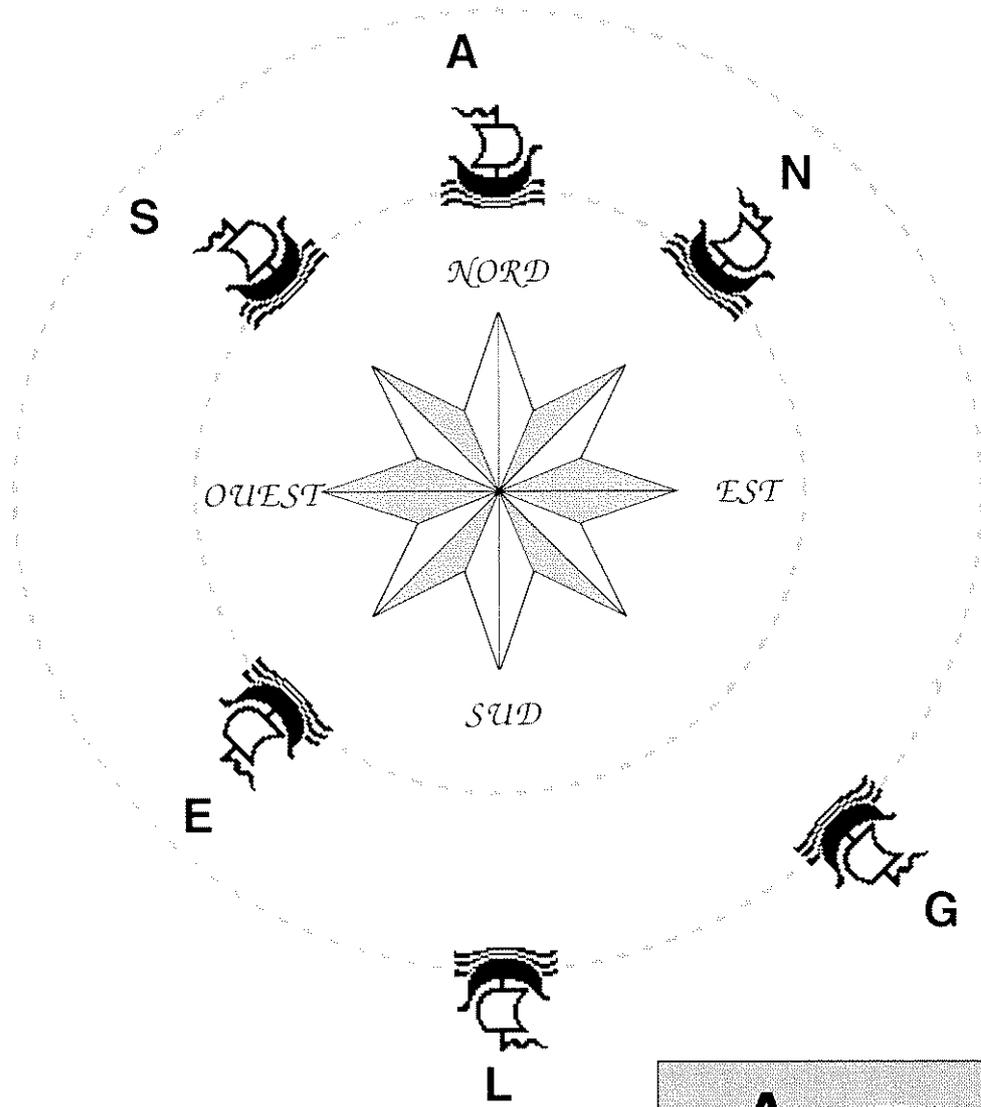
T	
O	
U	
R	
N	
E	





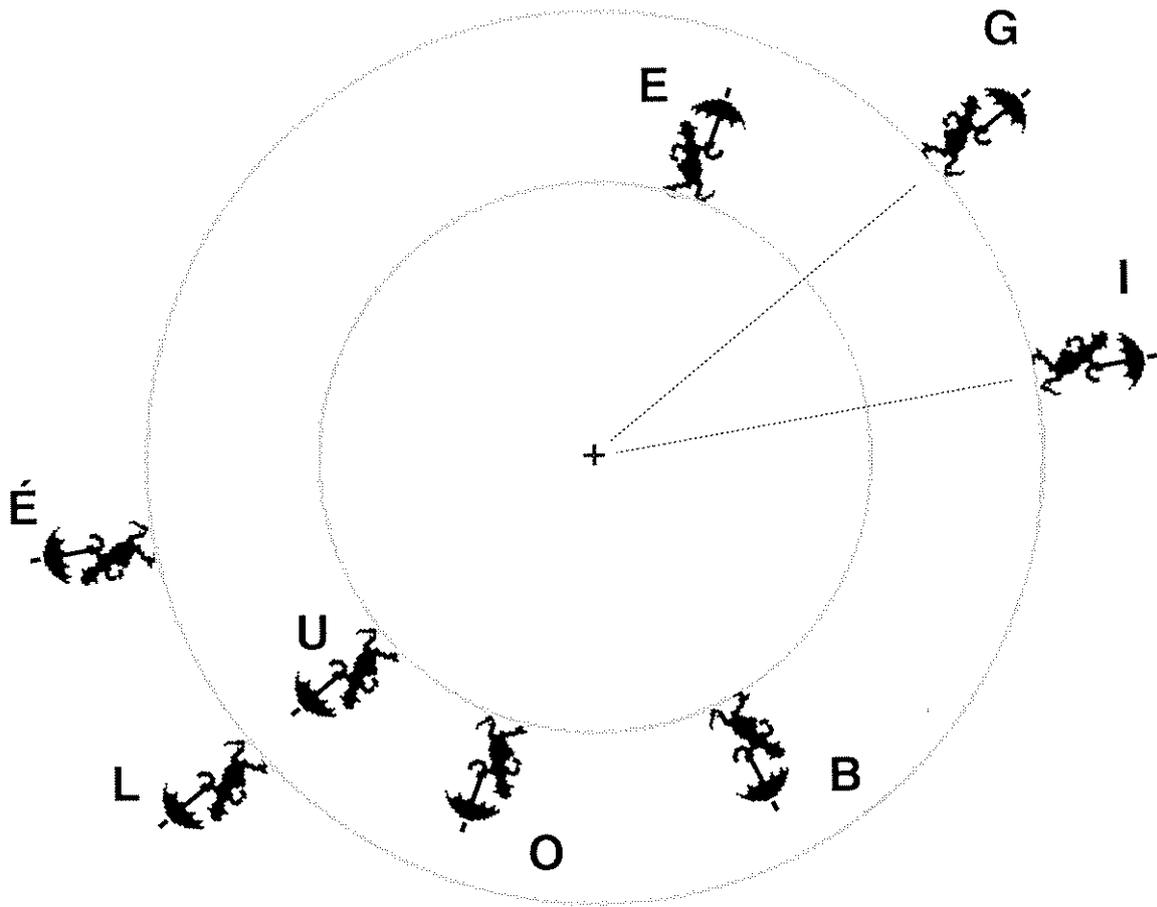
R	
O	
N	
D	
E	
A	
U	





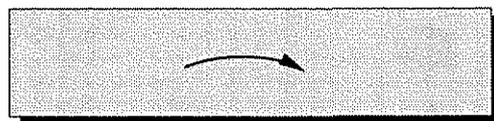
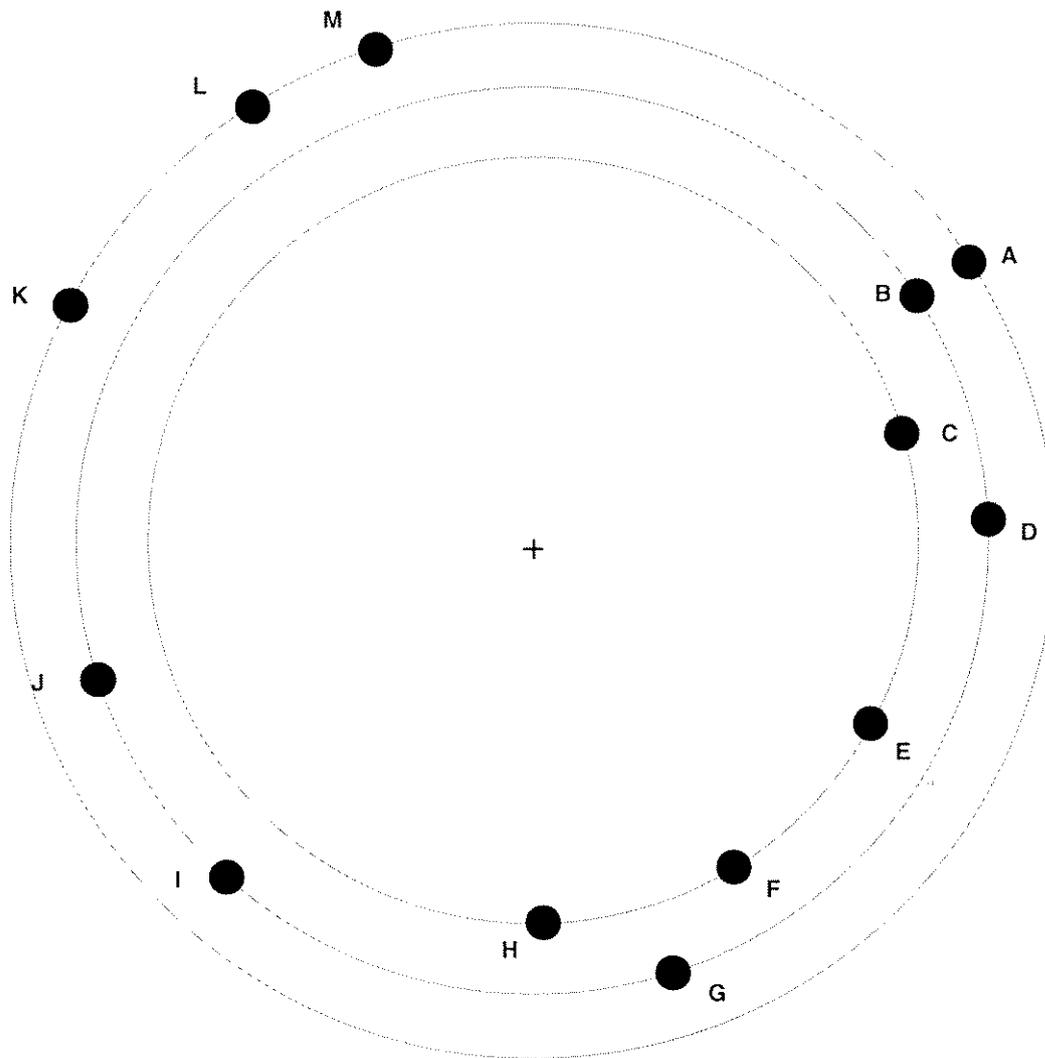
A	
N	
G	
L	
E	
S	

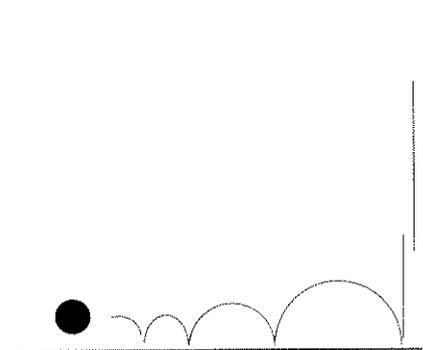


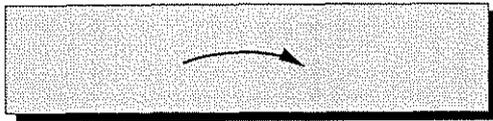


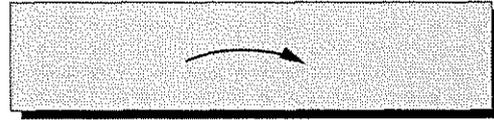
G	
I	
B	
O	
U	
L	
É	
E	



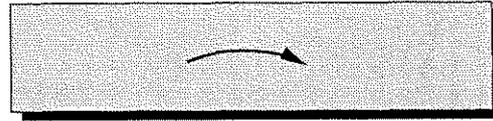


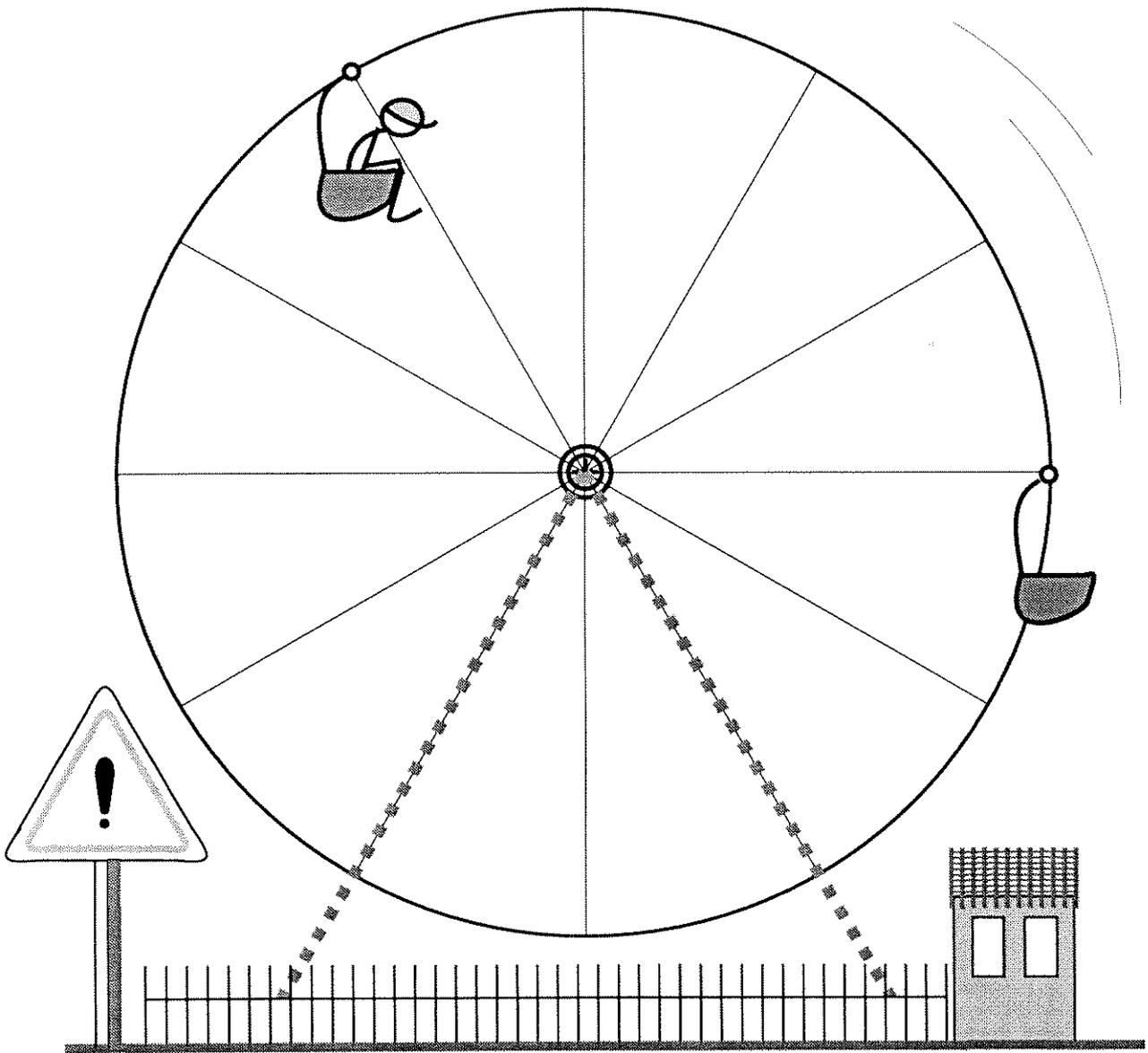












CHAPITRE 12

ANGLE DE ROTATION

A l'issue du chapitre 11, nous savons tracer la transformée d'une figure par rotation, connaissant :

- le centre de la rotation,
- le dessin d'une partie de l'image.

La méthode proposée a fait un usage intensif du papier calque, mettant en évidence la superposabilité de la figure initiale et de sa transformée, nous permettant d'affirmer : la rotation est une isométrie.

Cette isométrie se caractérise par un point (le centre) et un angle. Nous allons systématiquement mettre en évidence cet angle en incitant l'élève à tracer un "rayon" et son homologue (en appelant "rayon" un segment joignant le centre de la rotation à un point de la figure).

Les propriétés désormais bien connues des isométries : conservation des distances, conservation des angles, ... seront constamment réinvesties dans les activités ultérieures.

L'objectif de ce nouveau chapitre est de nous affranchir du papier calque. Pour ce faire, nous allons lui substituer un autre outil de repérage et de traçage : l'angle de la rotation.

A la fin de ce chapitre l'élève devrait savoir construire, sur papier uni, l'image d'une figure par une rotation définie par son centre et son angle.

- . La ronde des boules
- . Biboules dingues
- . Rota *TIF* et tourne *DOS*
- . Image "Primée"
- . *Récréation*

LA RONDE DES BOULES

Outils

Règle, équerre, rapporteur (?) mais surtout pas le compas.

Consigne

Dans chacune des activités proposées, il faut construire les boules nommées dans le tableau mais non encore placées.

Les boules à construire sont les images par une rotation de boules déjà dessinées.

La rotation étudiée est définie dans l'en-tête de chaque tableau par le nom d'une boule et celui de son image.

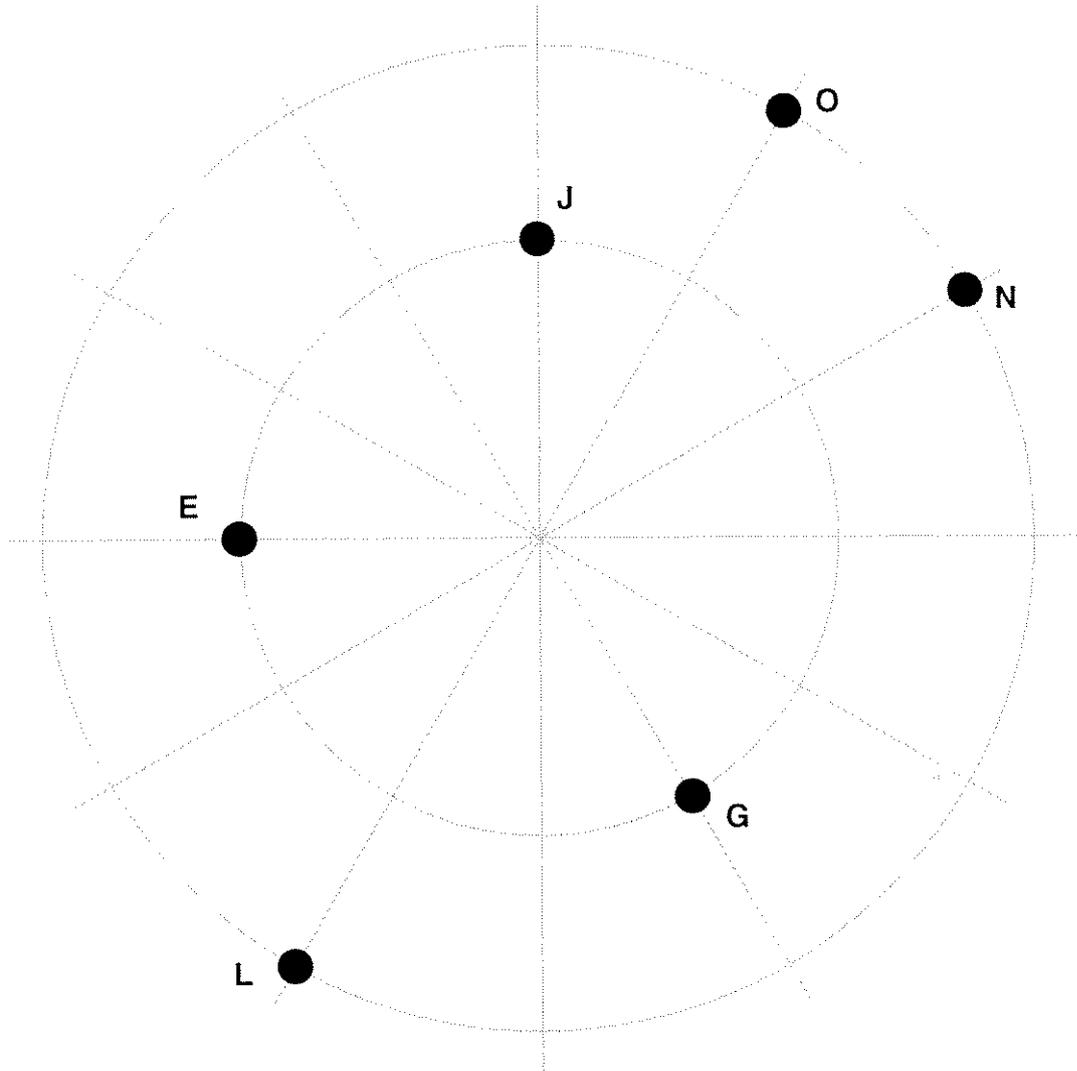
Entre nous

Chacune des activités diffère de la précédente par les outils spécifiques à utiliser :

- dans la première, le "découpage" régulier du cercle permet de se passer de tout instrument de dessin,
- dans la deuxième, l'angle de rotation est droit et le fait de le marquer sur la figure peut inciter l'élève à utiliser une équerre (utilisation fortement suggérée par le dessin),
- dans la troisième, le dessin de l'équerre peut surprendre l'élève mais aussi lui suggérer d'utiliser autrement cet outil qu'il connaît si "bien",
- enfin la dernière laisse la porte ouverte à tous les outils possibles, par exemple un gabarit créé pour l'occasion.

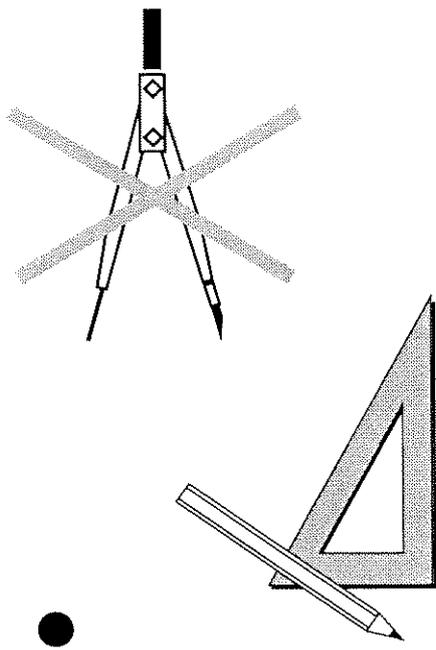
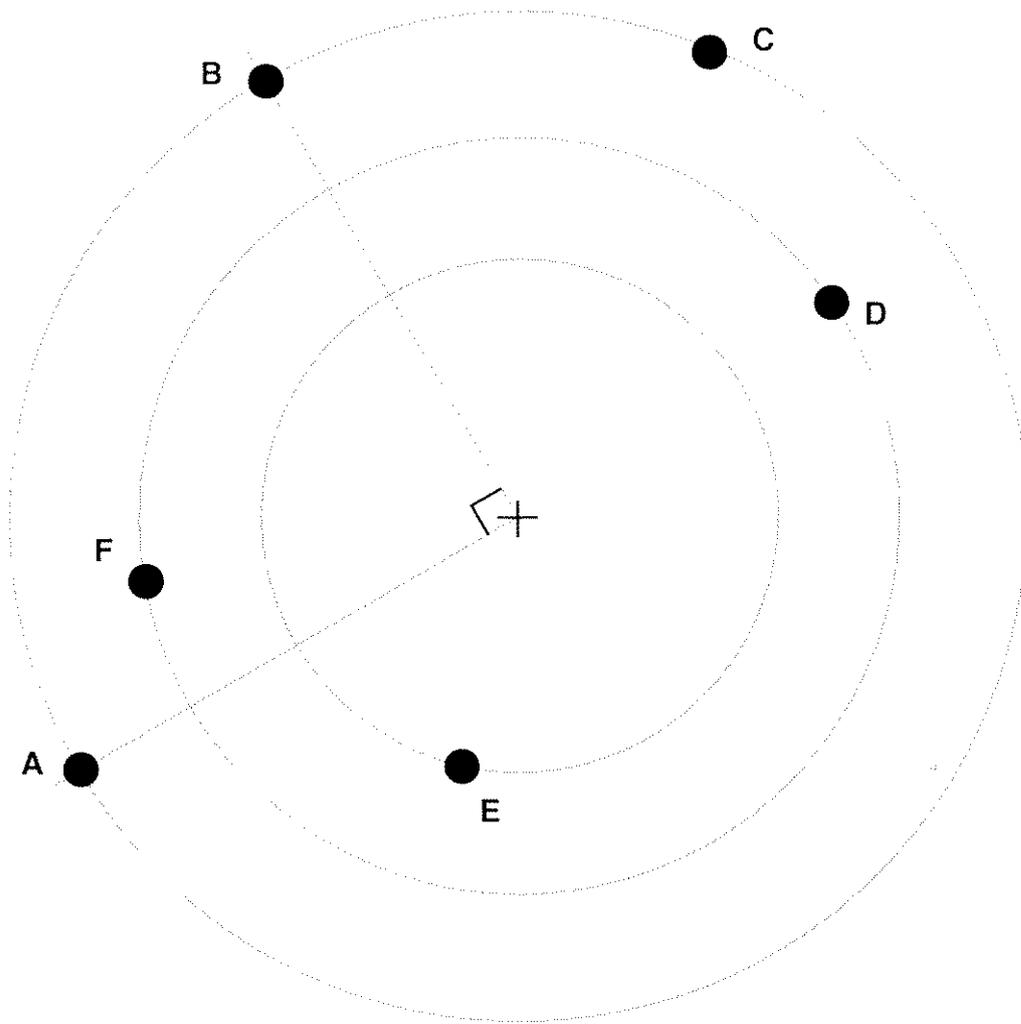
L'objectif de ces activités étant de mettre en évidence l'angle de rotation sous son aspect outil de construction, il paraît bien difficile, à qui le proposerait, d'interdire l'usage du rapporteur.

En revanche l'interdiction d'utiliser le compas permet d'éviter d'envisager l'activité comme un report de longueur, ce qui ne ferait guère avancer les choses.

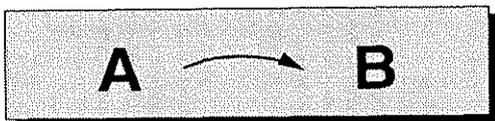
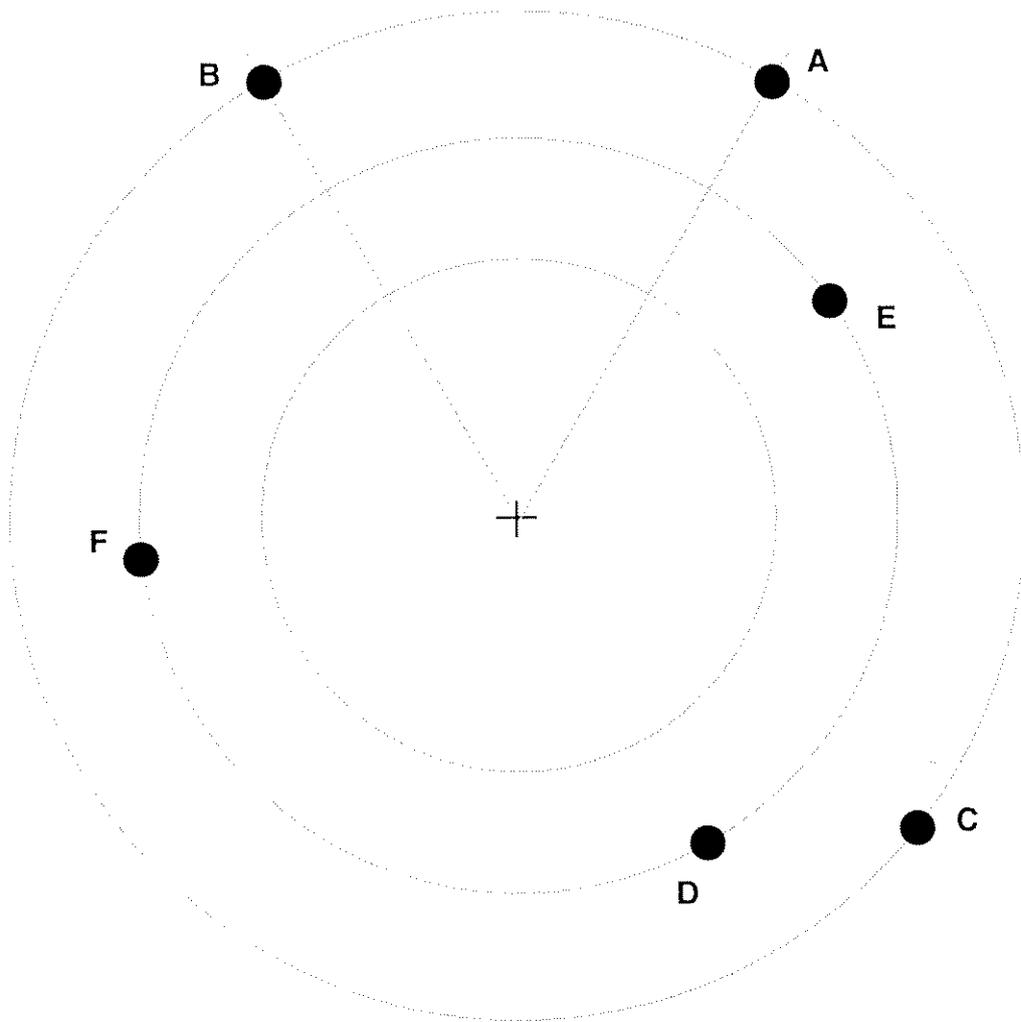


J	I
O	N
N	T
G	R
L	U
E	S

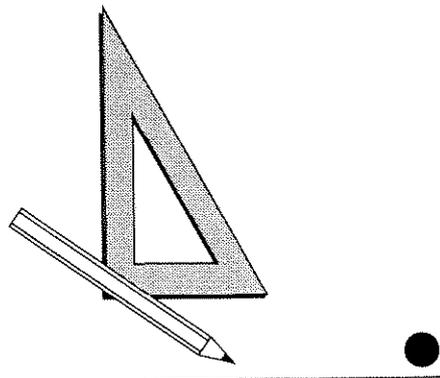
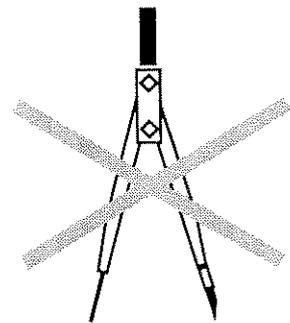


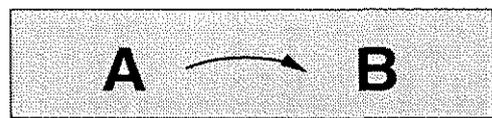
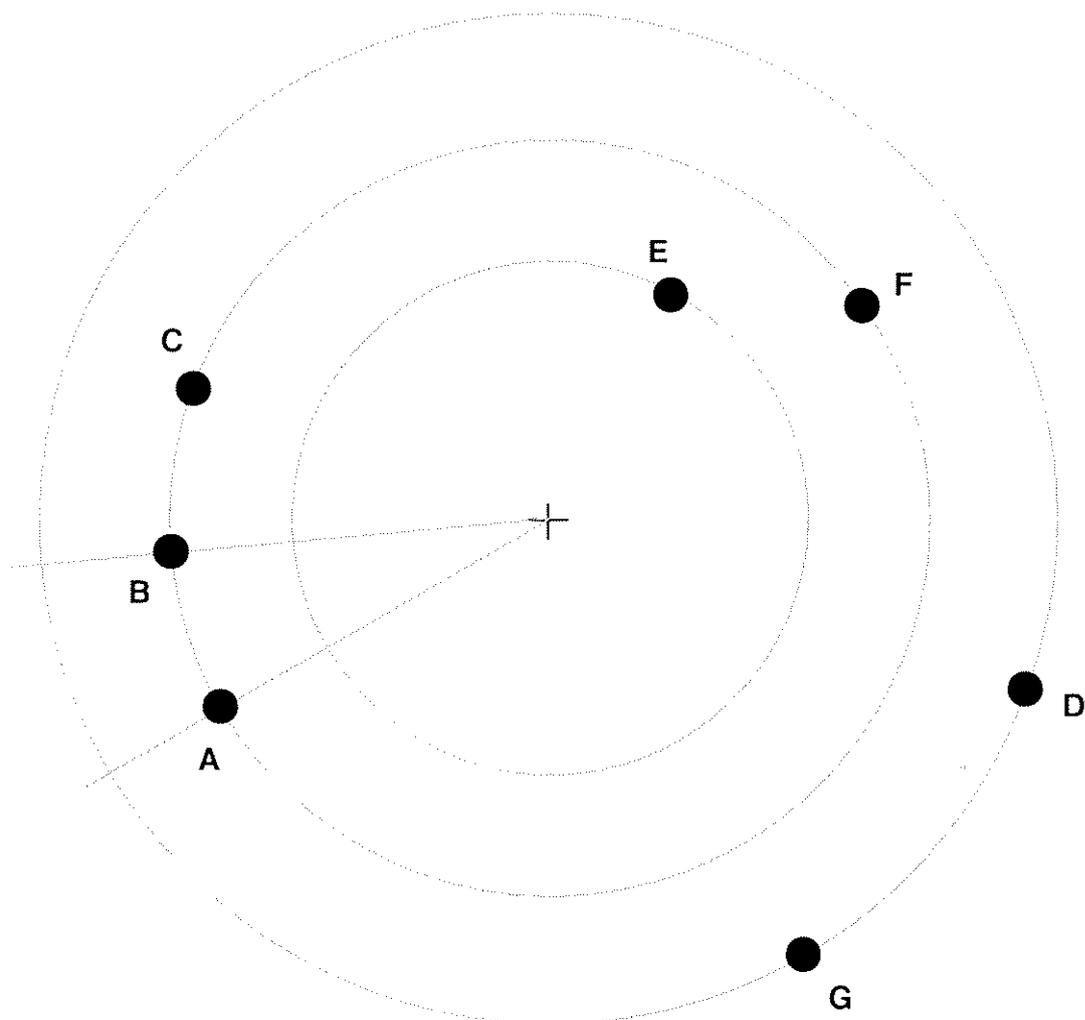


A \curvearrowright B	
A	B
B	H
C	I
D	J
E	K
F	L

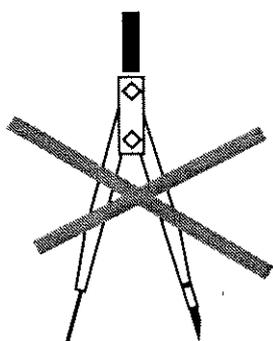


A	B
B	H
C	I
D	J
E	K
F	L





A	B
B	C
C	I
D	J
E	K
F	L
G	M



BIBOULES DINGUES

Outils

Tous les instruments de dessin.

Consigne

Dans chacun des cas proposés, il faut construire les "biboules" nommées ou suggérées (*) dans les tableaux mais non encore tracées.

Les "biboules" à construire sont les images, par une rotation, de "biboules" existantes (ou sur le point de l'être).

La rotation étudiée est définie dans l'en-tête de chaque tableau.

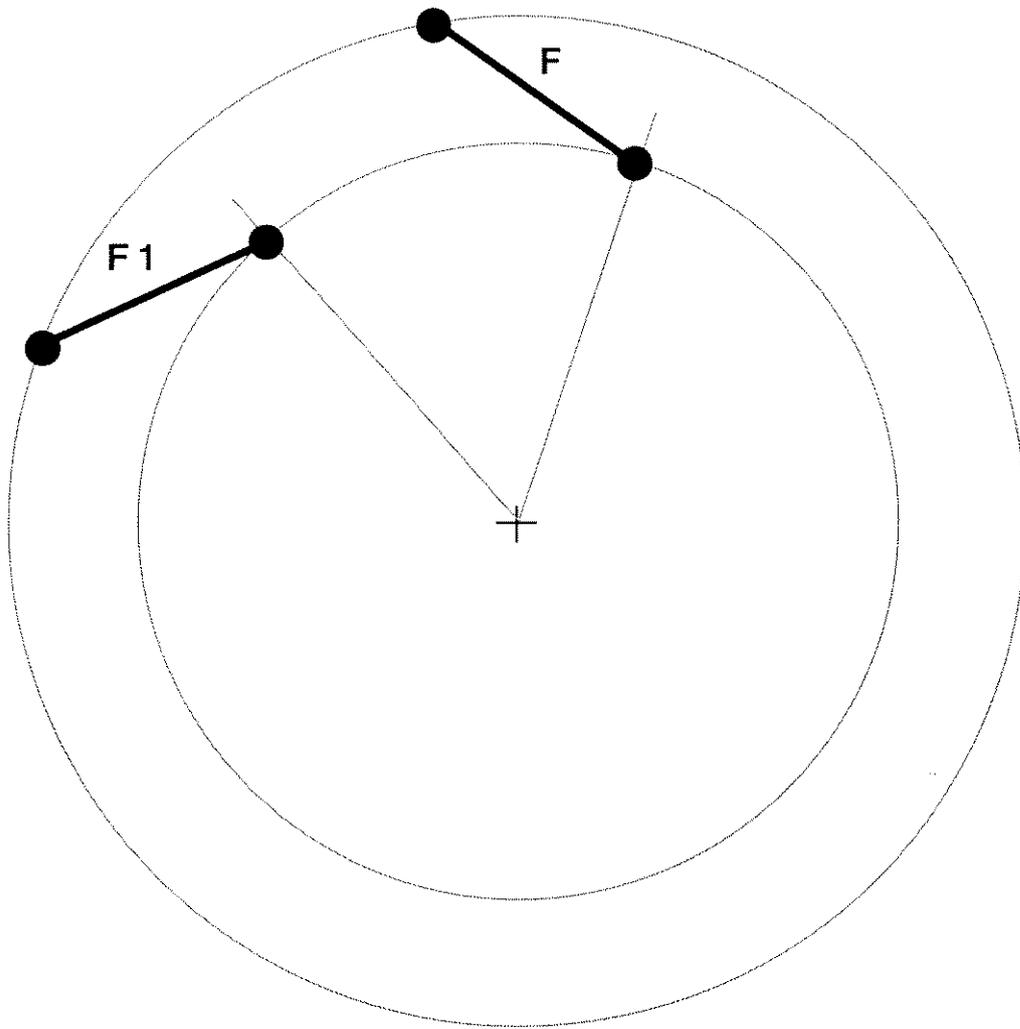
Entre nous

Les situations proposées peuvent renforcer les images mentales qui se font peu à peu dans l'esprit des élèves :

- un "segment" qui "tourne" autour d'un point,
- un objet qui croise son transformé en tournant et dévoile ainsi l'angle de rotation.

Cette conception "dynamique" d'une image mentale est-elle celle qui se forme dans l'imagination des élèves ? Difficile à savoir ...

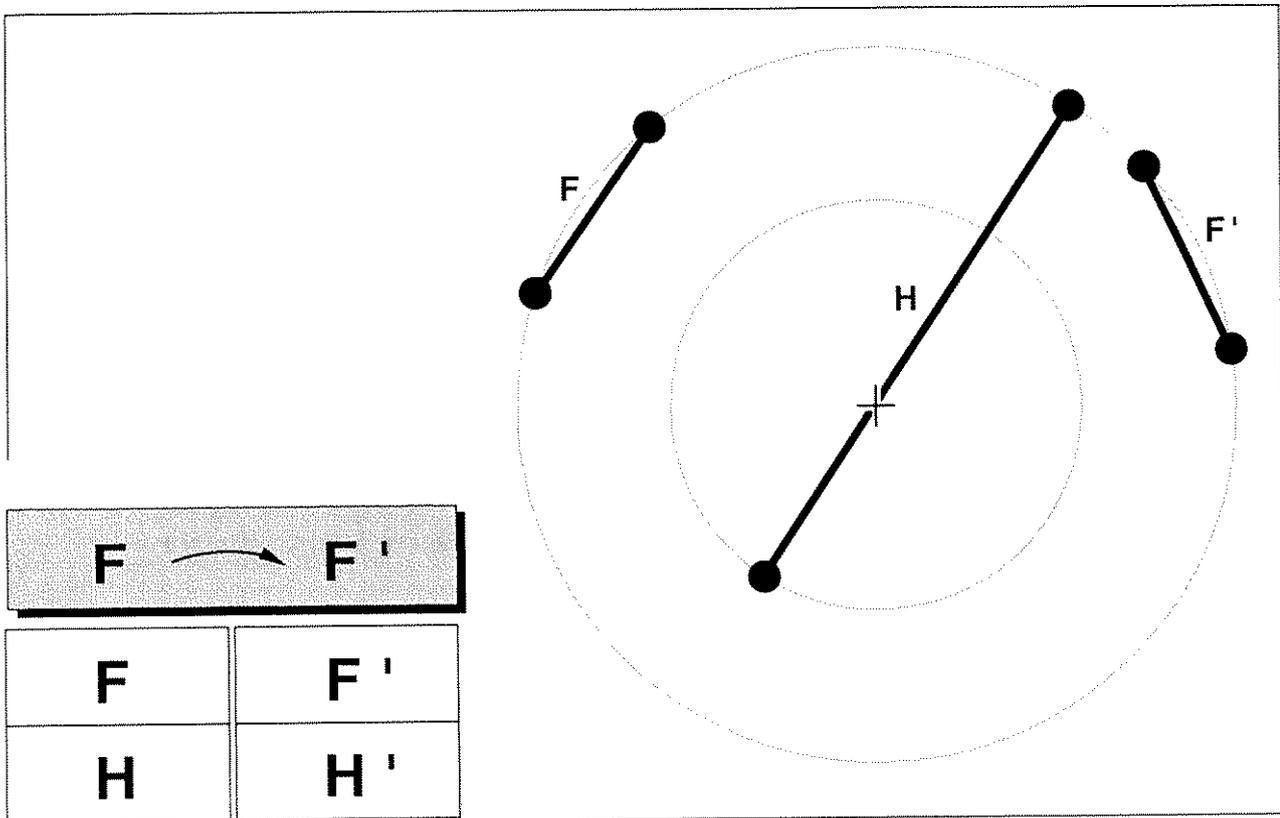
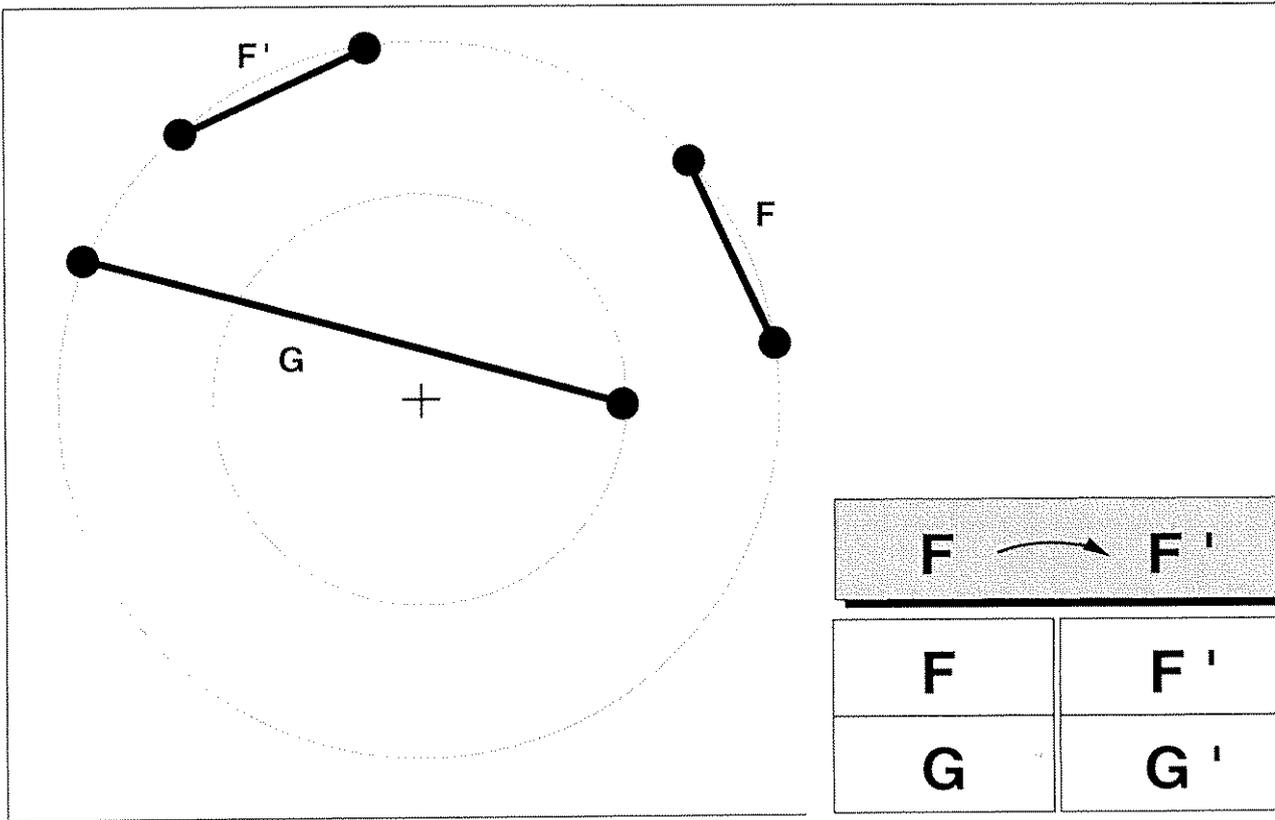
() Le genre est laissé à l'appréciation de l'utilisateur...*



F \curvearrowright **F 1**

F	F 1
F 1	F 2
F 2	F 3
F 3	...
...	...





ROTA TIF ET TOURNE DOS

Outils

Tous les instruments de dessin sauf le compas.

Consigne

Pour chacune des activités proposées, le point marqué d'une croix indique le centre d'une rotation définie dans l'en-tête du tableau.

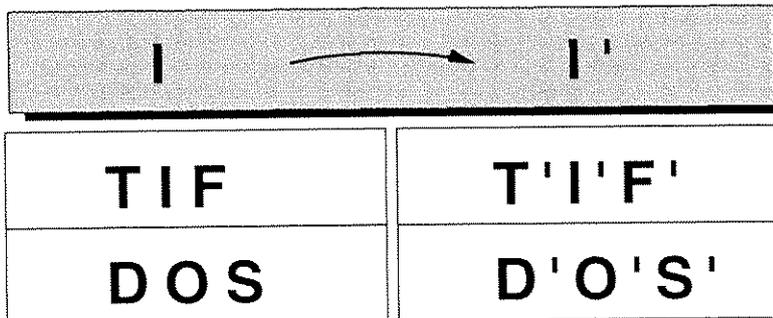
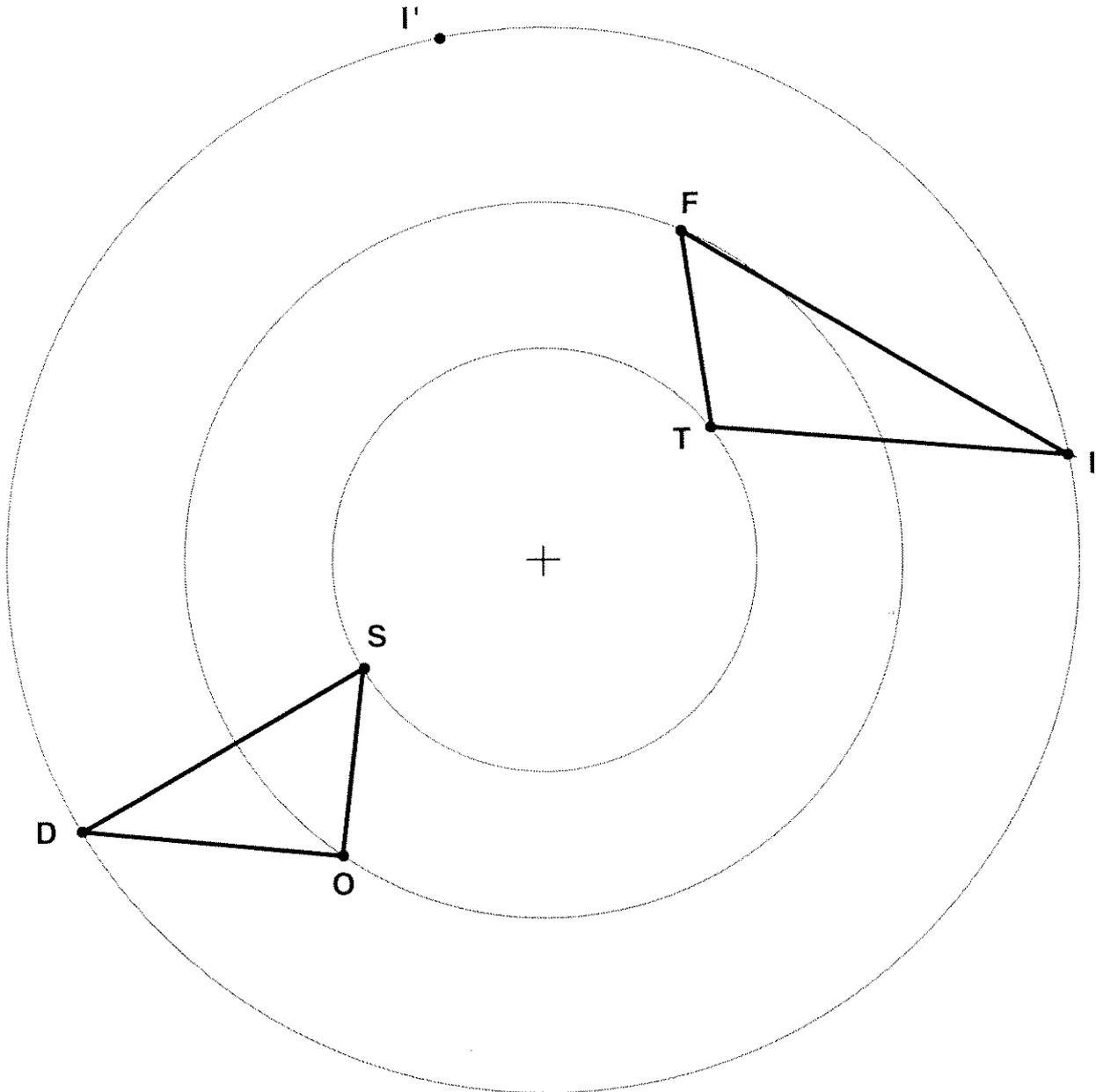
Cette rotation amène un point de la figure sur le point "primé" correspondant.

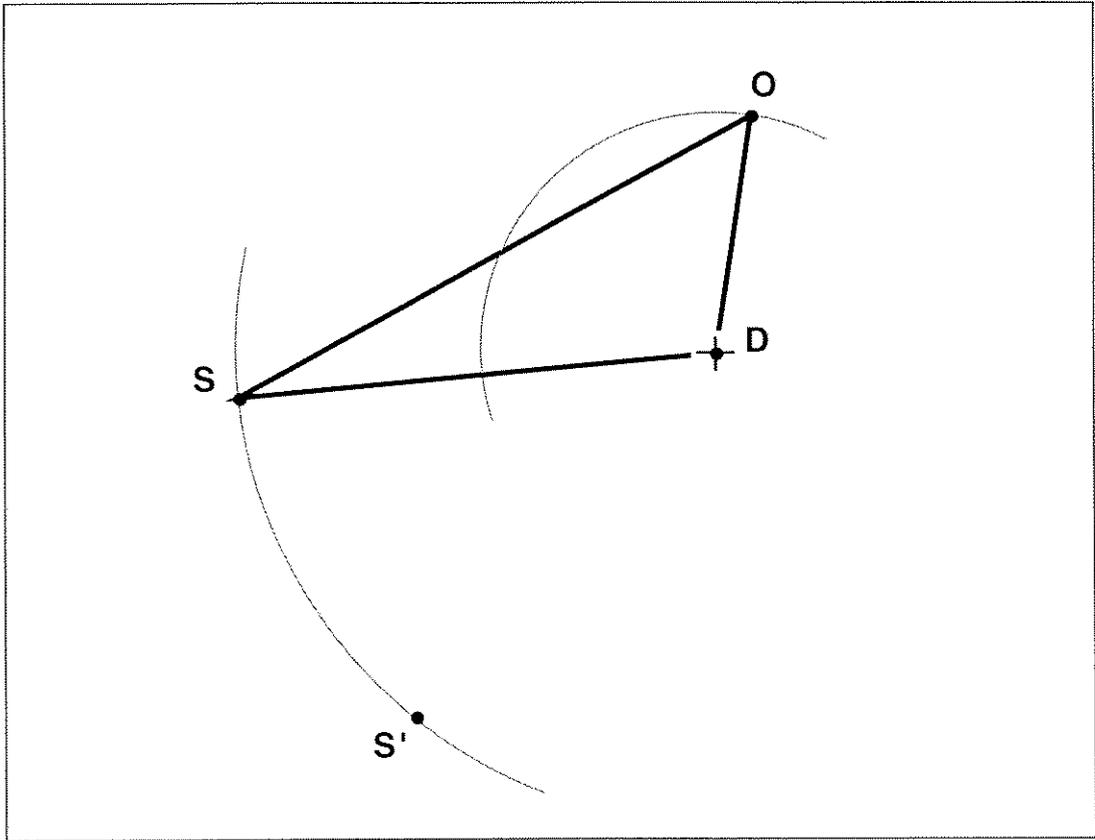
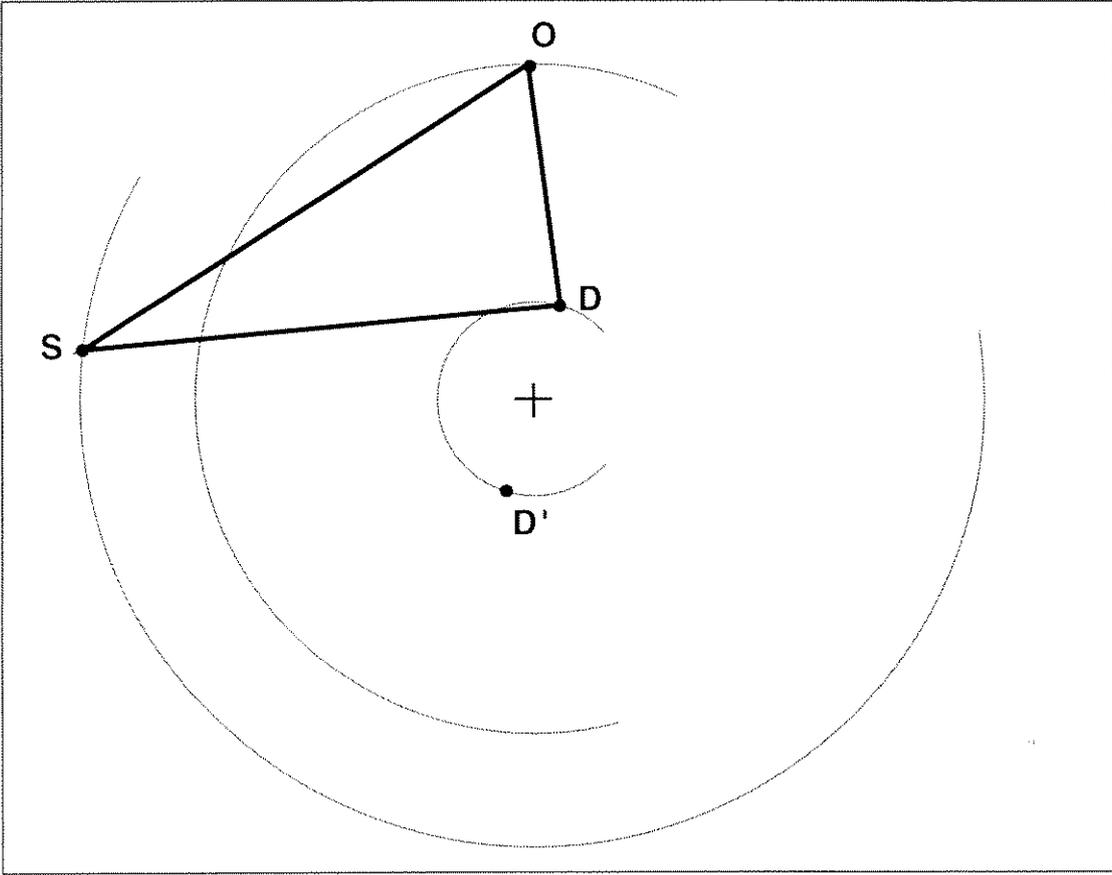
L'exercice consiste à tracer, pour chacune des figures données, la figure obtenue par cette rotation.

Entre nous

La notation adoptée, bien que très conventionnelle, peut occasionner des difficultés. Elle doit donc être bien précisée pour ne créer aucune gêne lors du déroulement de cette activité.

L'activité en elle-même ne fait que proposer une méthode de construction de l'image d'une figure par une rotation. L'interdiction d'utiliser le compas est liée à la volonté de souligner la notion d'angle de rotation et de ne pas utiliser la superposabilité de la figure et de son image.





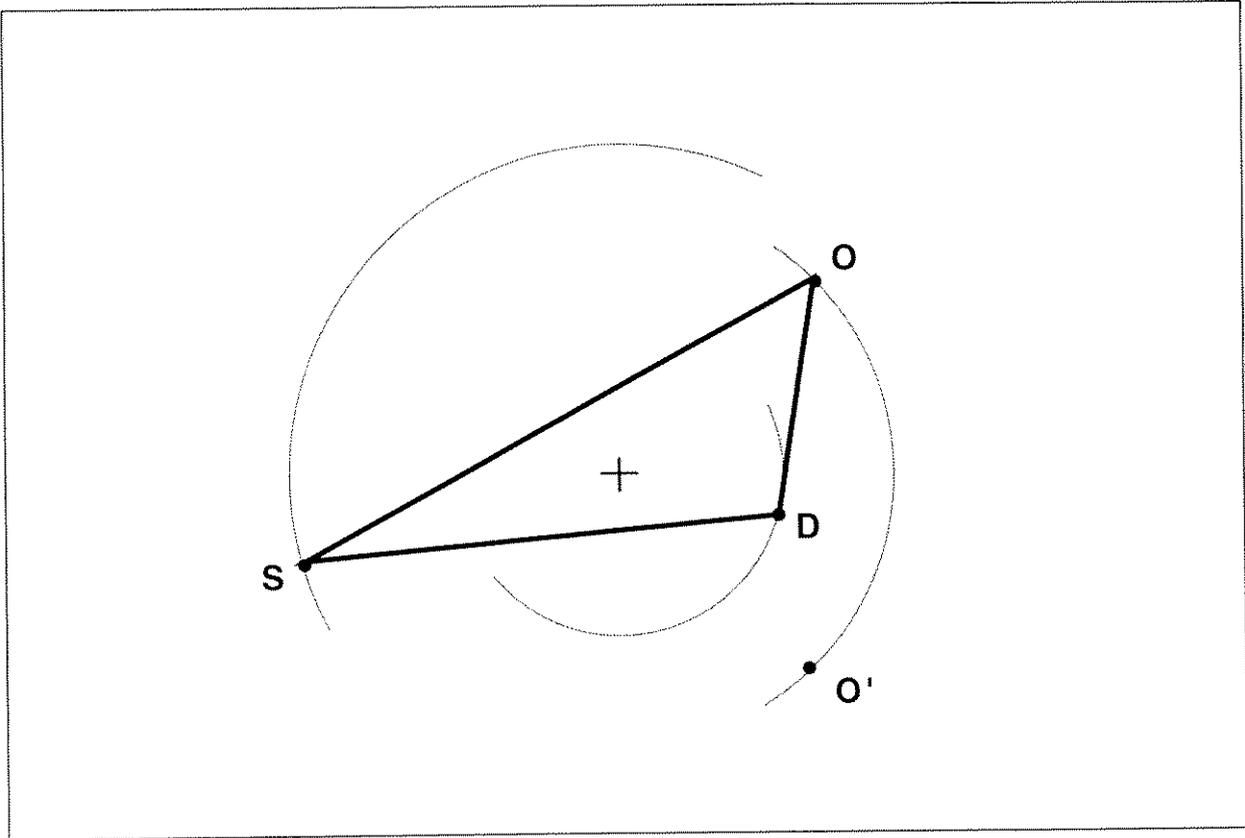
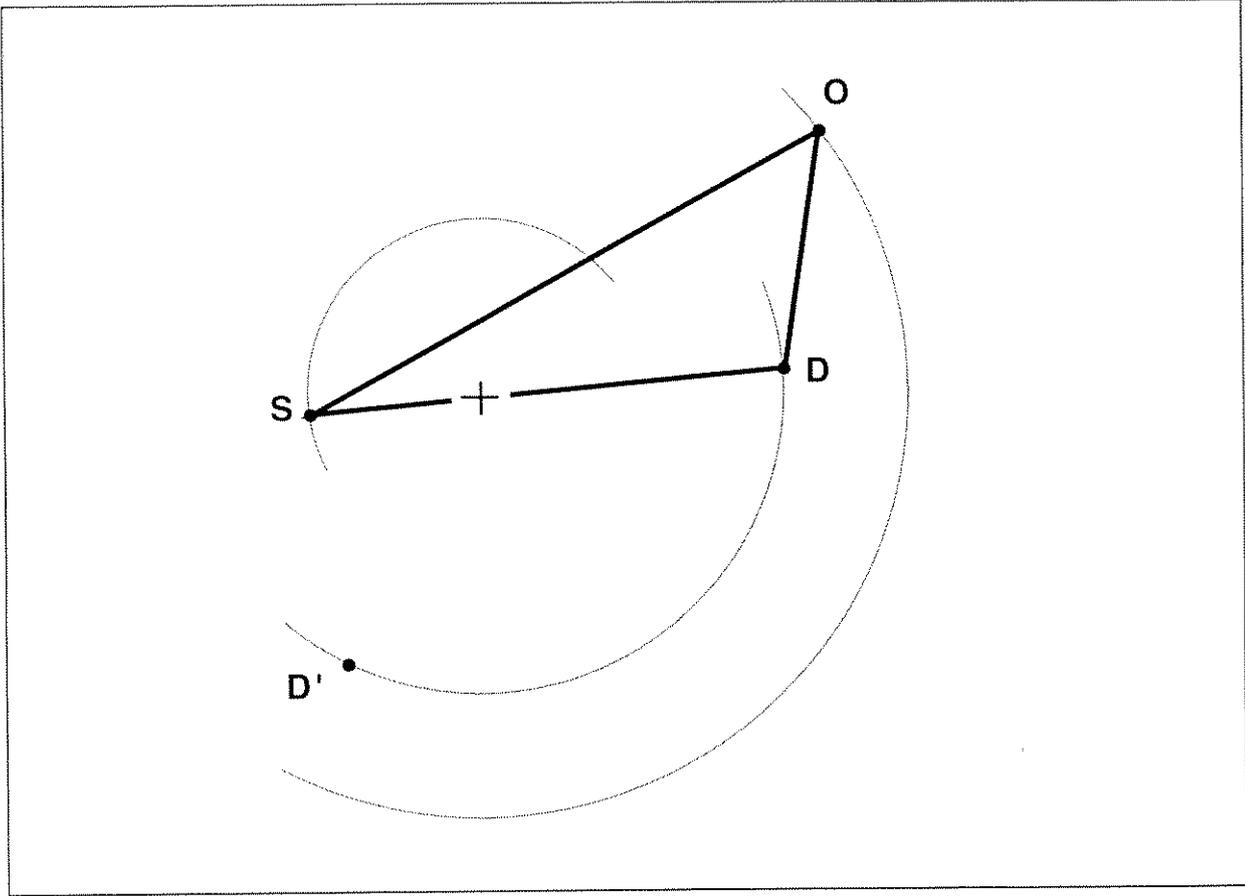


IMAGE "PRIMÉE"

Outils

Règle et compas.

Consigne

Pour chacune des activités proposées, le point O marqué d'une croix, est le centre d'une rotation qui amène un point de la figure sur le point "primé" correspondant.

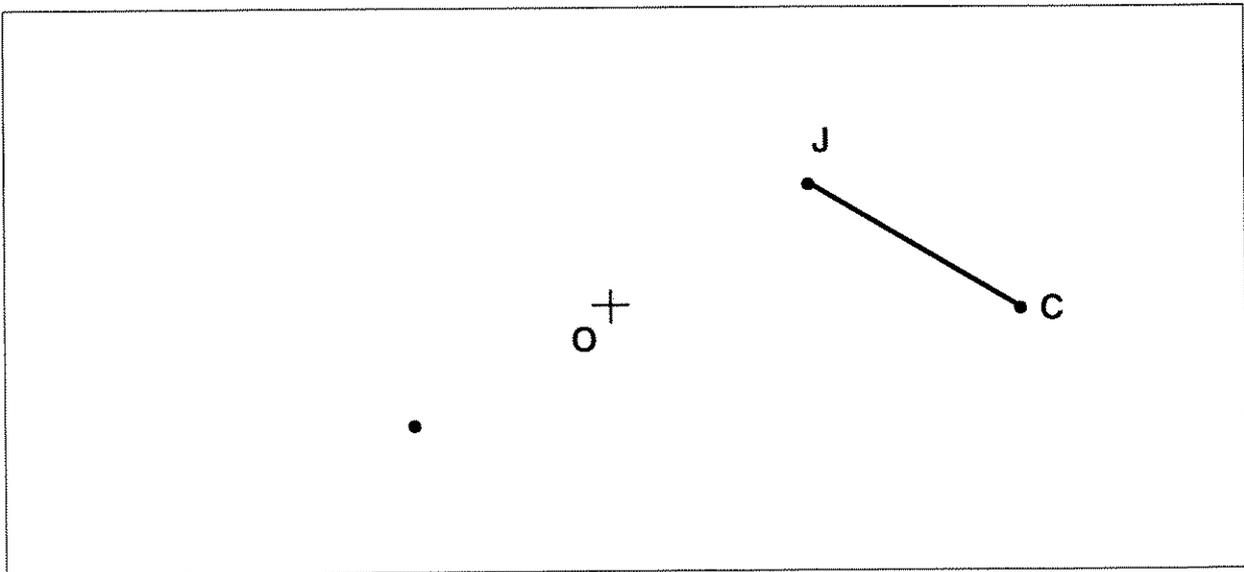
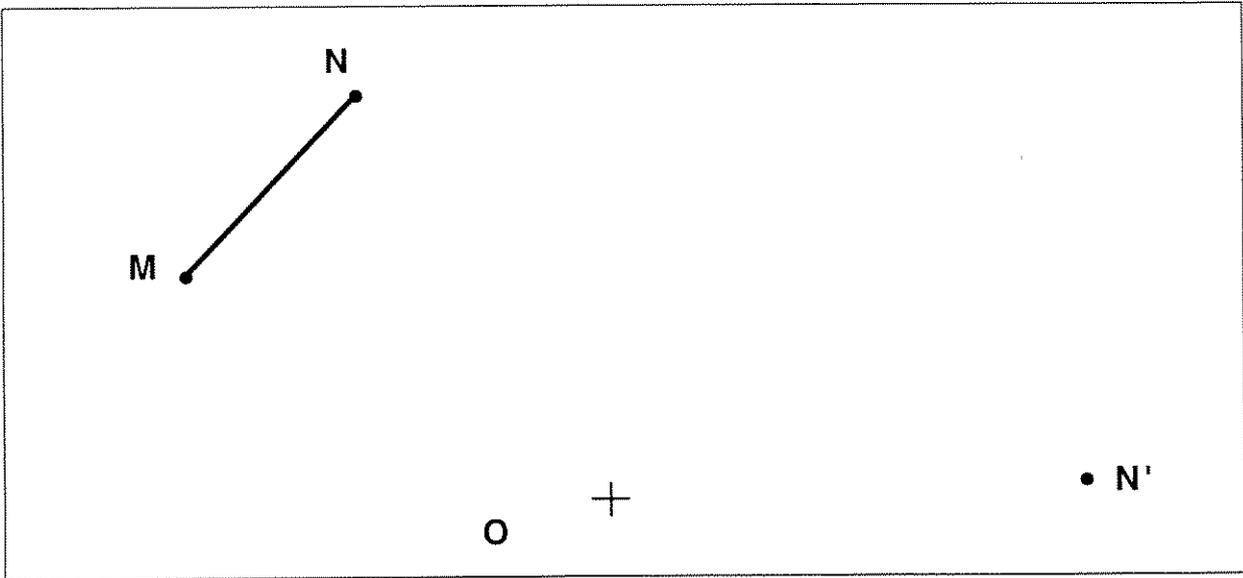
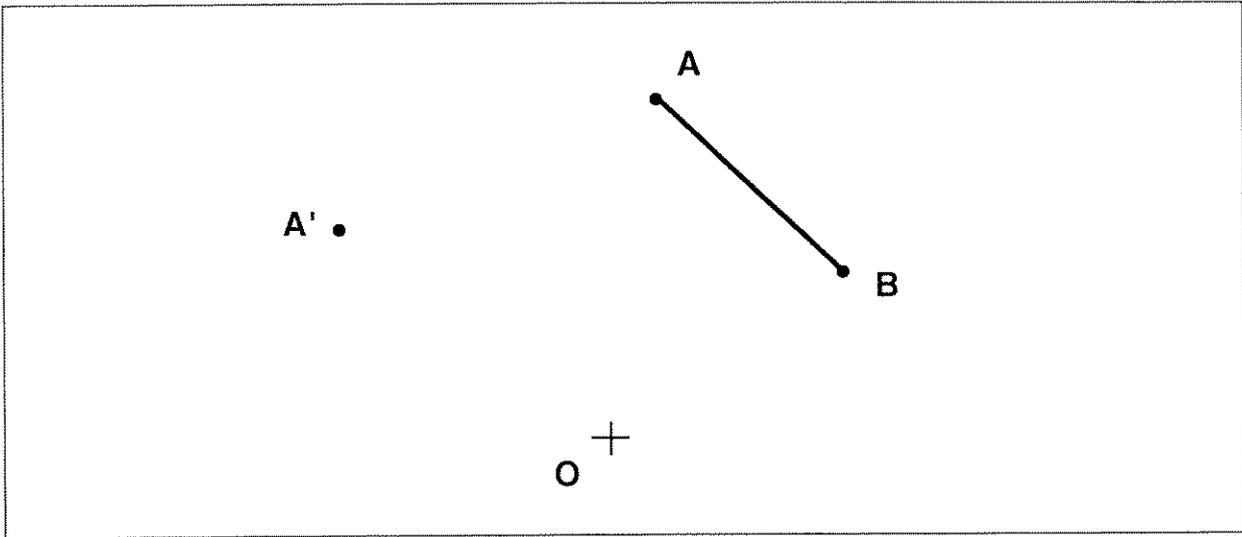
L'exercice consiste à tracer, pour chacune des figures données, la figure image obtenue par cette rotation.

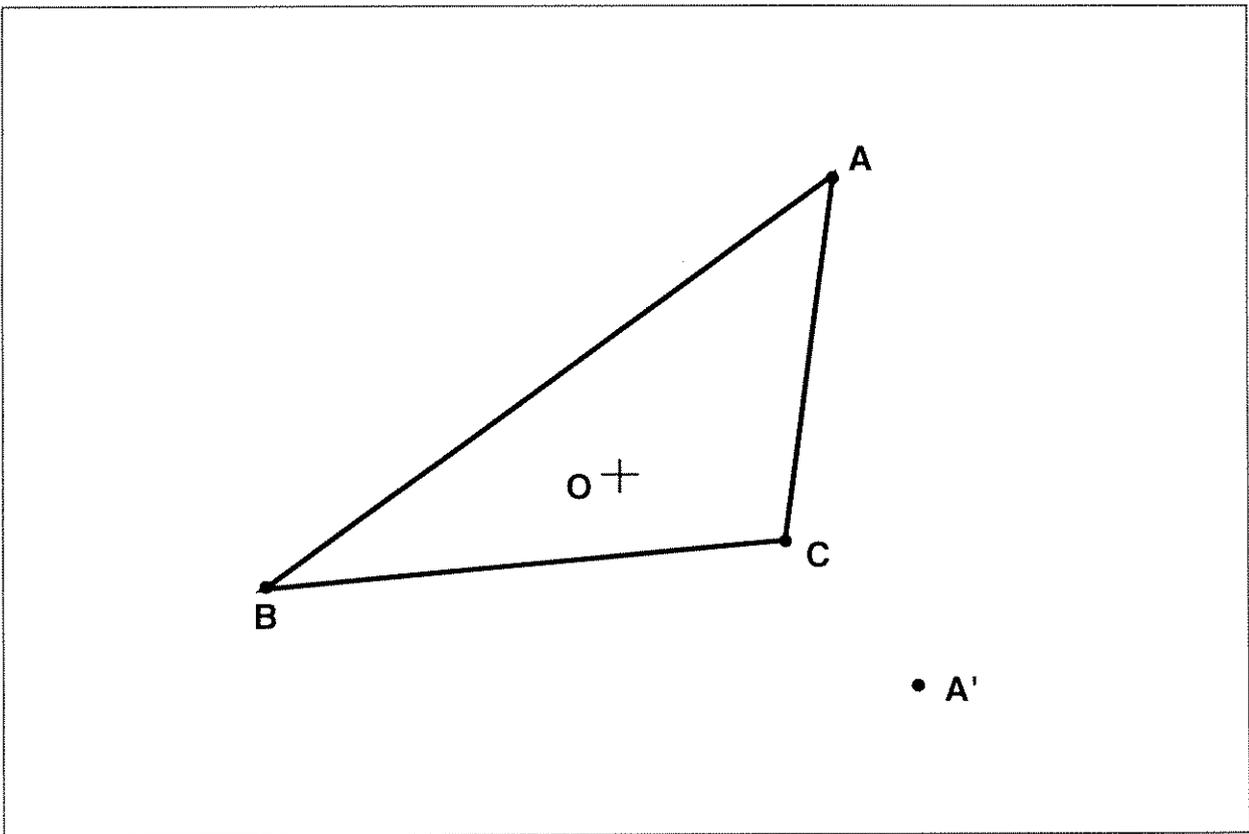
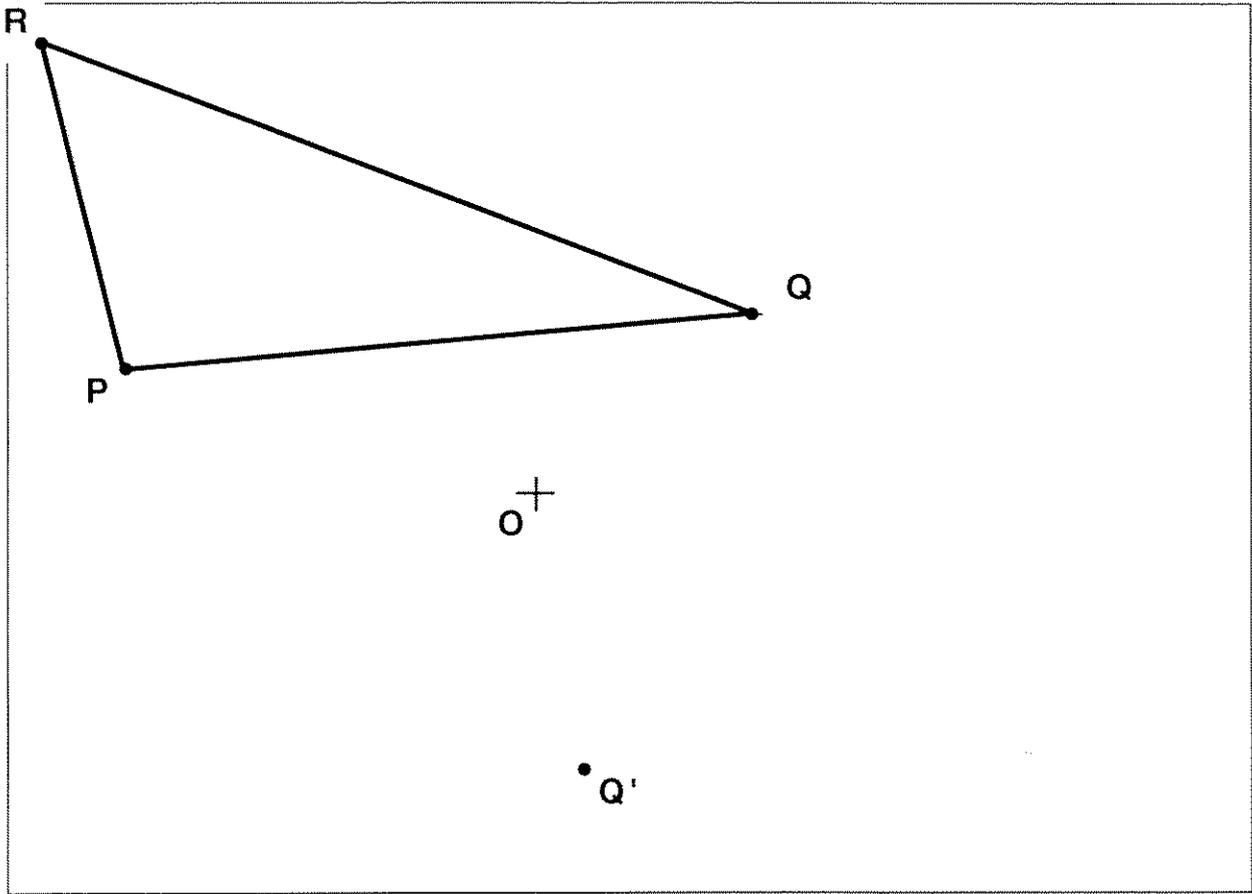
Entre nous

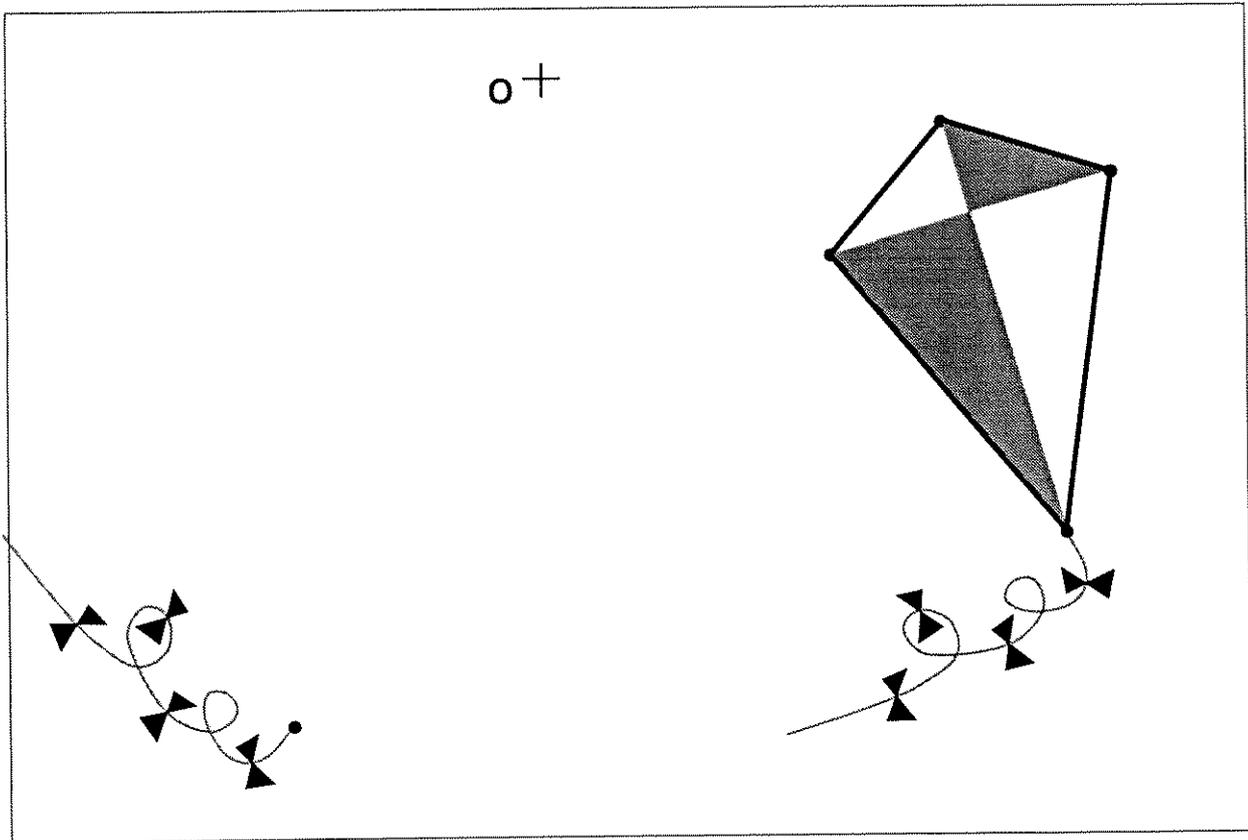
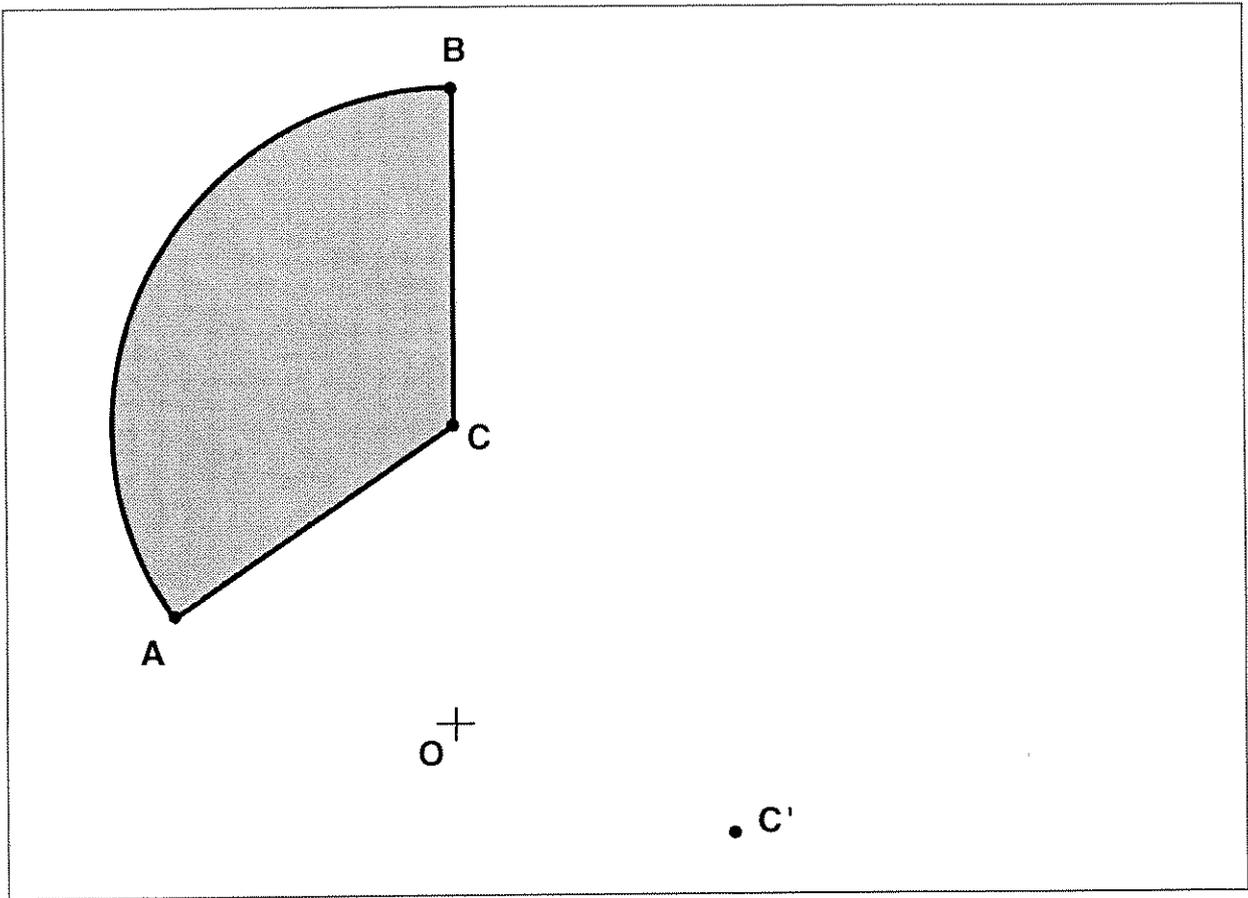
La construction qu'on voudrait voir apparaître ici est celle qui a été introduite auparavant (tracé des arcs de cercle joignant un point à son image). La simplicité des figures proposées permet de développer entièrement cette approche. Une figure plus complexe inciterait davantage l'enfant à utiliser la superposabilité de la figure et de son image, au moins dans une partie du tracé.

Dans la deuxième configuration, l'omission de la lettre primée peut ouvrir à discussion.

Dans la dernière activité, l'une des extrémité de la ficelle du cerf-volant fixe la donnée nécessaire à la construction.







RÉCRÉATION



O⁺

A → B	
A	B
B	C
C	...
...	



O⁺

CHAPITRE 13

LE SENS DE ROTATION

Le chapitre précédent a focalisé notre attention sur l'amplitude de l'angle de rotation. Les activités proposées contenaient en fait un implicite : le centre de la rotation étant indiqué, la donnée d'au moins un point et de son image indiquait sans ambiguïté "*dans quel sens on tourne*".

L'objet de ce chapitre est donc de mettre en évidence la nécessité d'ajouter une orientation pour caractériser une rotation de centre et d'amplitude donnés.

Nous serons amenés à rechercher une notation suffisamment explicite pour permettre à chacun d'effectuer la rotation souhaitée.

- . Sans "primes"
- . *Récréation*
- . Des notations pour une rotation

SANS PRIMES

Outils

Règle, équerre, rapporteur, compas.

Consigne

Dans chacune des activités proposées il faut construire les objets : biboules, segments, triangles,... nommés dans le tableau mais non encore tracés.

Les objets à construire sont les images, par une rotation, d'objets déjà dessinés.

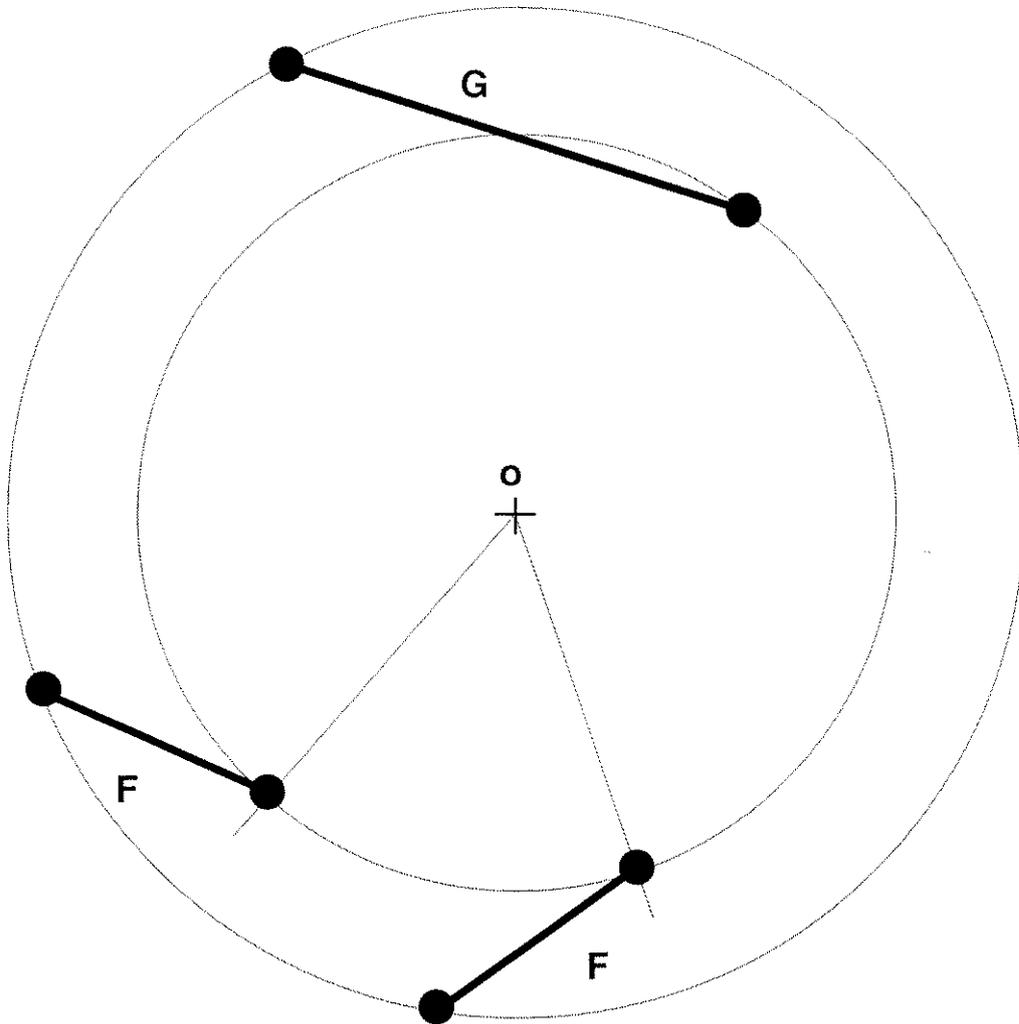
La rotation à étudier est définie dans l'en-tête de chaque tableau.

Entre nous

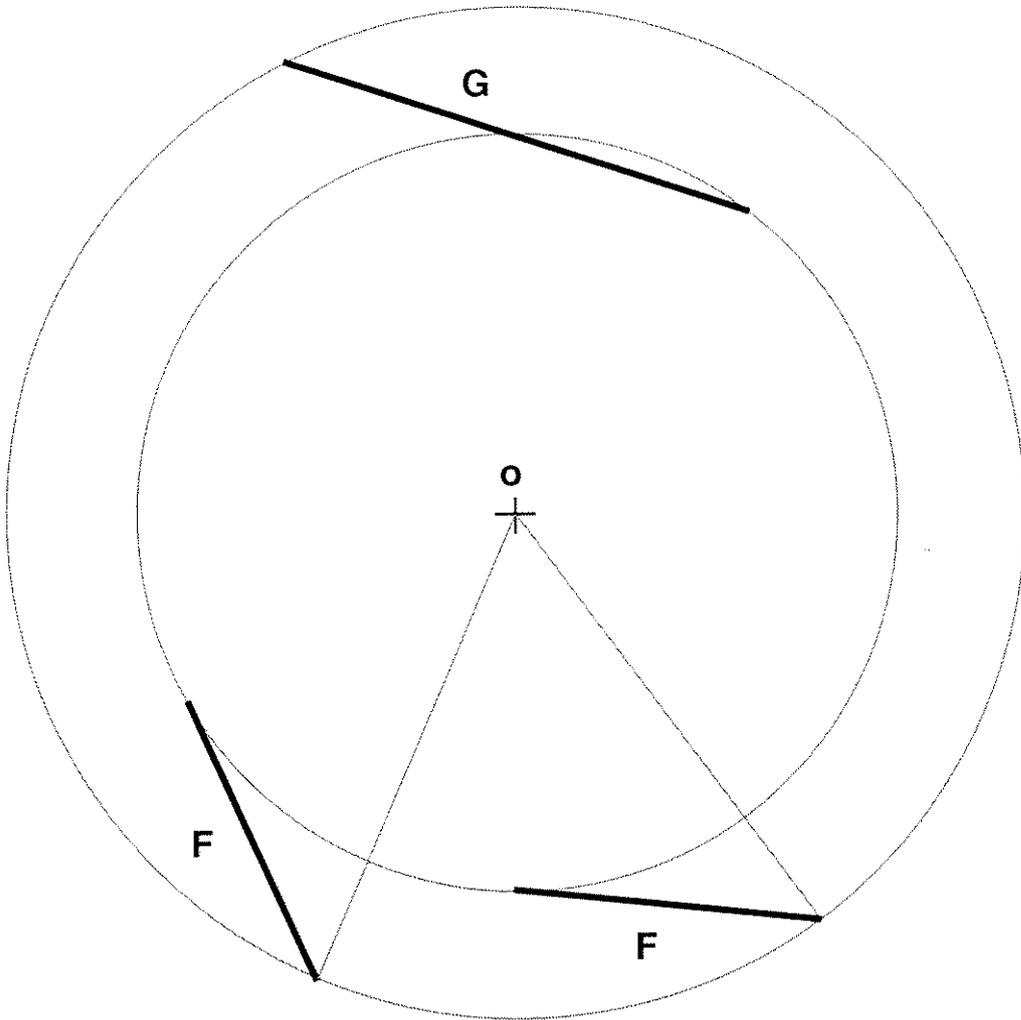
L'activité ainsi proposée (à l'identique de celles des pages 32 - 33) repose sur l'absence du "prime" qui permet de différencier l'objet de départ de son image.

Cet "oubli" doit inciter l'élève à percevoir la notion de sens de rotation. En effet, le sens de la rotation sera différent suivant qu'il choisit de primer une lettre ou l'autre.

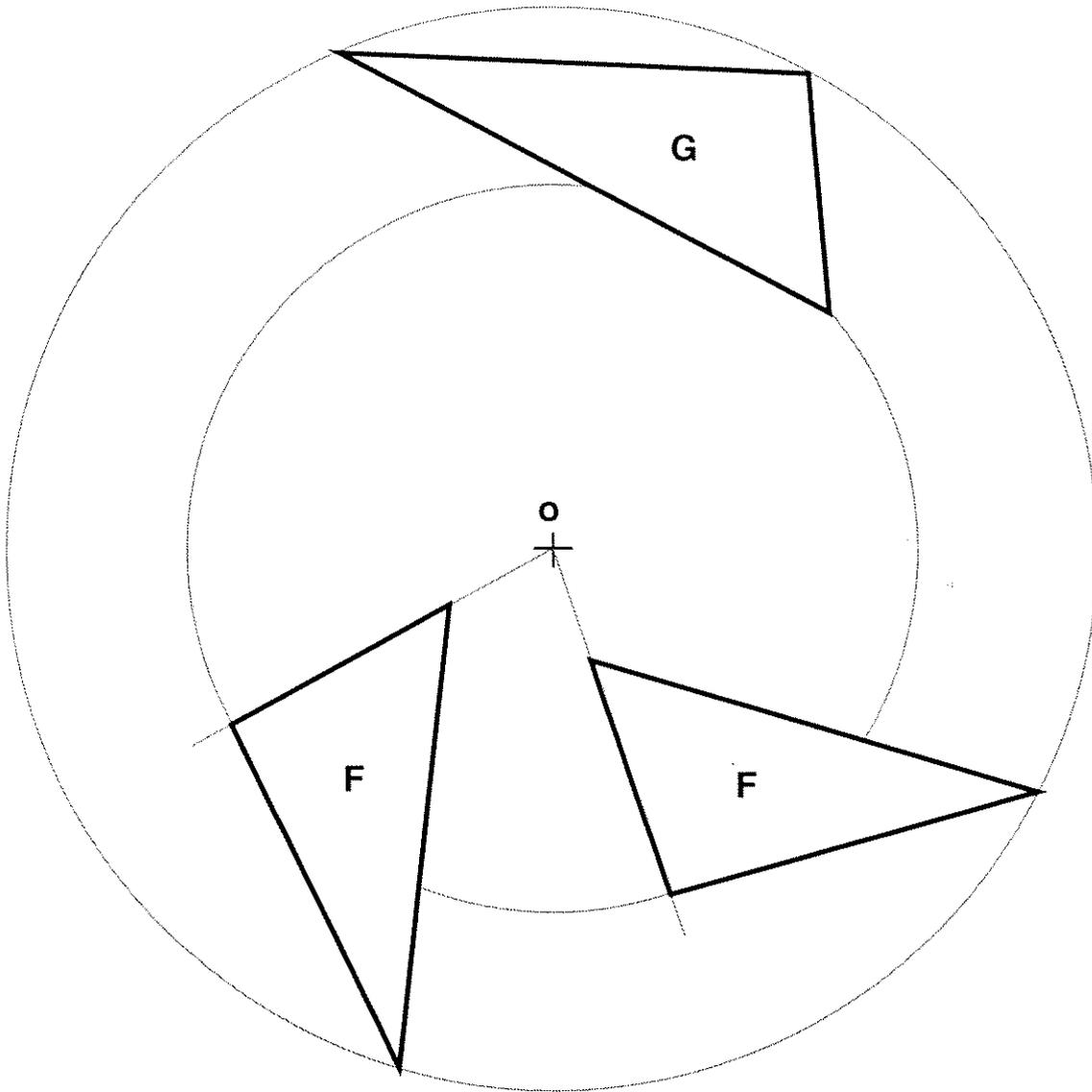
Les trois activités reposant sur la même idée, il n'est donc pas indispensable de les proposer toutes les trois. L'enseignant pourra choisir la première activité s'il souhaite une référence forte à l'activité "Biboules Dingues" (pour peu qu'elle ait été faite). Le choix d'une figure plus "géométrique" tiendra peut-être davantage compte de l'évolution des connaissances de l'élève depuis cette activité.



F \curvearrowright F'	
F	F'
G	G'



F \curvearrowright F'	
F	F'
G	G'



F \curvearrowright F'	
F	F'
G	G'

Sans dessus-dessous...

*Après 2 rotations successives, la caisse sera enfin posée dans le bon sens.
Dessine la caisse dans sa position souhaitable.*

DES NOTATIONS POUR UNE ROTATION

Outils

Tous les instruments de dessin.

Consigne

Dans chacun des cas, tracer l'image de la figure proposée dans la rotation de centre O et d'angle indiqué par l'étiquette.

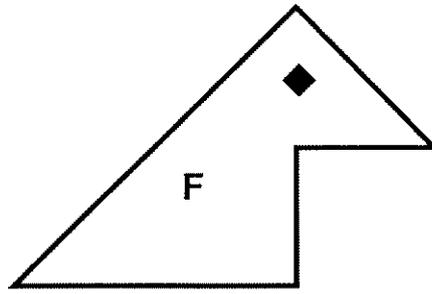
Entre nous

La multiplicité des notations existantes peut poser problème. Aussi paraît-il souhaitable d'y familiariser les élèves. Nous avons choisi quelques unes de ces notations.

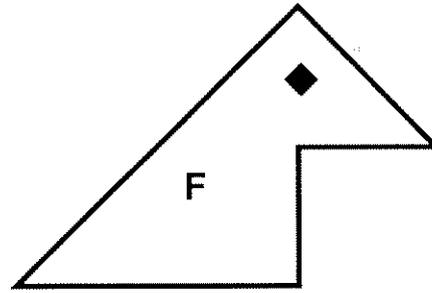
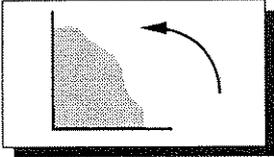
Les étiquettes vides des derniers dessins pourront permettre d'autres notations, éventuellement de tester la perspicacité des élèves quant au choix des angles de rotation.

Quelques unes des dernières constructions participent à l'enrichissement d'une culture visuelle indispensable en géométrie.

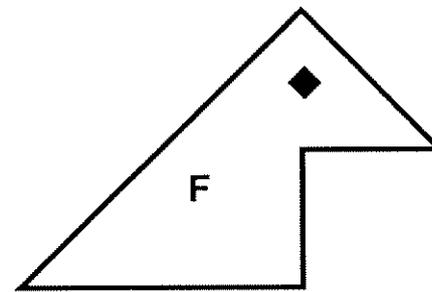
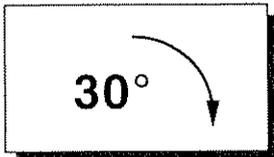
Une fois encore il n'est sans doute pas indispensable de traiter tous les cas proposés.



0^+

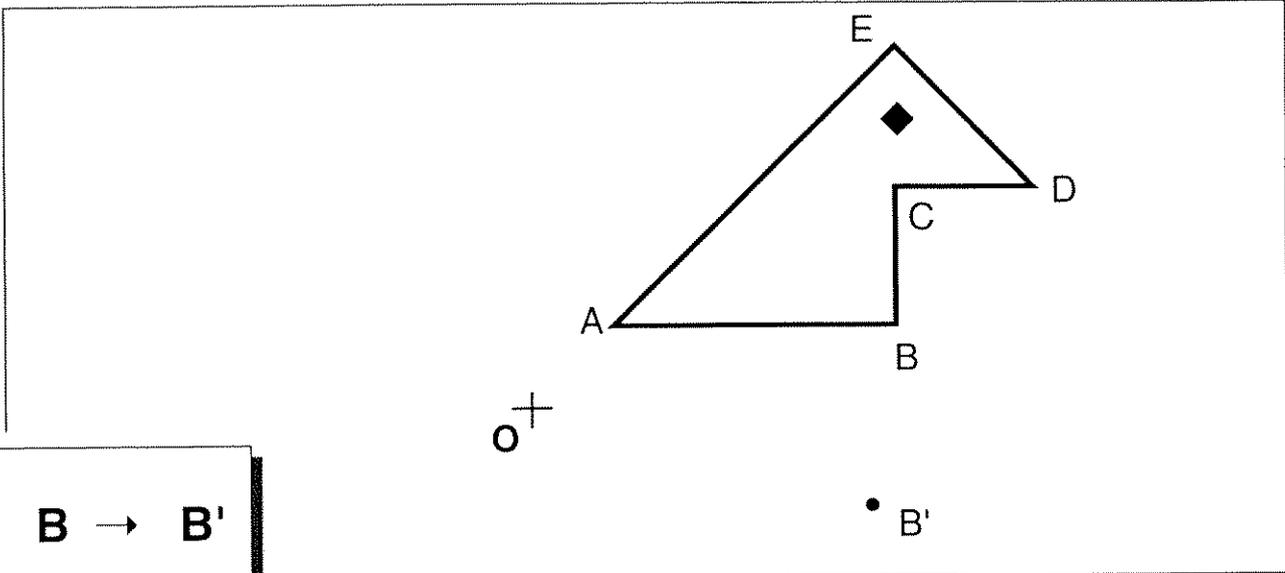


0^+

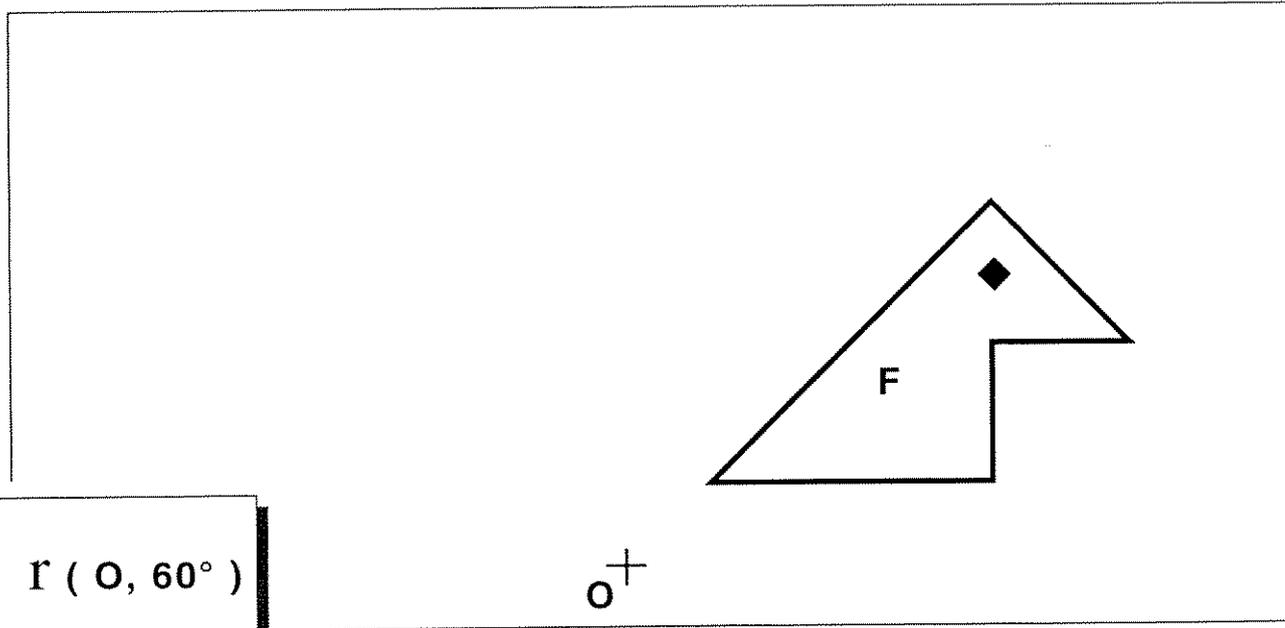


0^+

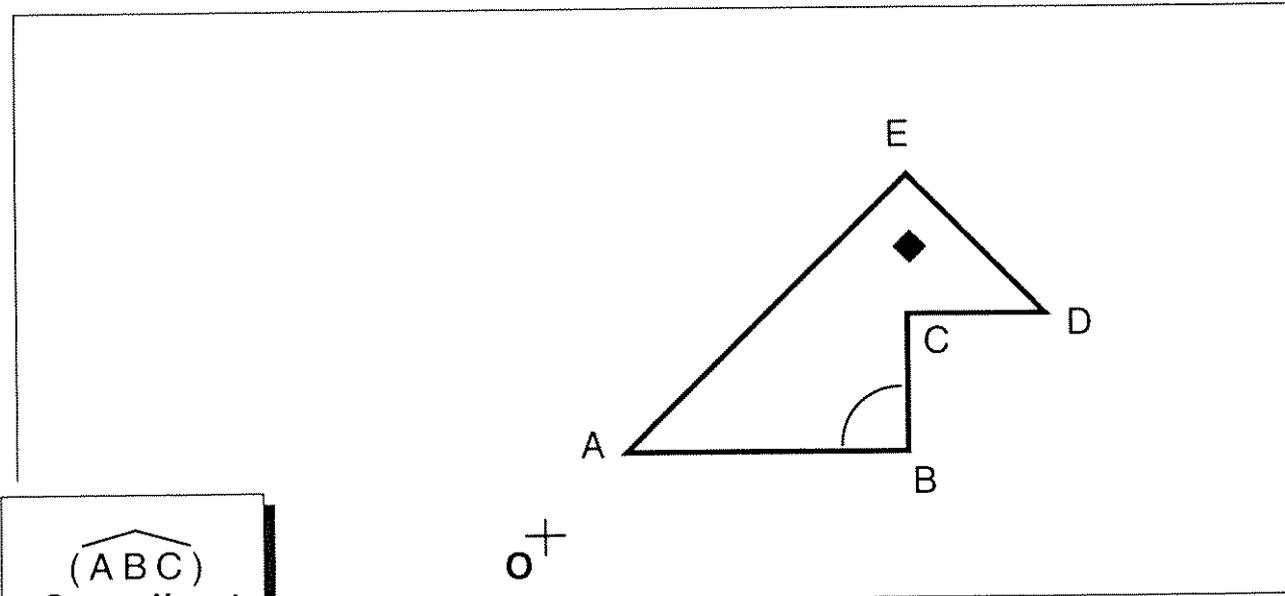




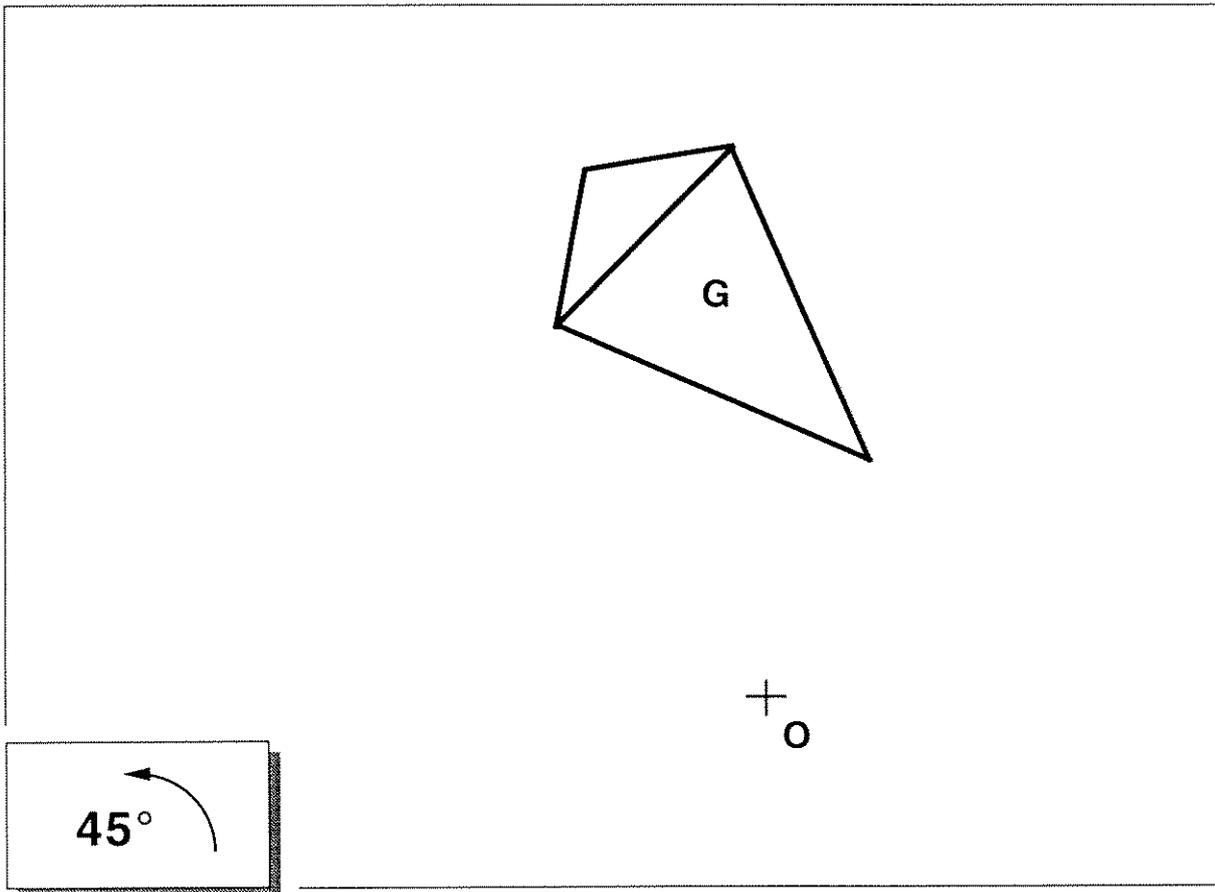
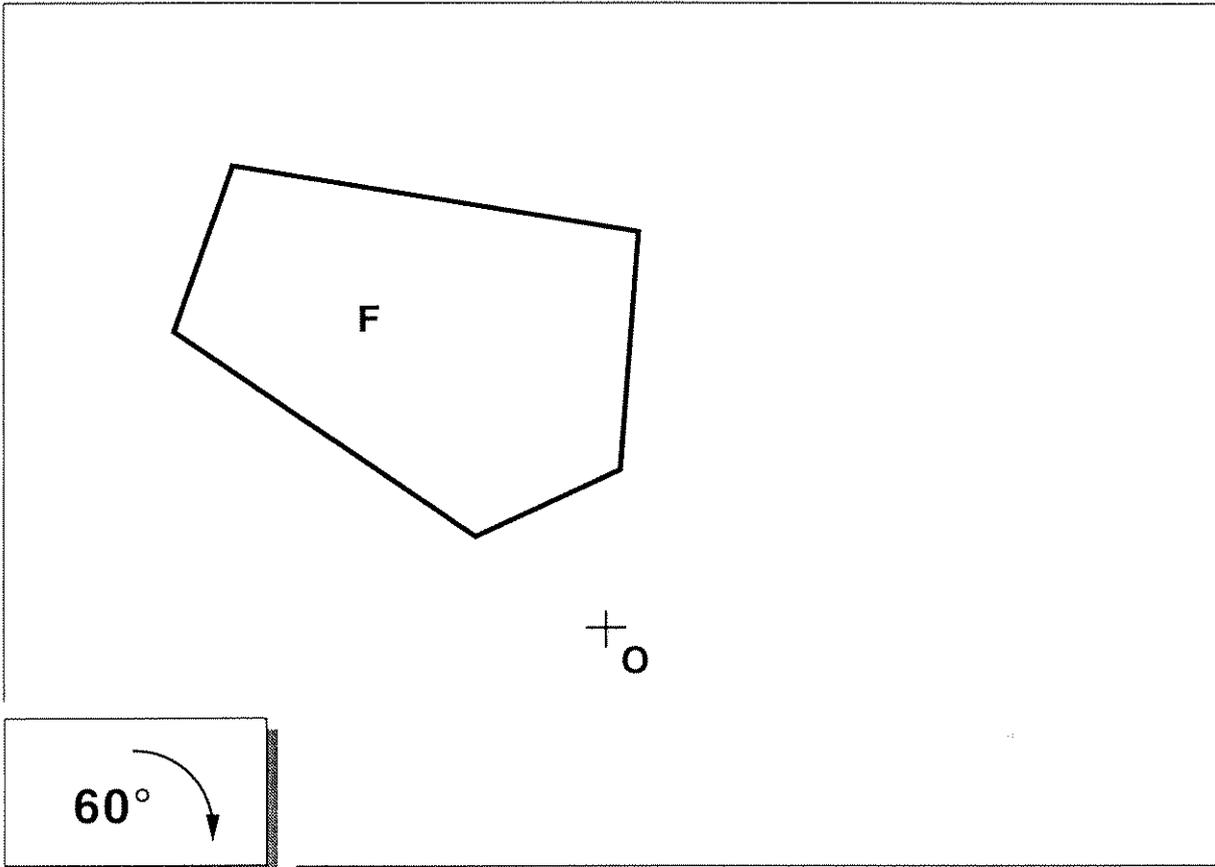
$B \rightarrow B'$

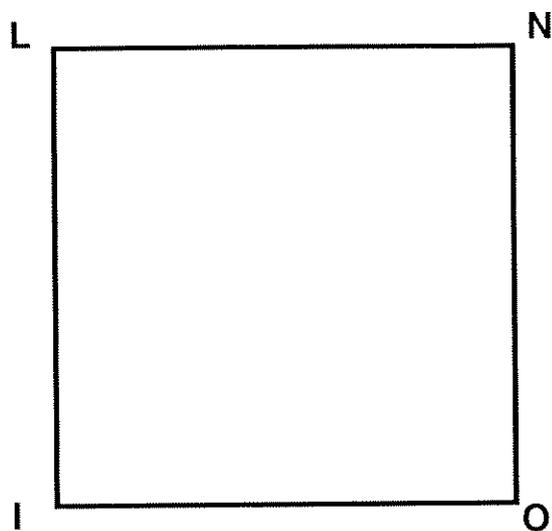


$r(O, 60^\circ)$

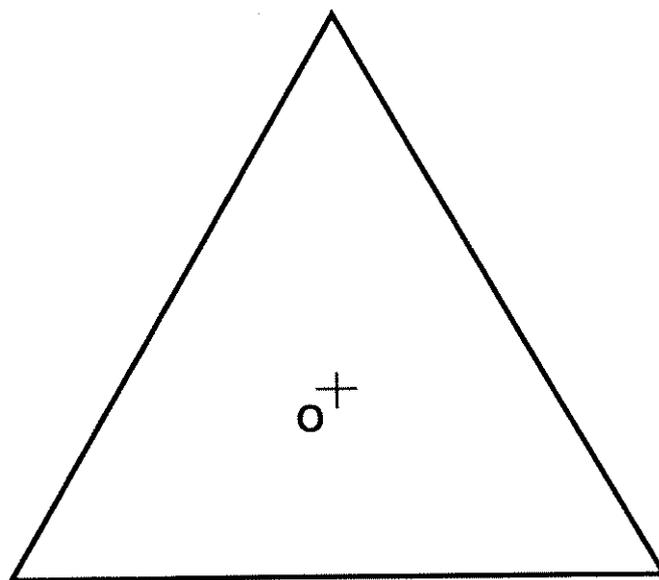


**(ABC)
Sens direct**

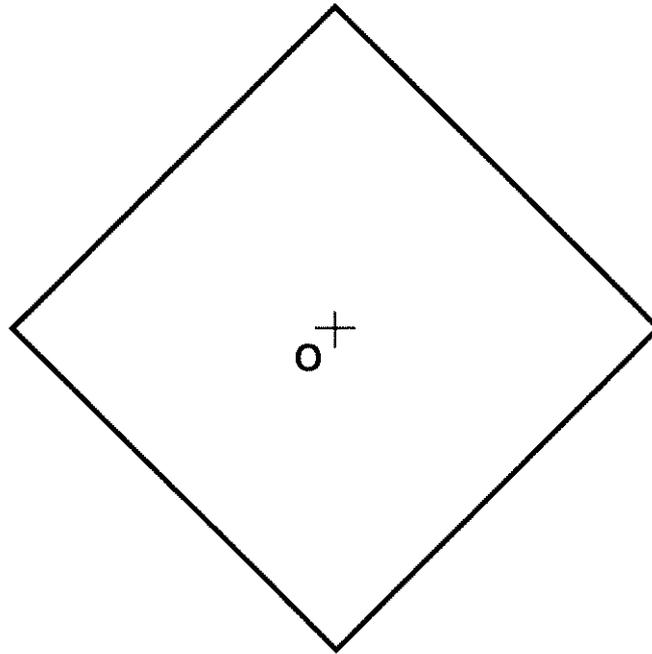




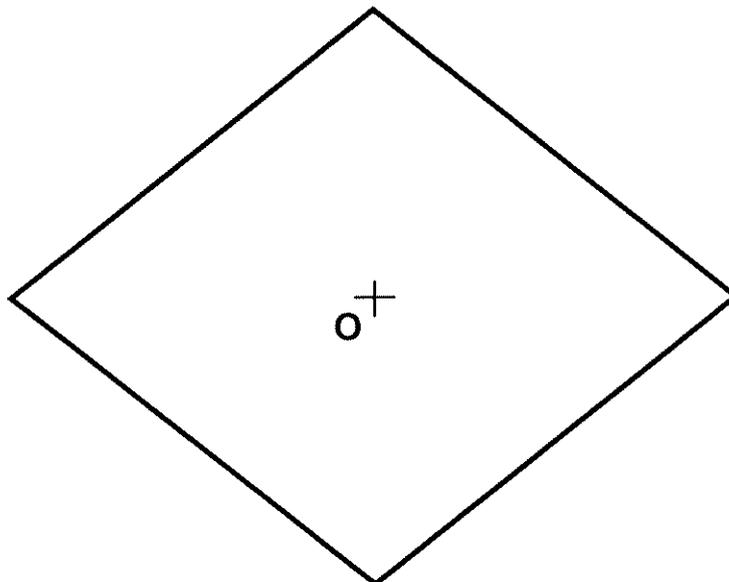
$\Gamma (O, -45^\circ)$



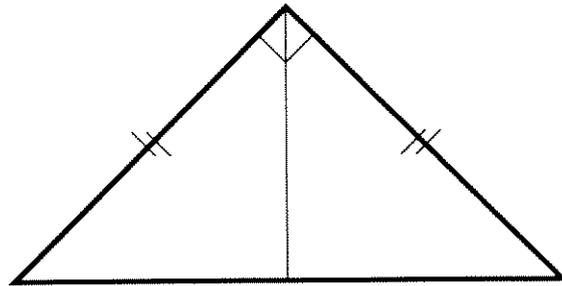
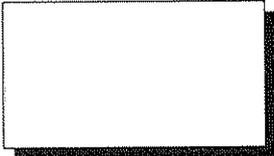
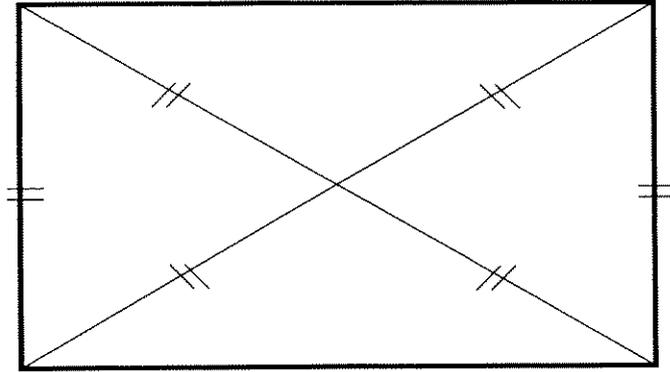
$\Gamma (O, 60^\circ)$

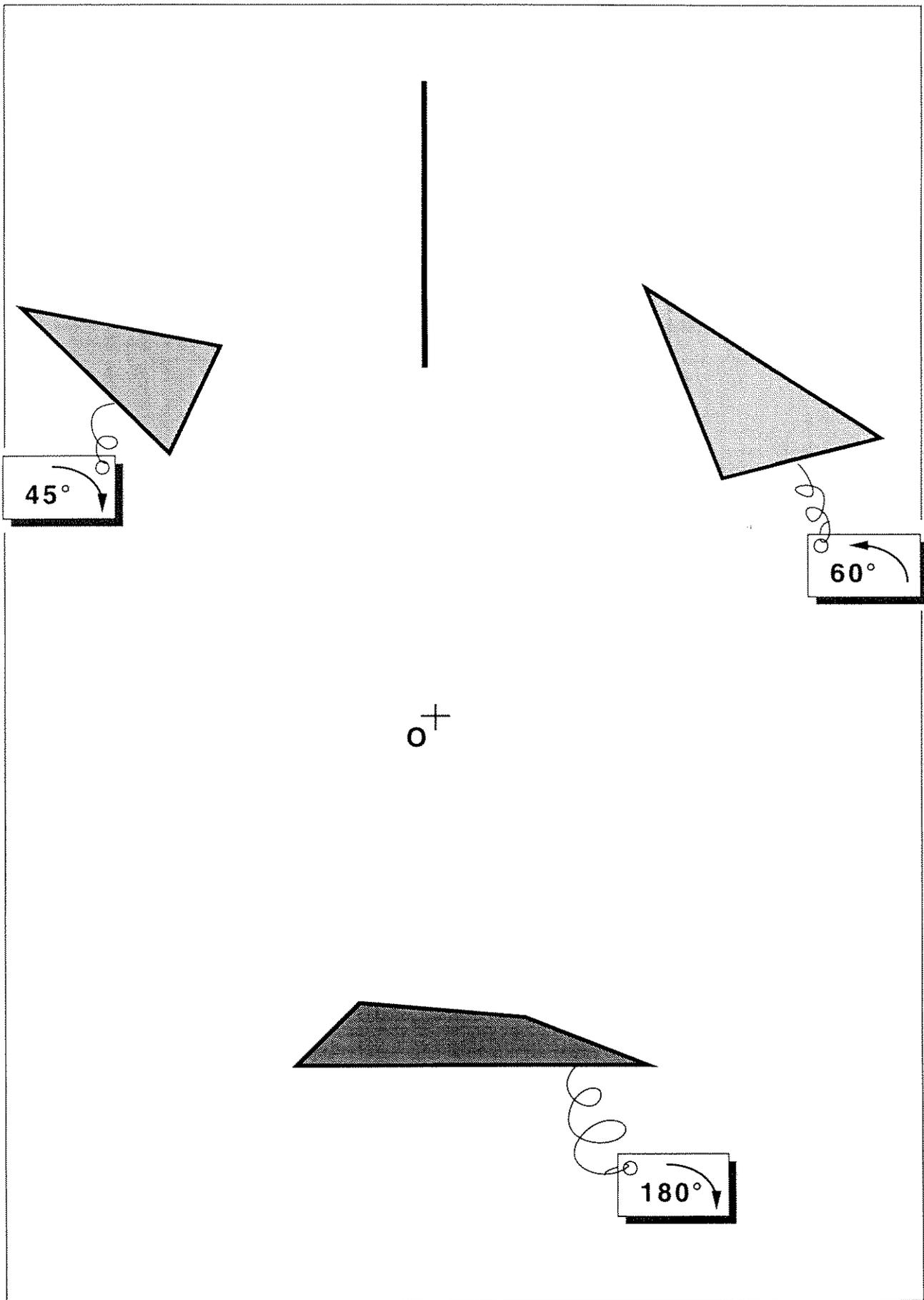


135°
Sens direct



45°
Sens indirect





CHAPITRE 14

PROPRIETES ANGULAIRES DE LA ROTATION

Nous avons observé l'action d'une rotation sur des figures usuelles : point, segment, triangle, ...

L'usage du papier calque a placé d'emblée la rotation dans les isométries. La conservation des distances et des angles a été mise en évidence et sera exploitée dans les chapitres suivants.

La recherche de l'image d'une droite va nous conduire à la découverte d'une propriété angulaire remarquable :

Comment retrouver l'angle d'une rotation en étudiant l'angle déterminé par une droite et son image ?

- . Image d'une droite
- . Image d'une droite 2 (*Le retour*)
- . Image d'une droite 3 (*La revanche*)
- . Une propriété angulaire
- . Chercher l'angle ou "*De combien ça tourne ?*"

IMAGE D'UNE DROITE

Outils

Papier calque, pointe de compas (par exemple).

Consigne

Parmi les rotations de centre O , il y en a une, telle que l'image de la droite d passe par le point M' .

En s'aidant du papier calque, essayer de dessiner sur la feuille, l'image de d .

Y a-t-il d'autres rotations de centre O qui satisfont à la même condition ?

Entre nous

Cet exercice permet de visualiser l'effet d'une rotation sur une droite mais le but essentiel est d'installer l'activité suivante.

Bien que ce ne soit pas l'objectif visé ici, le problème de savoir s'il existe toujours une solution peut être posé.

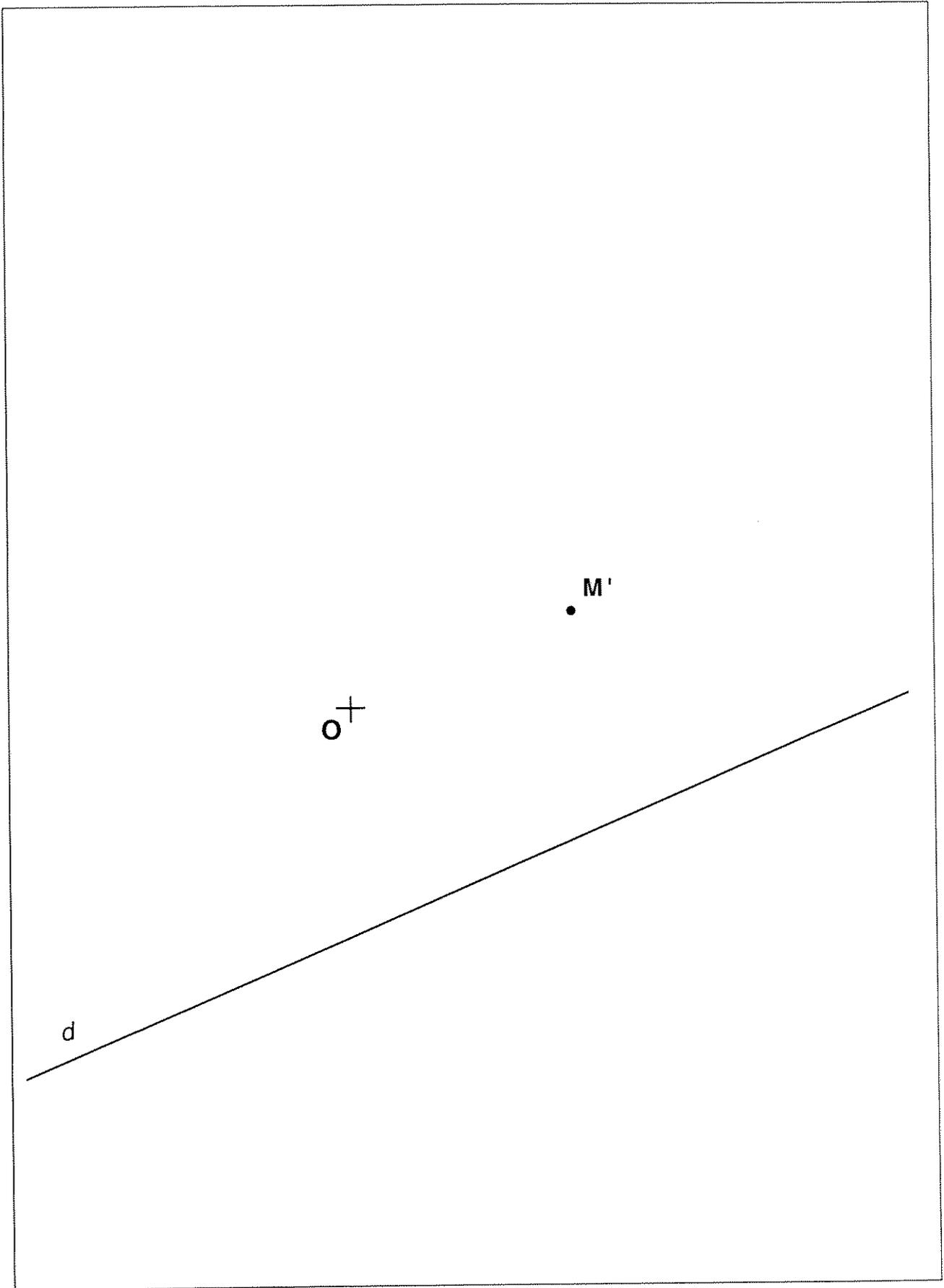


IMAGE D'UNE DROITE 2 (LE RETOUR)

Outils

Papier calque, tous les instruments de géométrie.

Consigne

1. Vérifier que d' est l'image de la droite d dans une rotation de centre O .
2. Parmi les points M_1, M_2, M_3, M_4 , lequel est l'image du point M dans cette rotation ?
3. Trouver les points de d qui ont pour images M_1, M_2, M_3, M_4 .

Entre nous

La recherche de l'image du point M est simplifiée par le choix proposé et ne réclame qu'une vérification à l'aide du calque.

En revanche la construction des antécédents des points de d' nécessite le réinvestissement des acquis antérieurs.

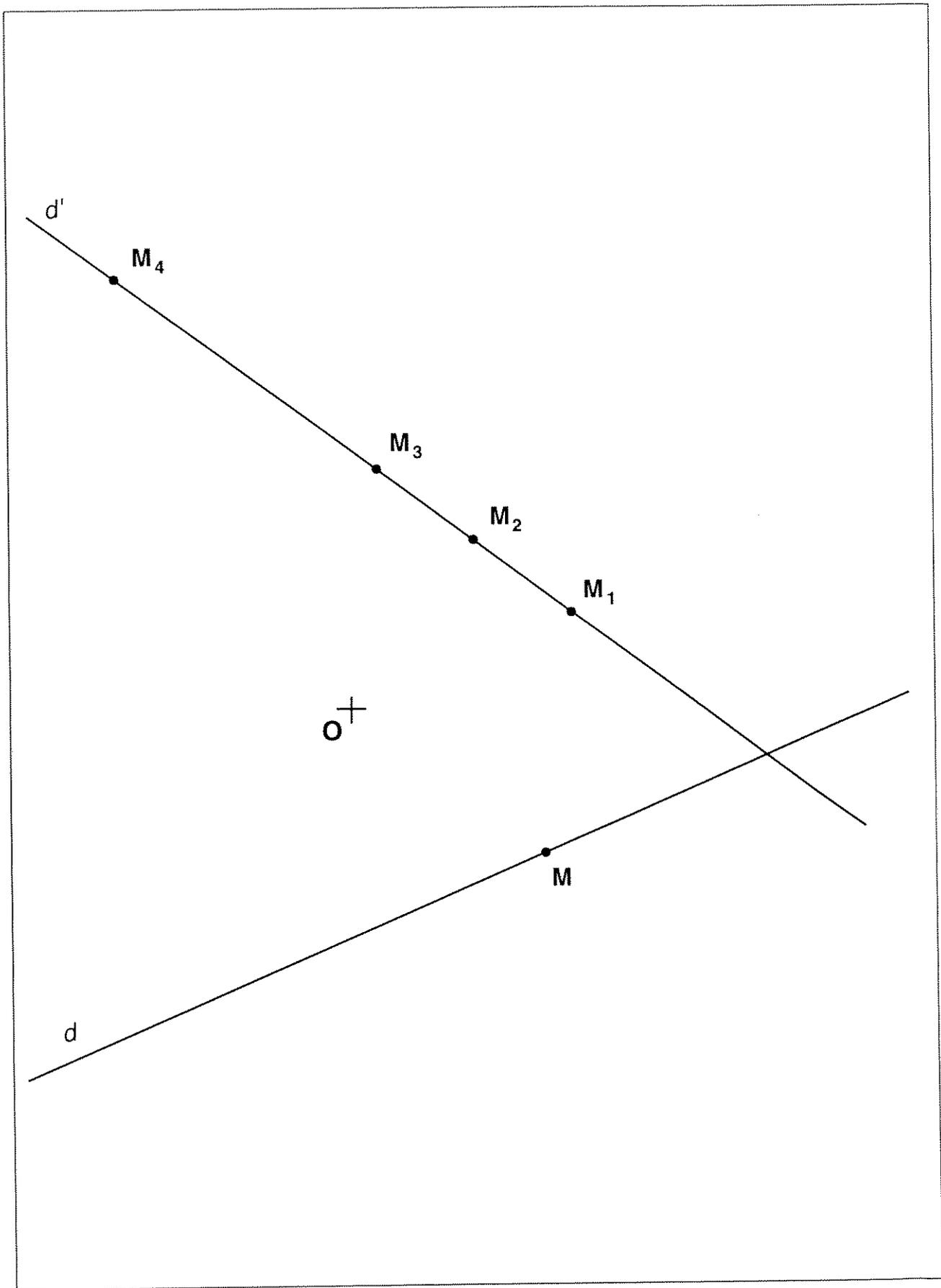


IMAGE D'UNE DROITE 3 (LA REVANCHE)

Outils

Compas, règle, équerre ou réquerre

Consigne

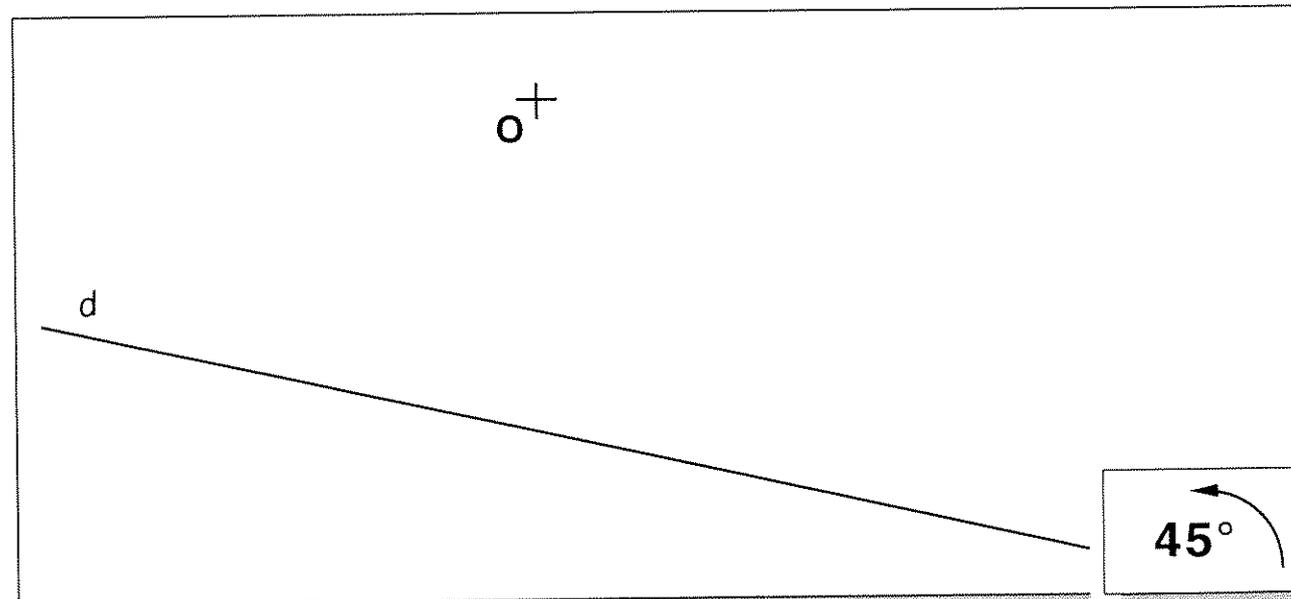
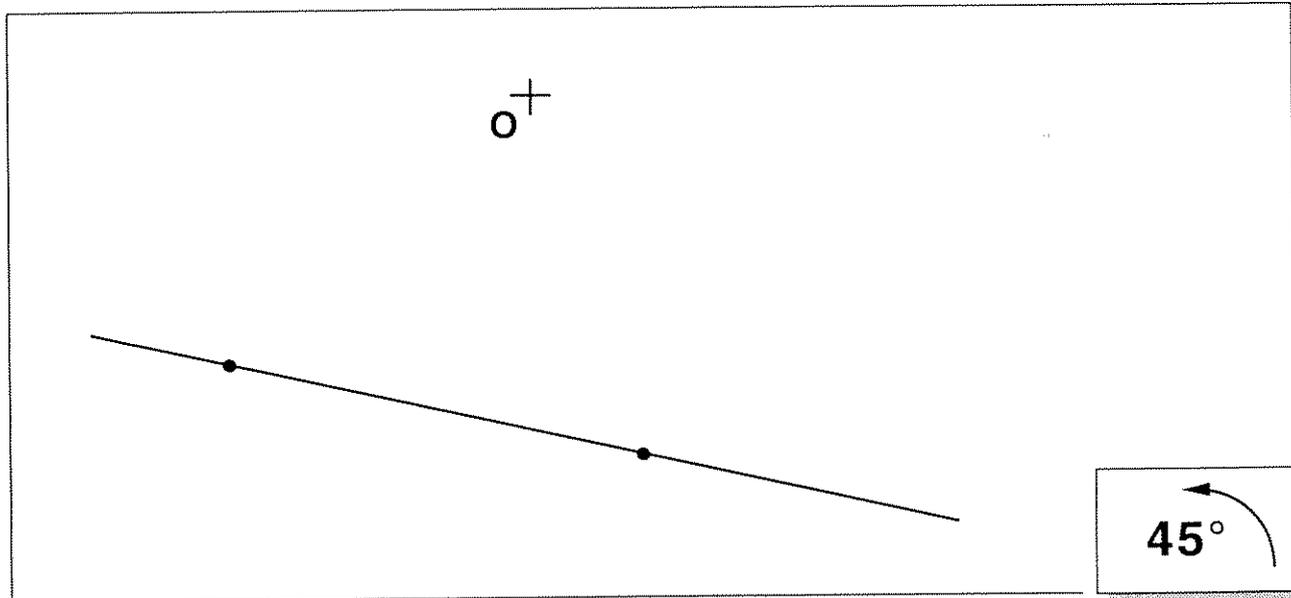
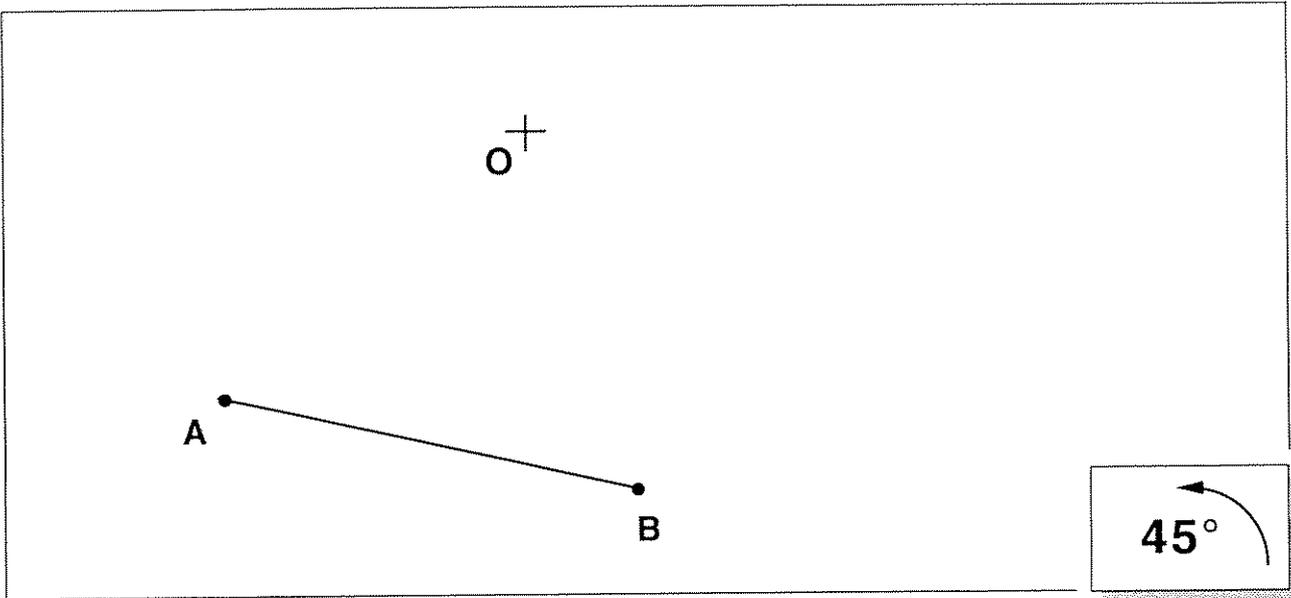
Tracer les images des figures proposées dans la rotation de centre O et d'angle indiqué dans l'étiquette.

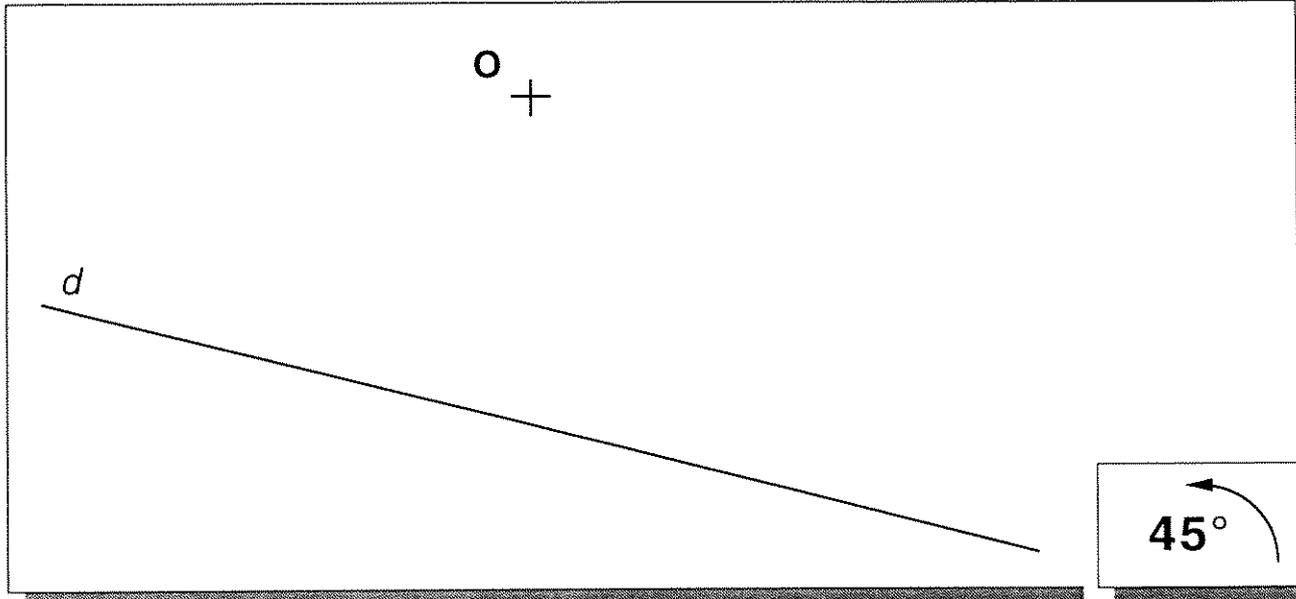
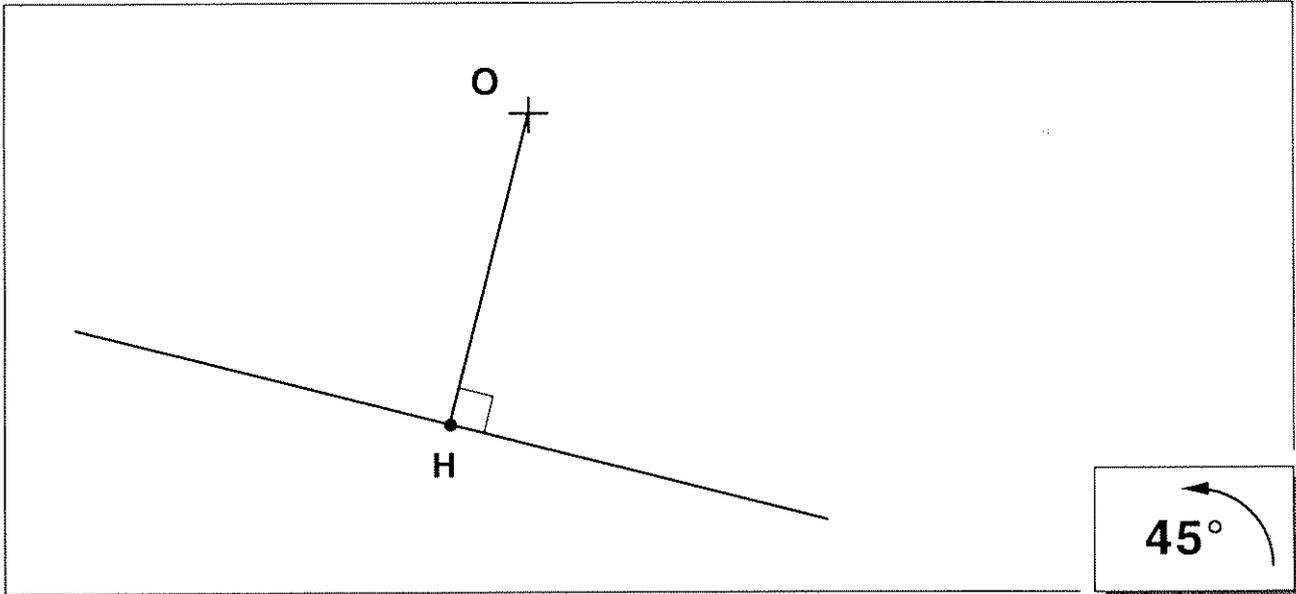
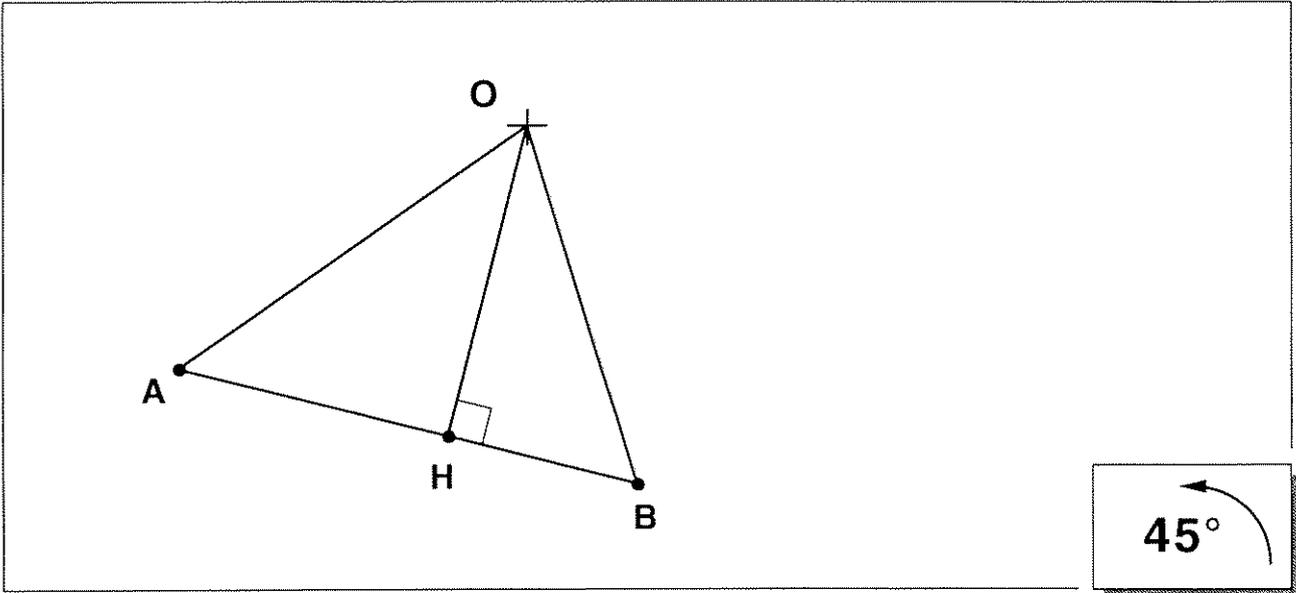
Entre nous

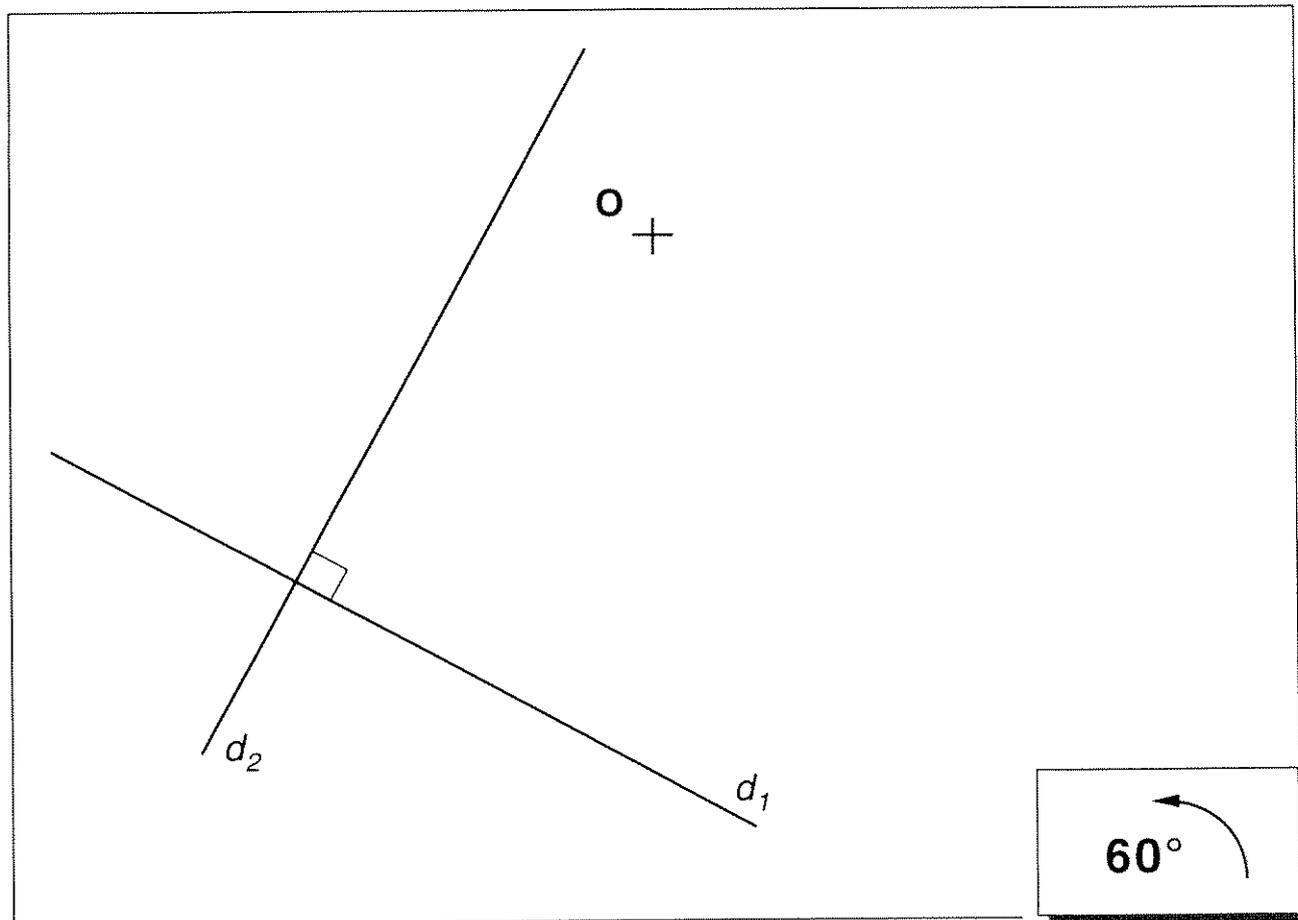
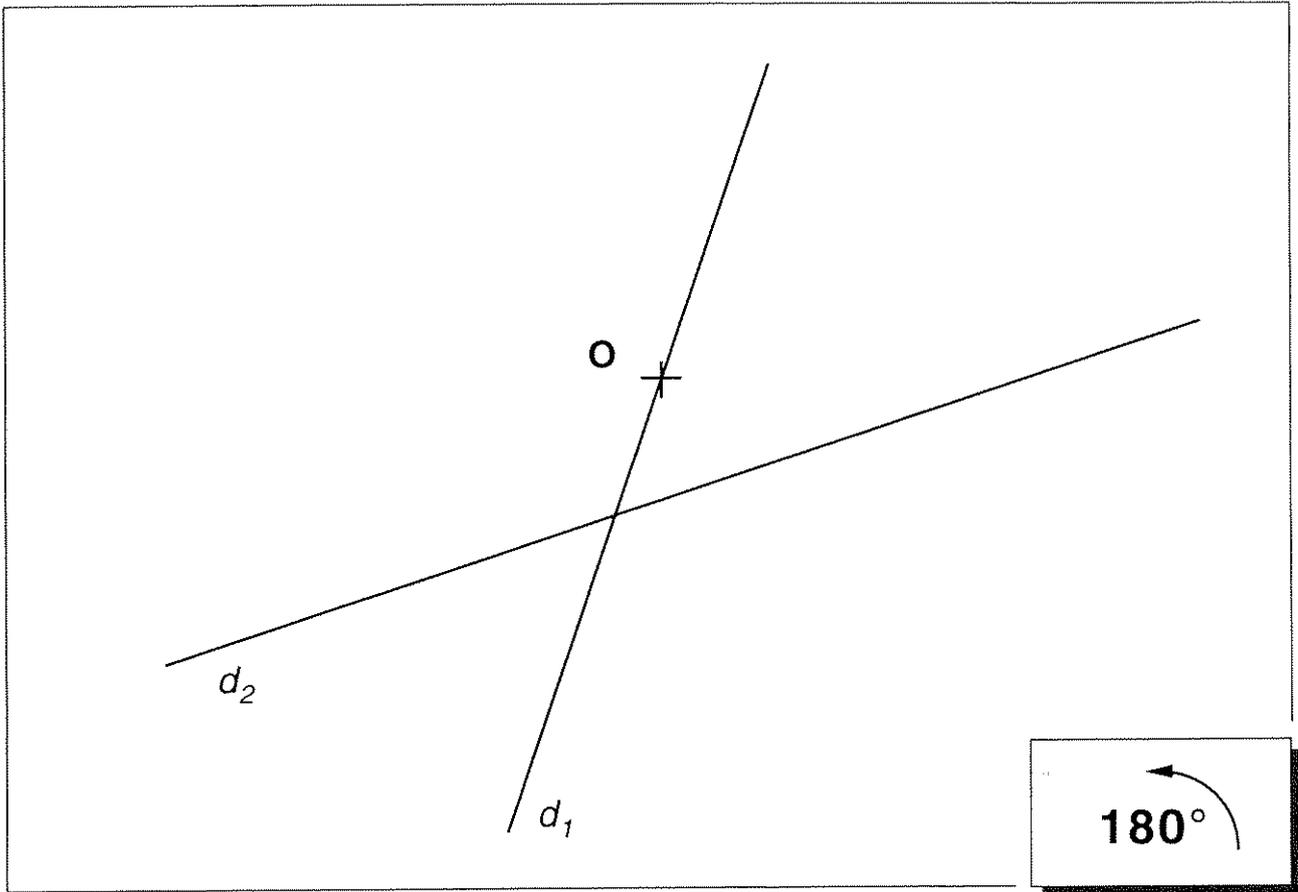
La présentation très rigide des activités des pages 63-64 doit amener l'élève à assimiler deux méthodes de construction de l'image d'une droite par une rotation.

Il est sans doute possible de faire découvrir ces méthodes sans être aussi directif, libre à l'enseignant de choisir une exploration moins dirigée.

La dernière activité propose une utilisation des méthodes mises au point dans deux cas "particuliers" qui peuvent enrichir un acquis culturel.







UNE PROPRIETE ANGULAIRE

Outils

Tous les instruments de dessin.

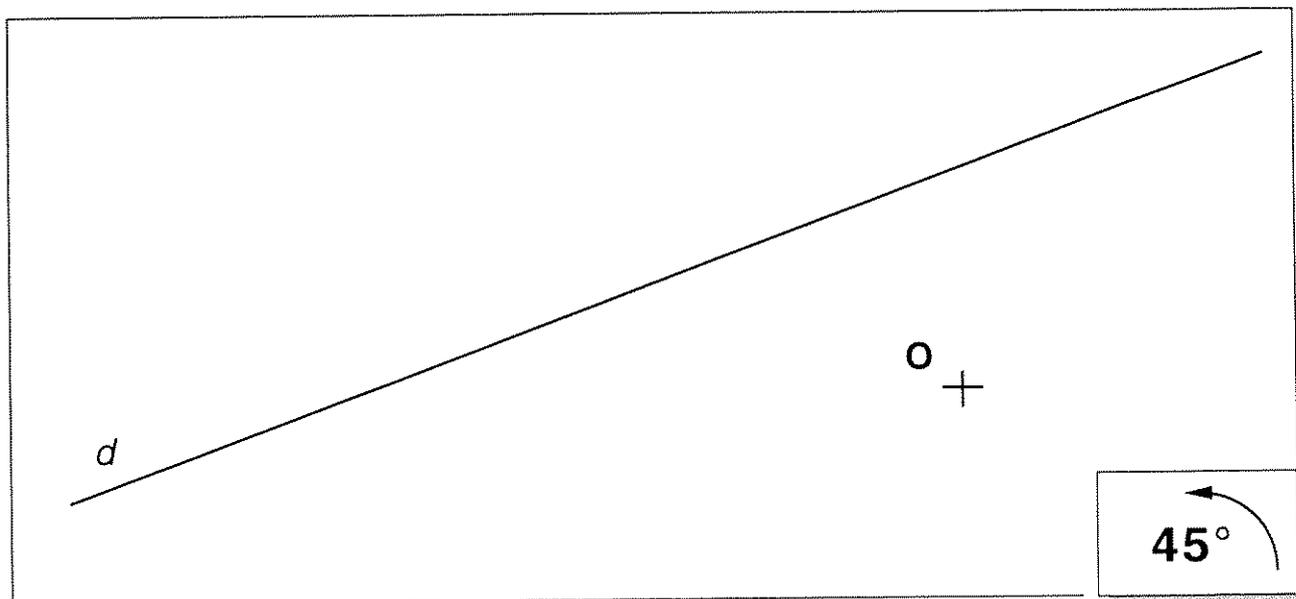
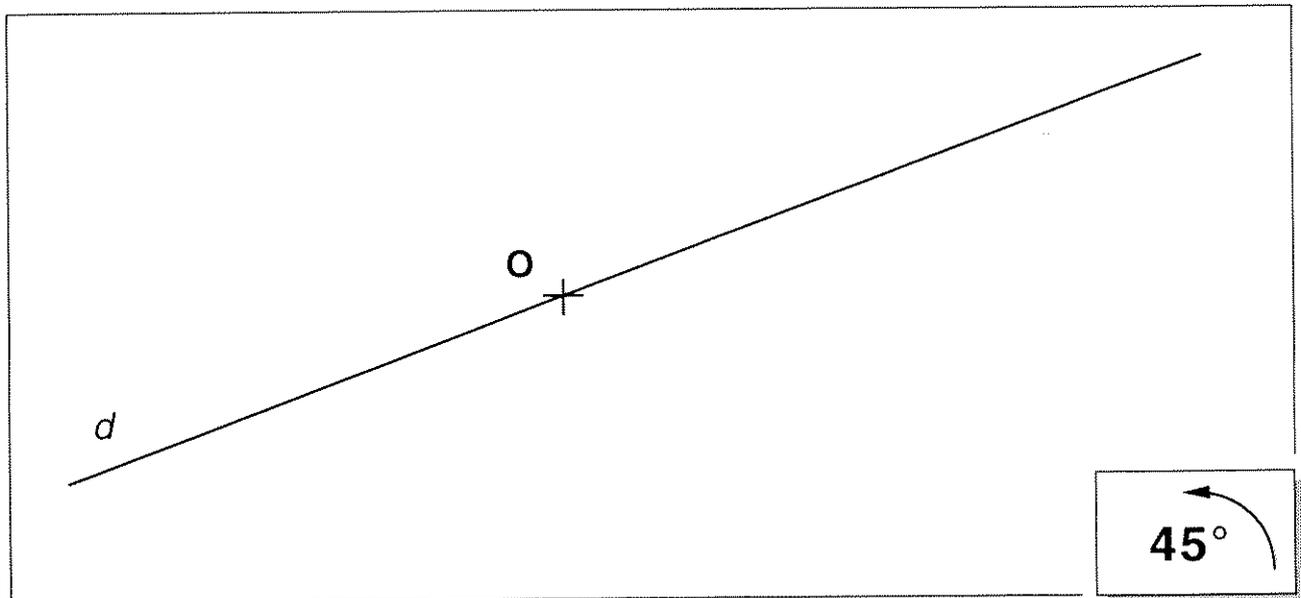
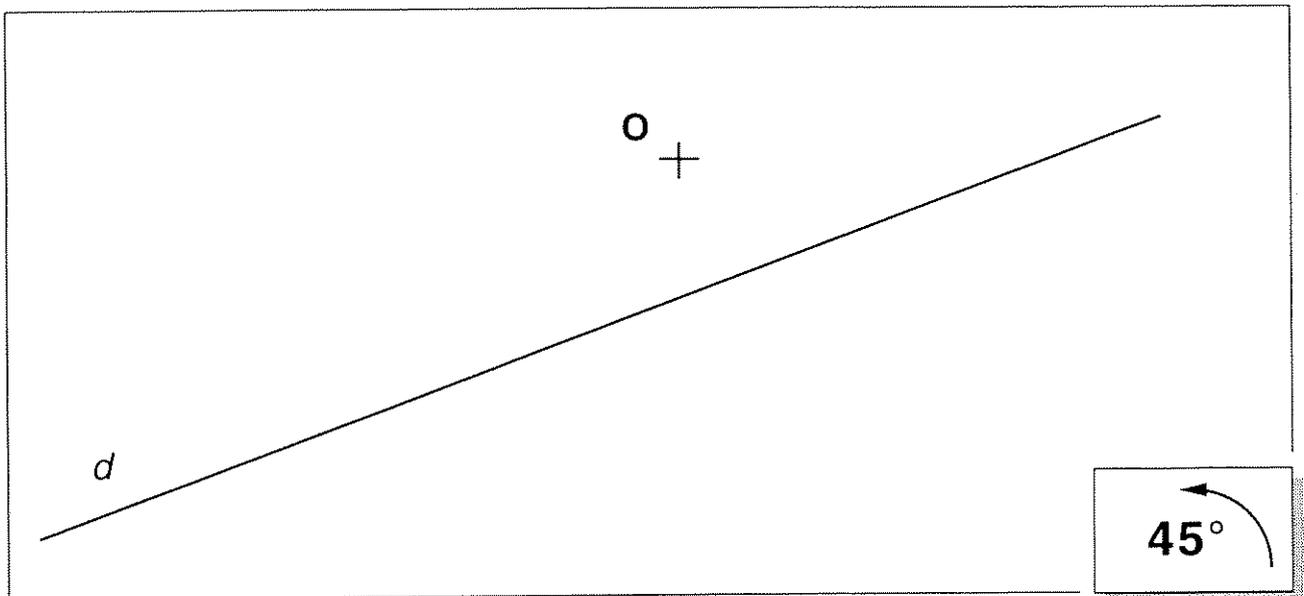
Consigne

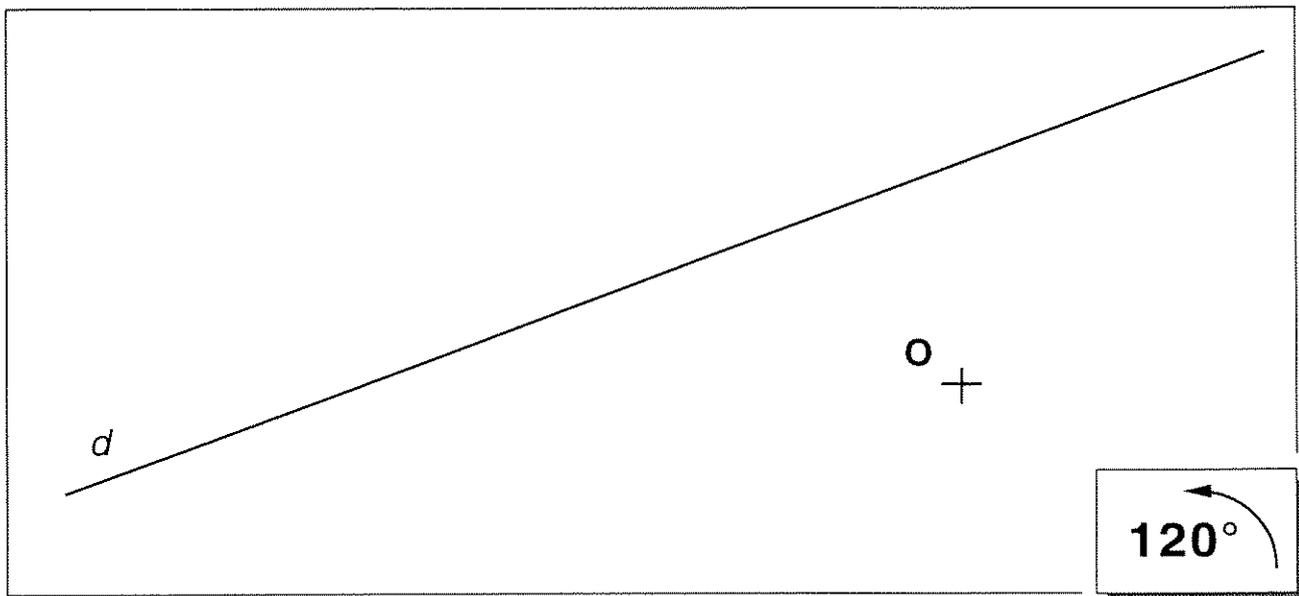
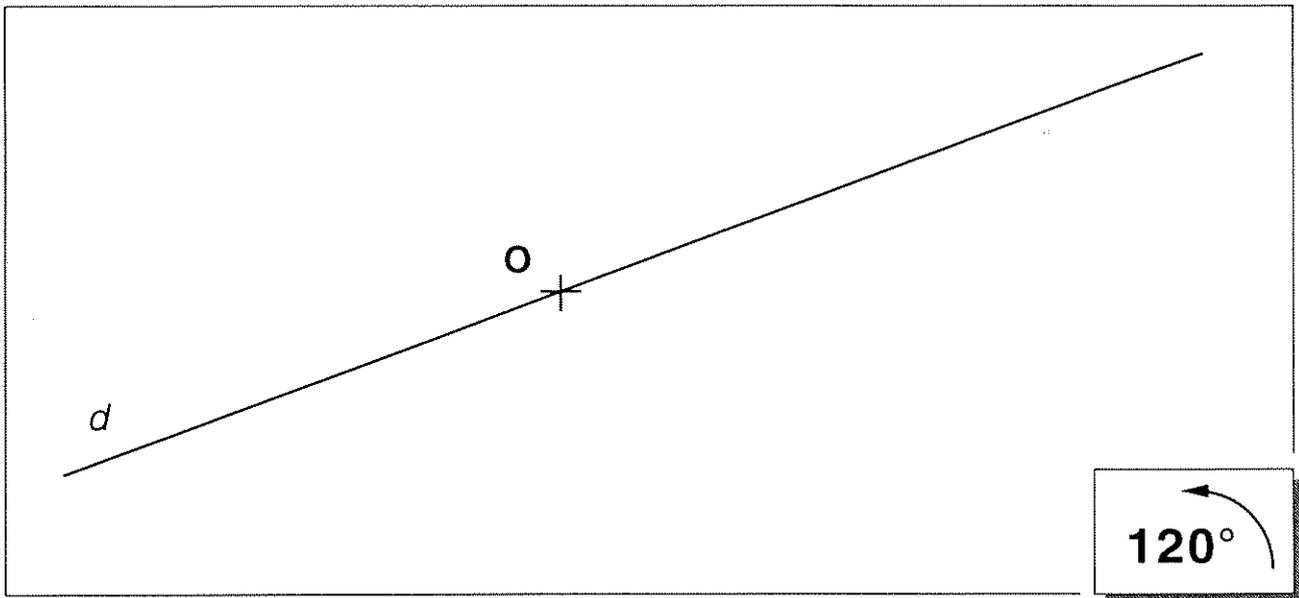
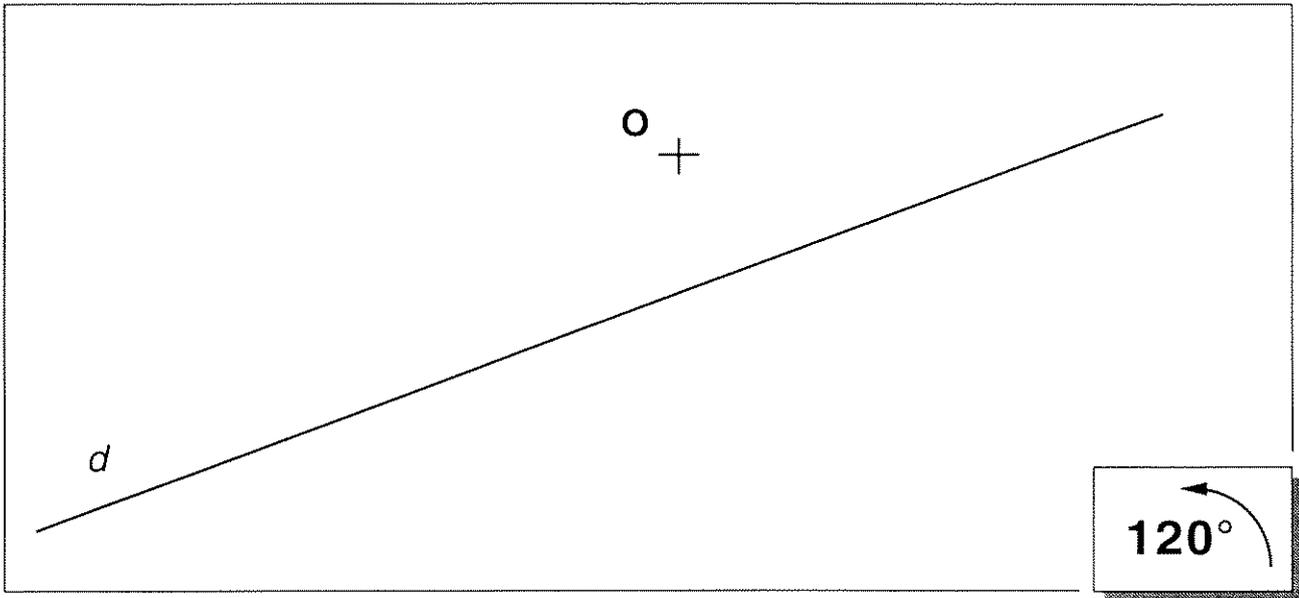
Dans chacun des cas, tracer l'image de la figure donnée dans la rotation de centre O et d'angle donné.

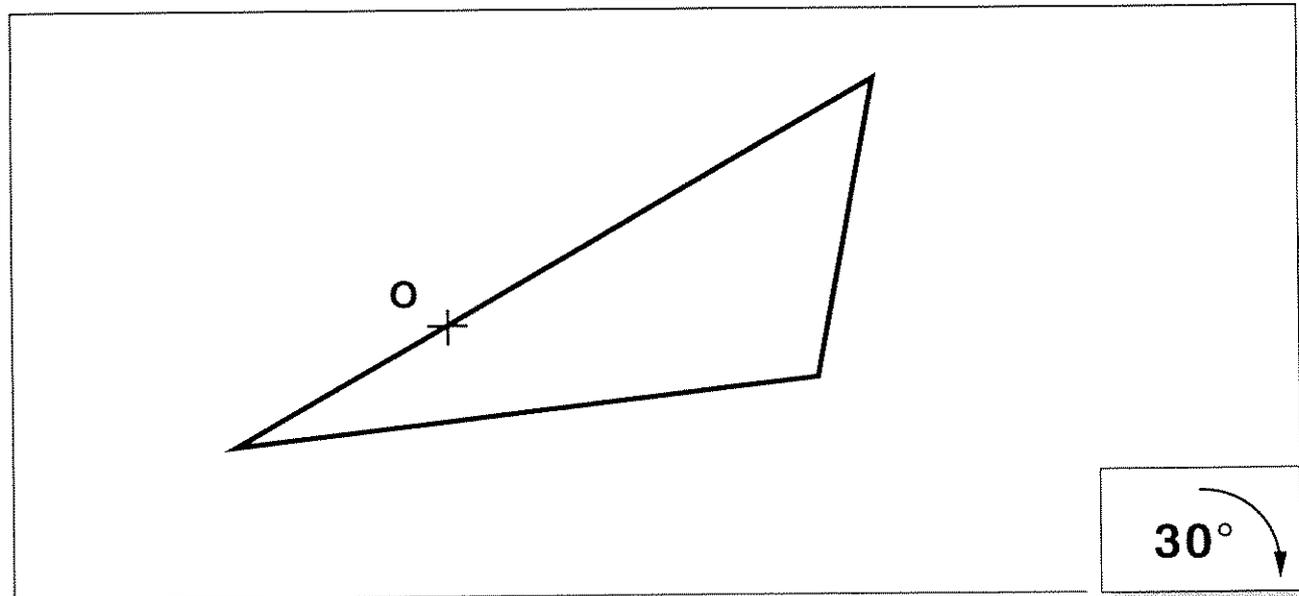
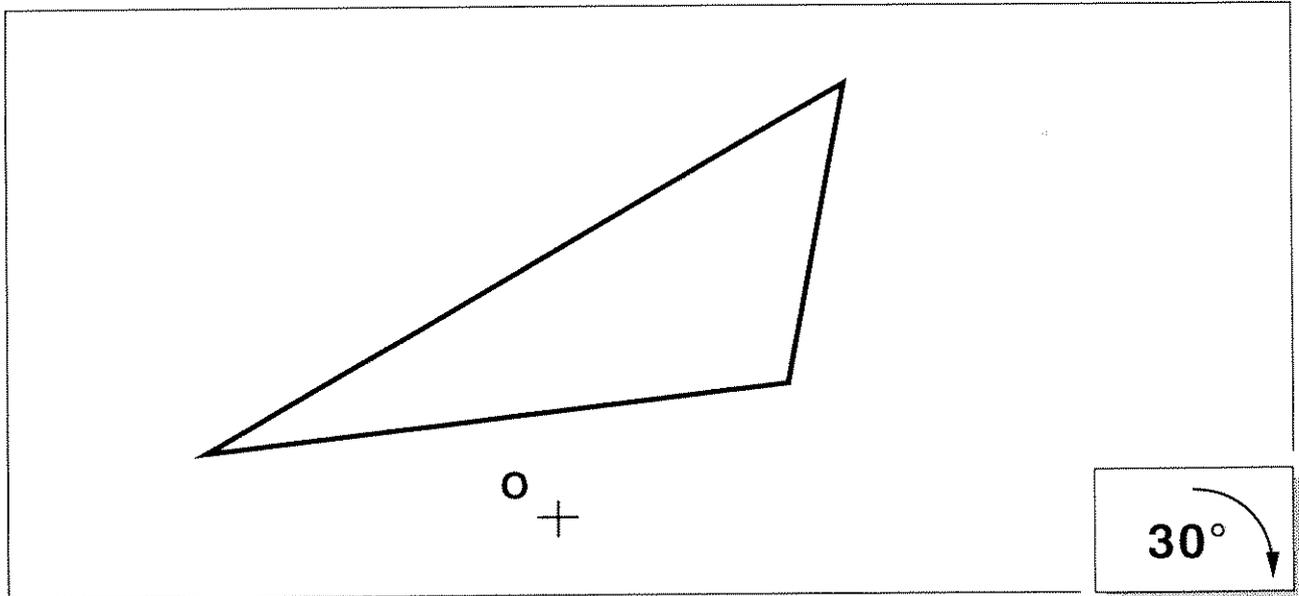
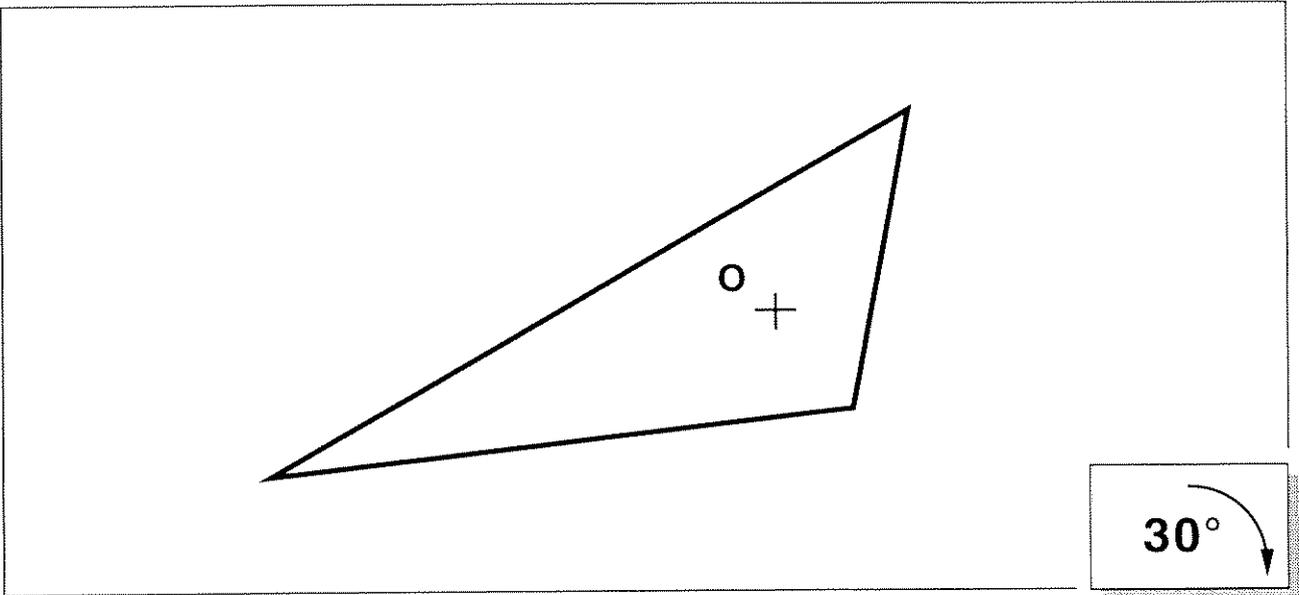
Entre nous

Le rapprochement visuel d'une même situation où, seul un élément de la rotation varie (la position du centre), permettra de dégager ce qui est invariant en mettant en évidence que l'angle formé par une droite (un segment) et son image n'est lié qu'à l'angle de rotation.

Cette observation est favorisée par le fait qu'apparaissent des directions mentalement privilégiées (un côté horizontal).







CHERCHER L'ANGLE
OU
" DE COMBIEN ÇA TOURNE ? "

Outils

Règle, rapporteur, compas (?)

Consigne

Dans chacune des activités sont dessinées un objet et son image obtenue par une certaine rotation.

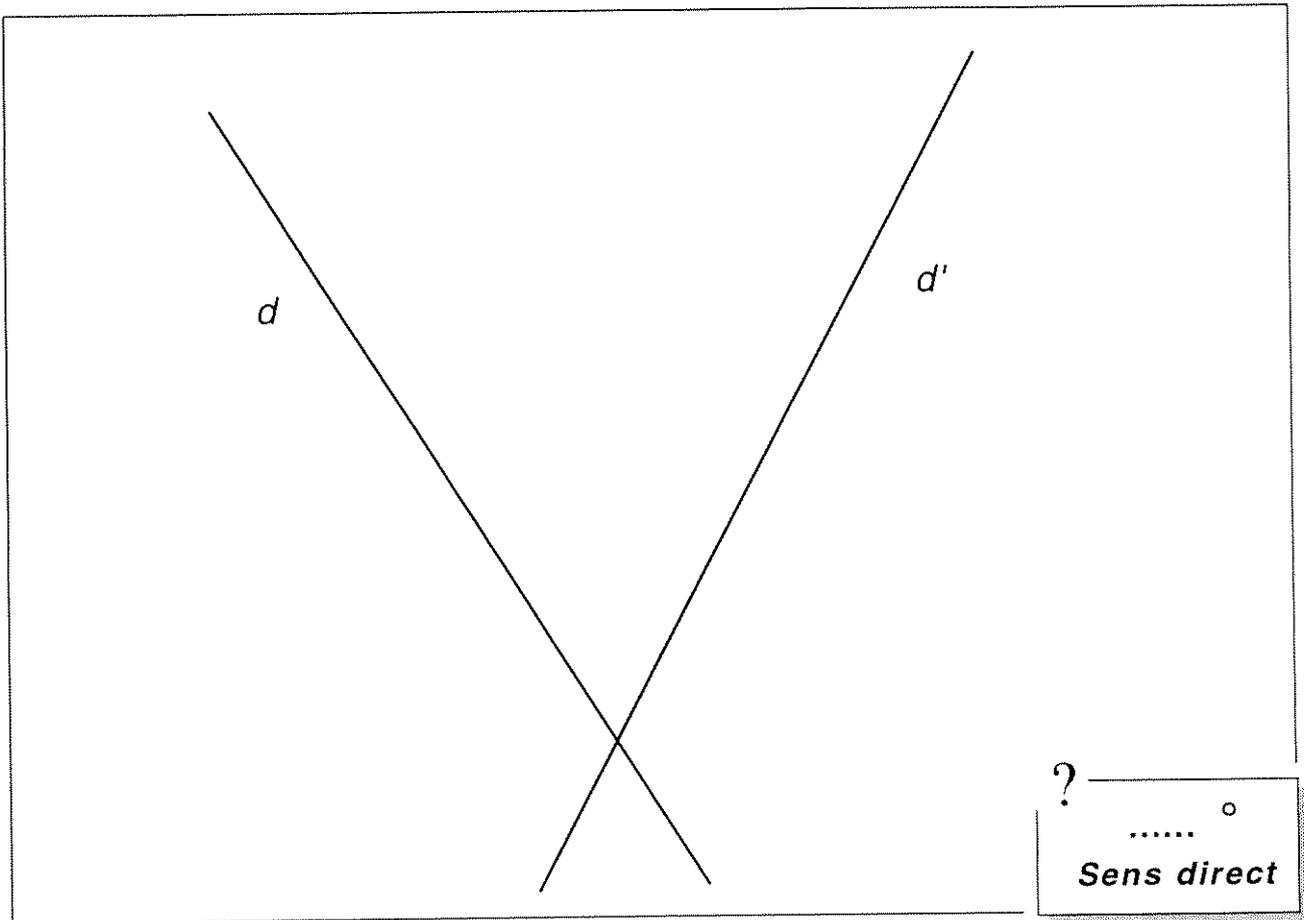
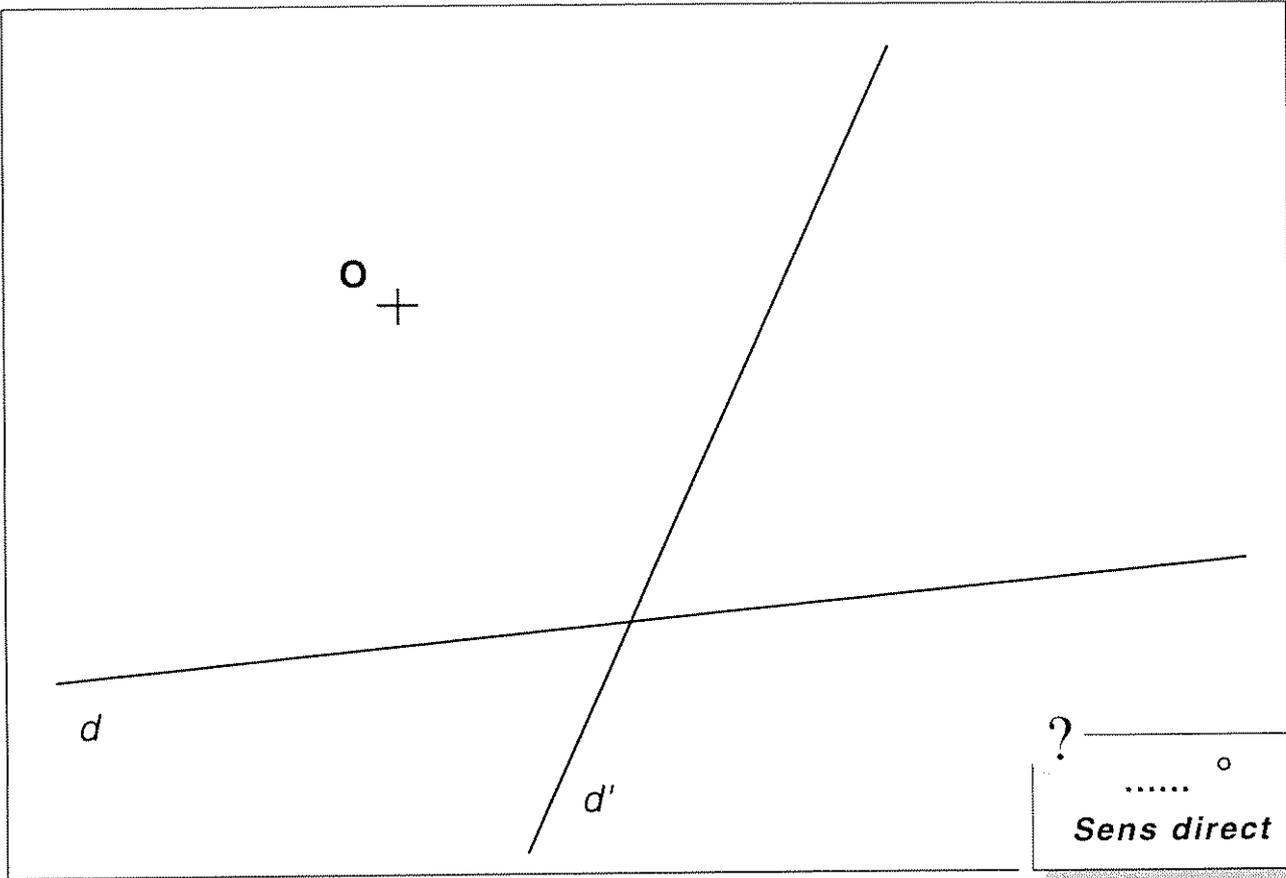
Trouver l'angle de cette rotation dans chacun des cas proposés.

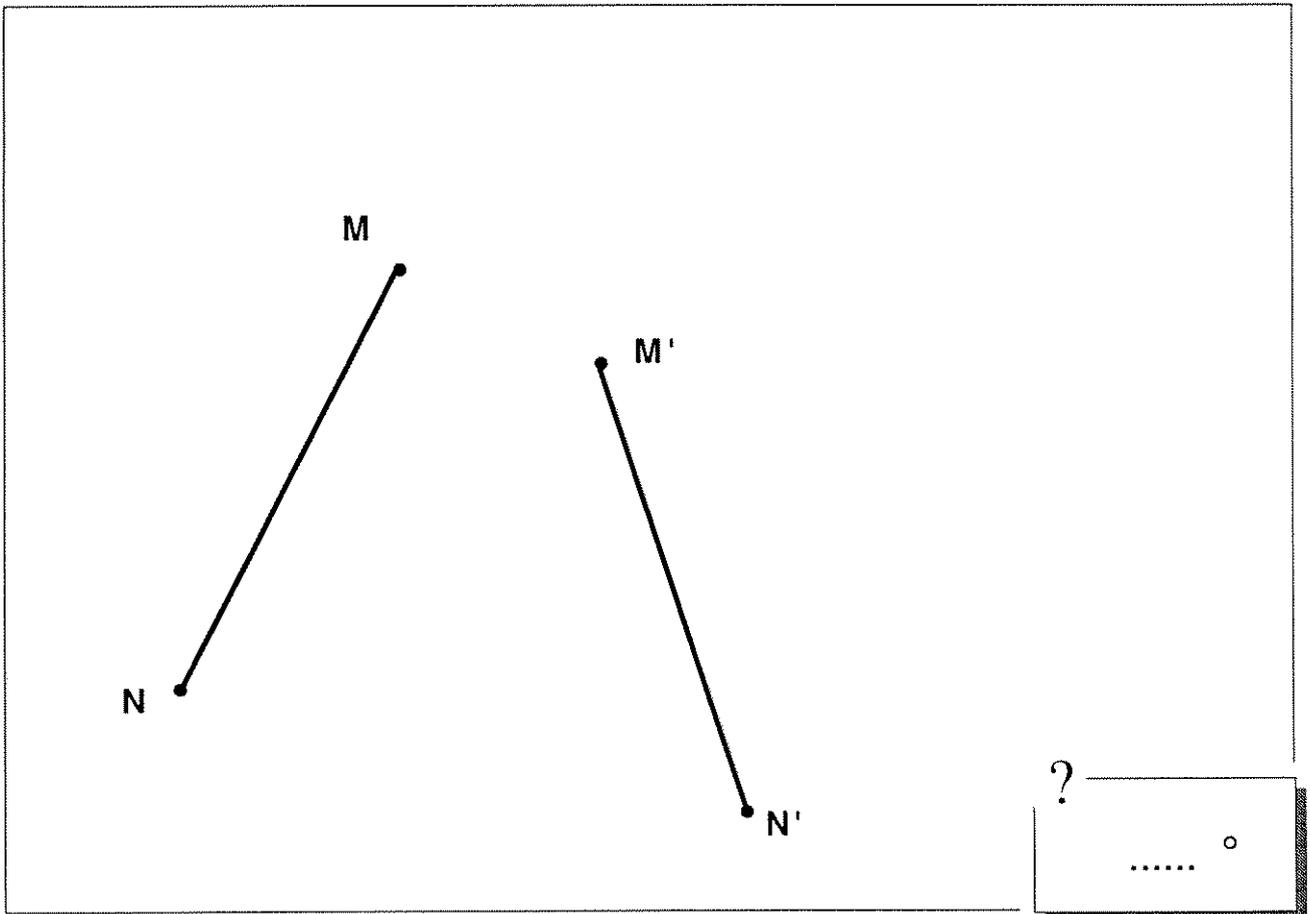
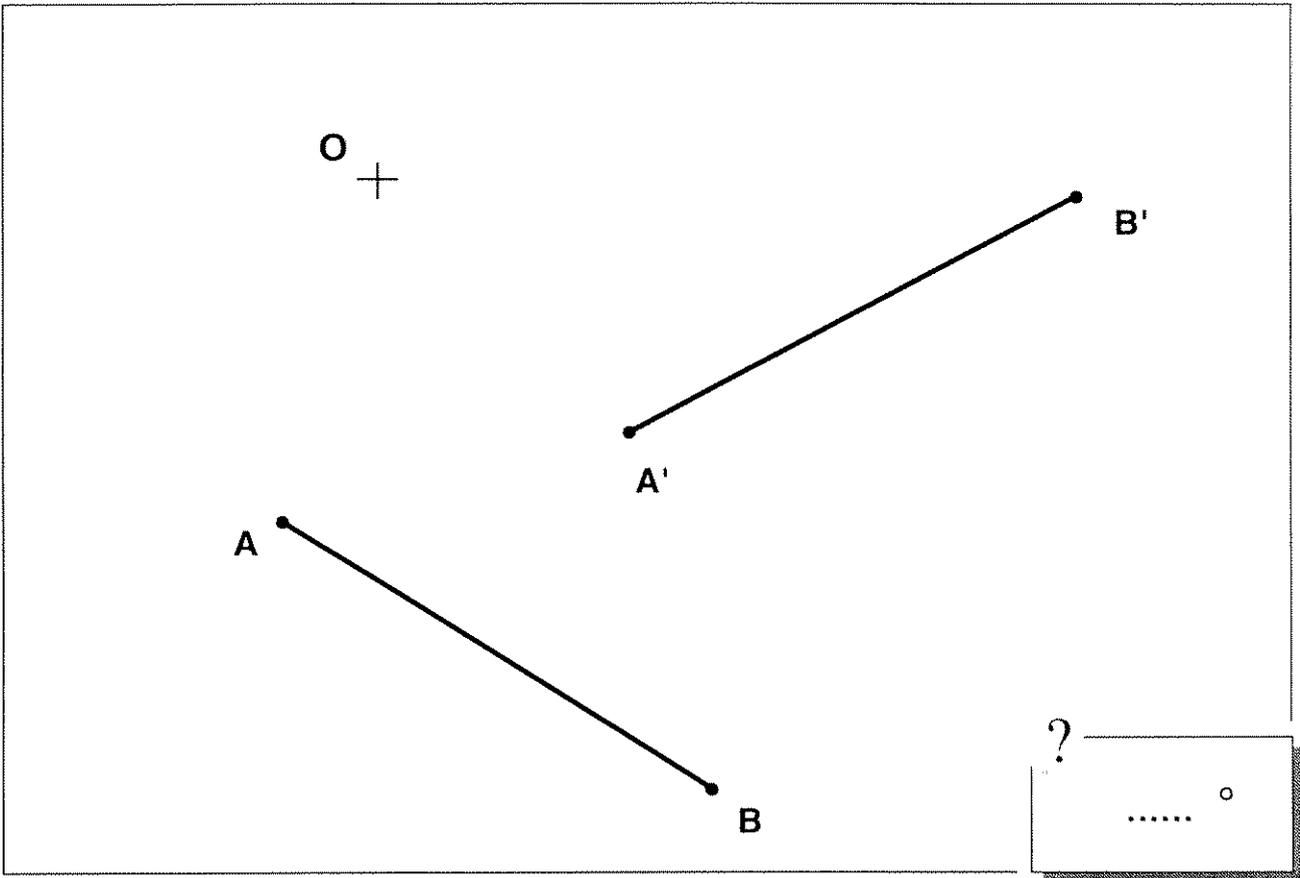
Entre nous

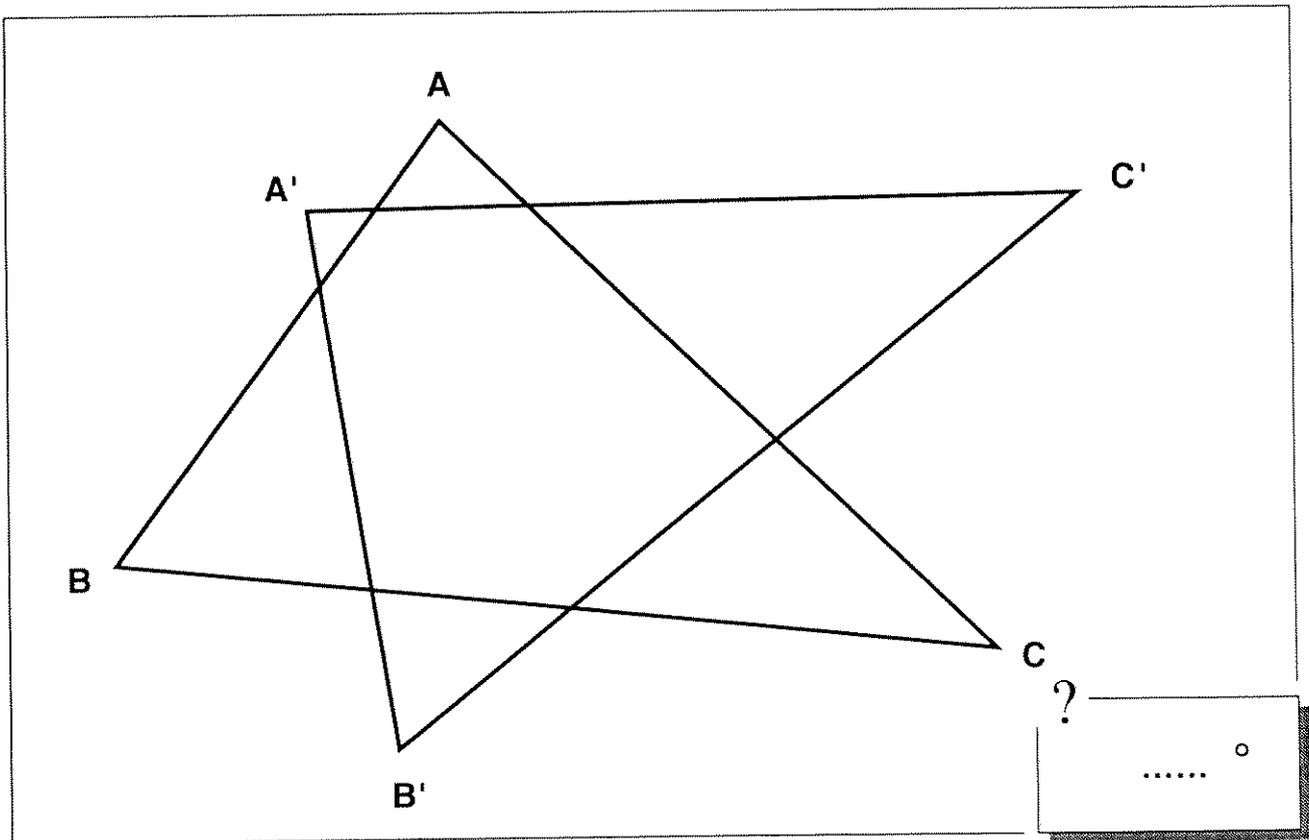
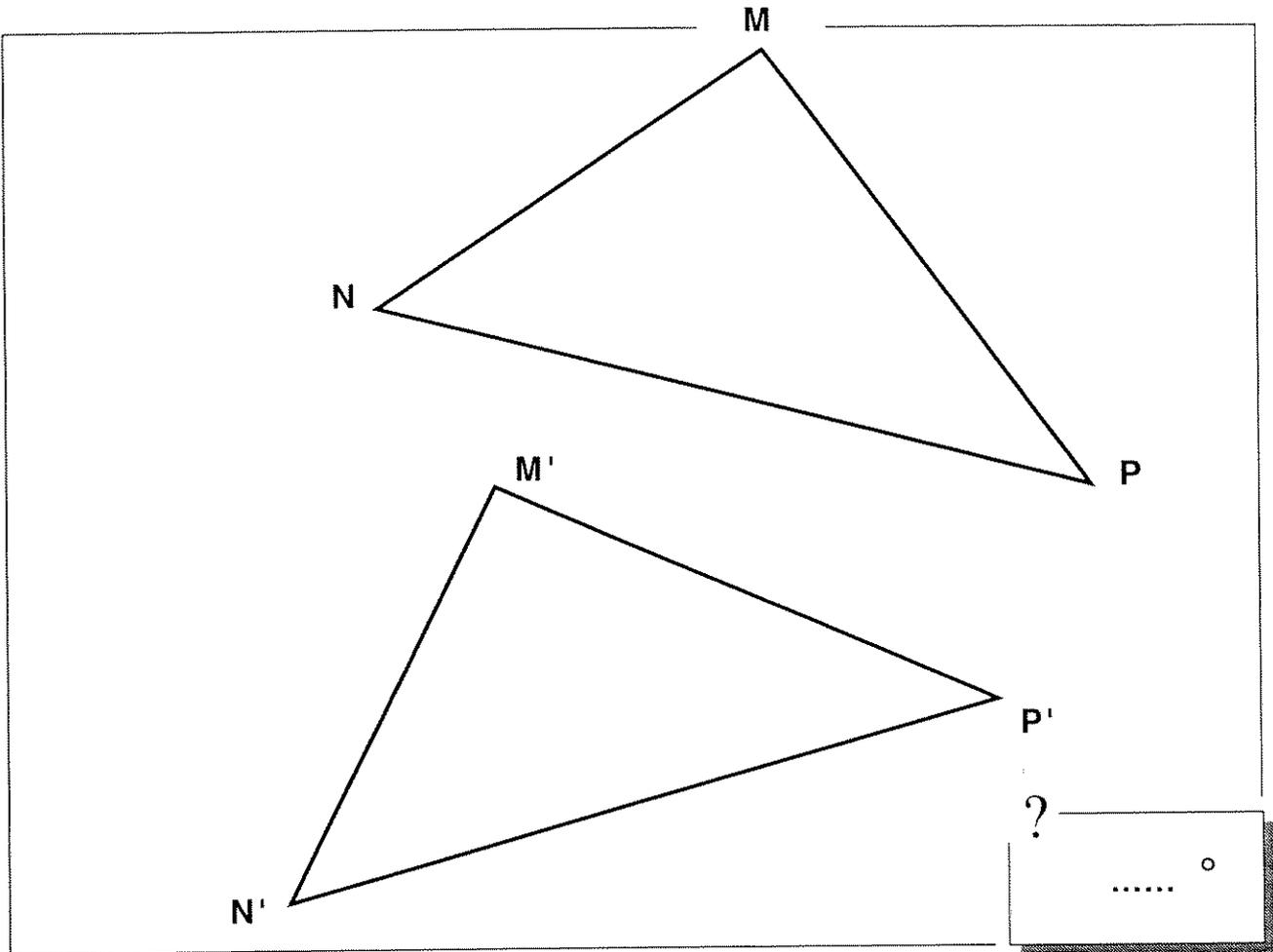
L'objectif est de répondre à la question : *est-il nécessaire de connaître le centre de la rotation pour déterminer son angle ?*

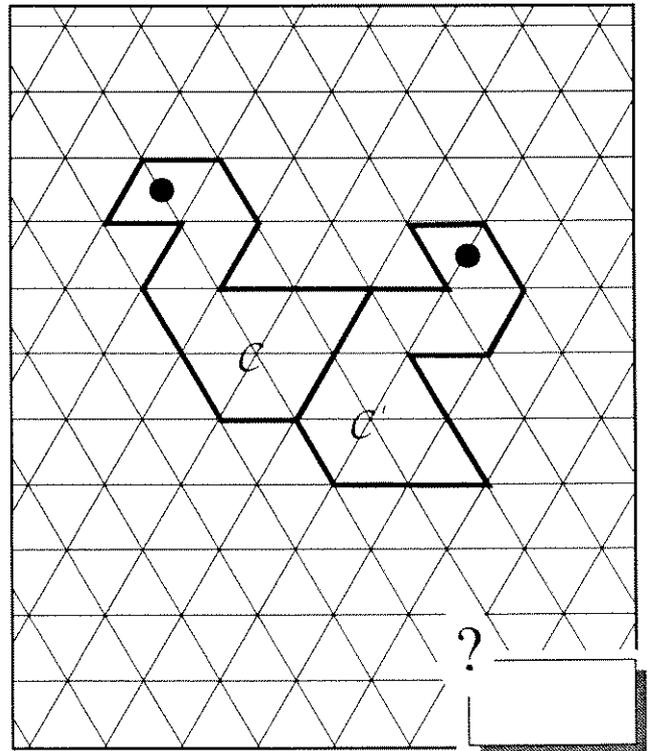
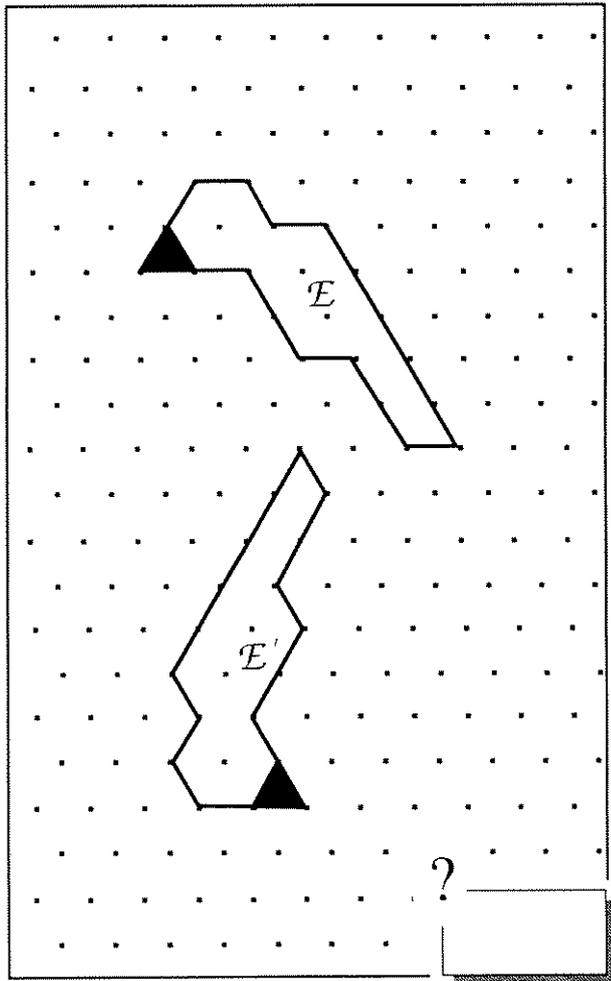
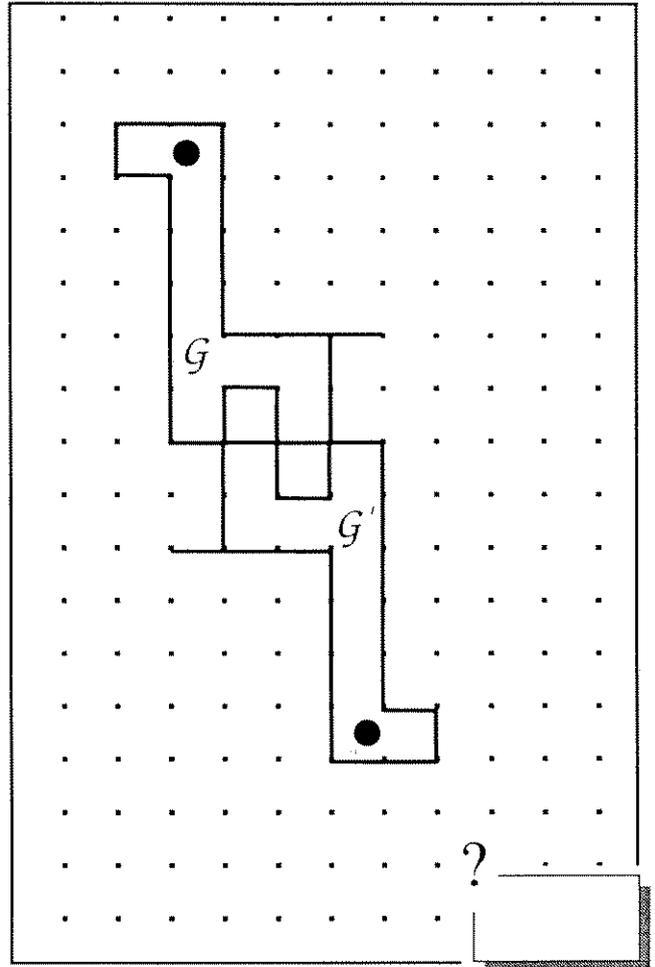
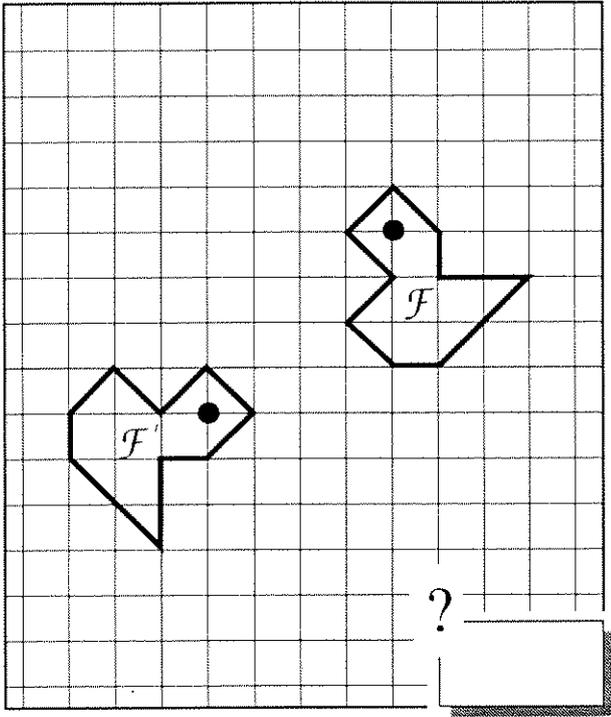
Cette activité de réinvestissement de la propriété angulaire dégagée précédemment peut paraître "difficile" voir "hors programme" mais semble assez riche pour être abordée lorsque c'est possible.

L'utilisation de dessins sur papiers marqués (dessins rencontrés auparavant) favorise une vision rapide et globale des rotations d'*angles simples*.









CHAPITRE 15

CENTRE DE ROTATION

FIGURE A CENTRE

Nous ouvrons ce chapitre sur une activité de classement qui nous amène à isoler l'ensemble des isométries directes (déplacements) parmi lesquelles nous reconnaissons aisément les translations.

Notre objectif est de convaincre les élèves que toutes les autres sont des rotations.

Pour cela nous proposons, à partir de deux figures *bien choisies*, de construire le centre de la rotation qui amène l'une sur l'autre (les activités du chapitre précédent nous ayant permis de déterminer l'angle).

L'aboutissement serait peut-être de proposer à l'élève une activité dans laquelle il construirait le centre de rotation de deux figures qu'il aurait lui-même "bien choisies".

Nous ne pouvons clore ce chapitre sans évoquer les figures présentant un centre de rotation.

- . Une histoire de tri
- . Chercher le centre 1 : *par intuition*
- . Chercher le centre 2 : *par construction*
- . Figures invariantes 1
- . Figures invariantes 2

UNE HISTOIRE DE TRI

Outils

Tous les instruments de dessin, du papier calque.

Consigne

Compléter la feuille bilan en reportant dans chacune des colonnes les numéros des figures concernées.

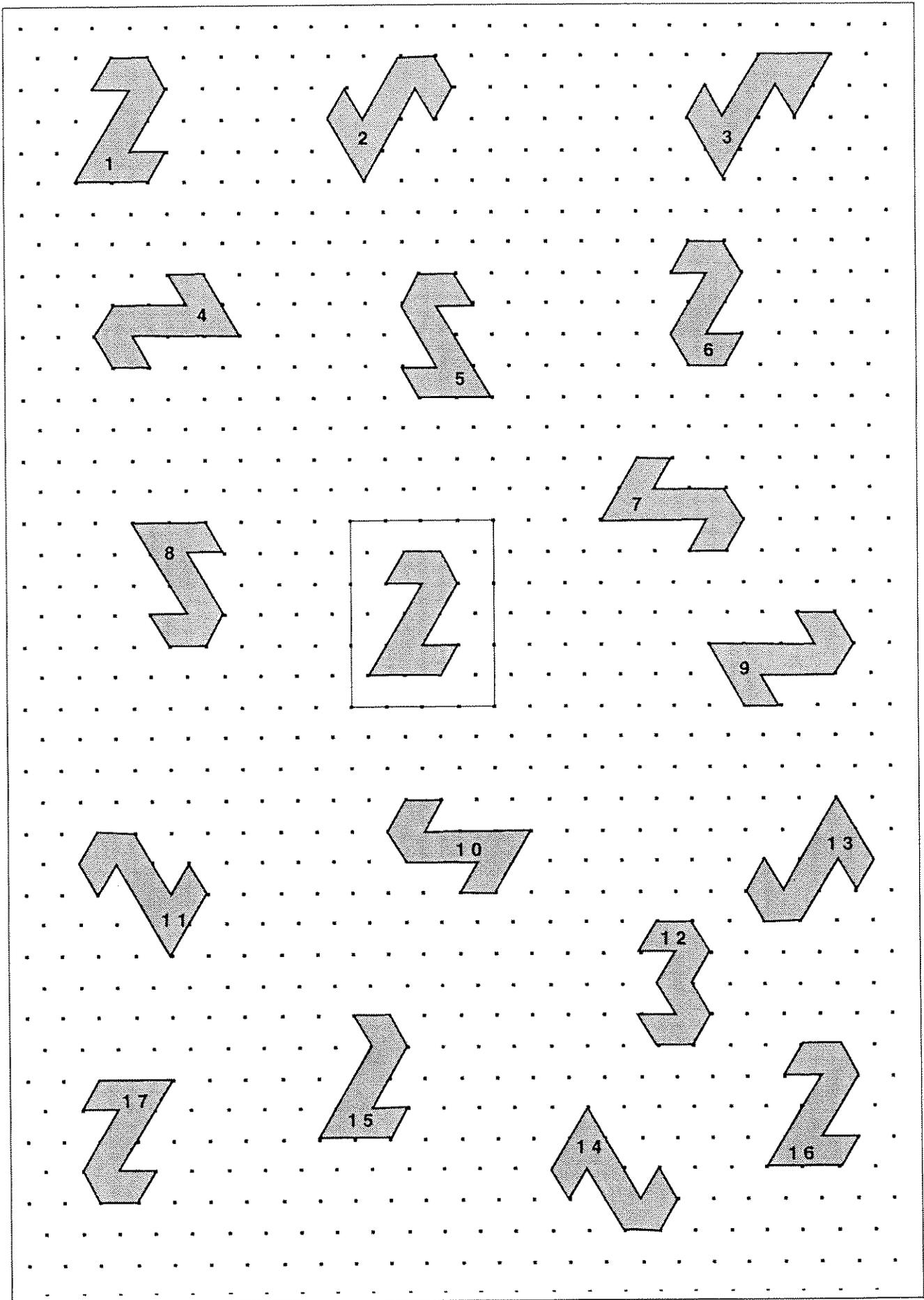
Procéder par étapes :

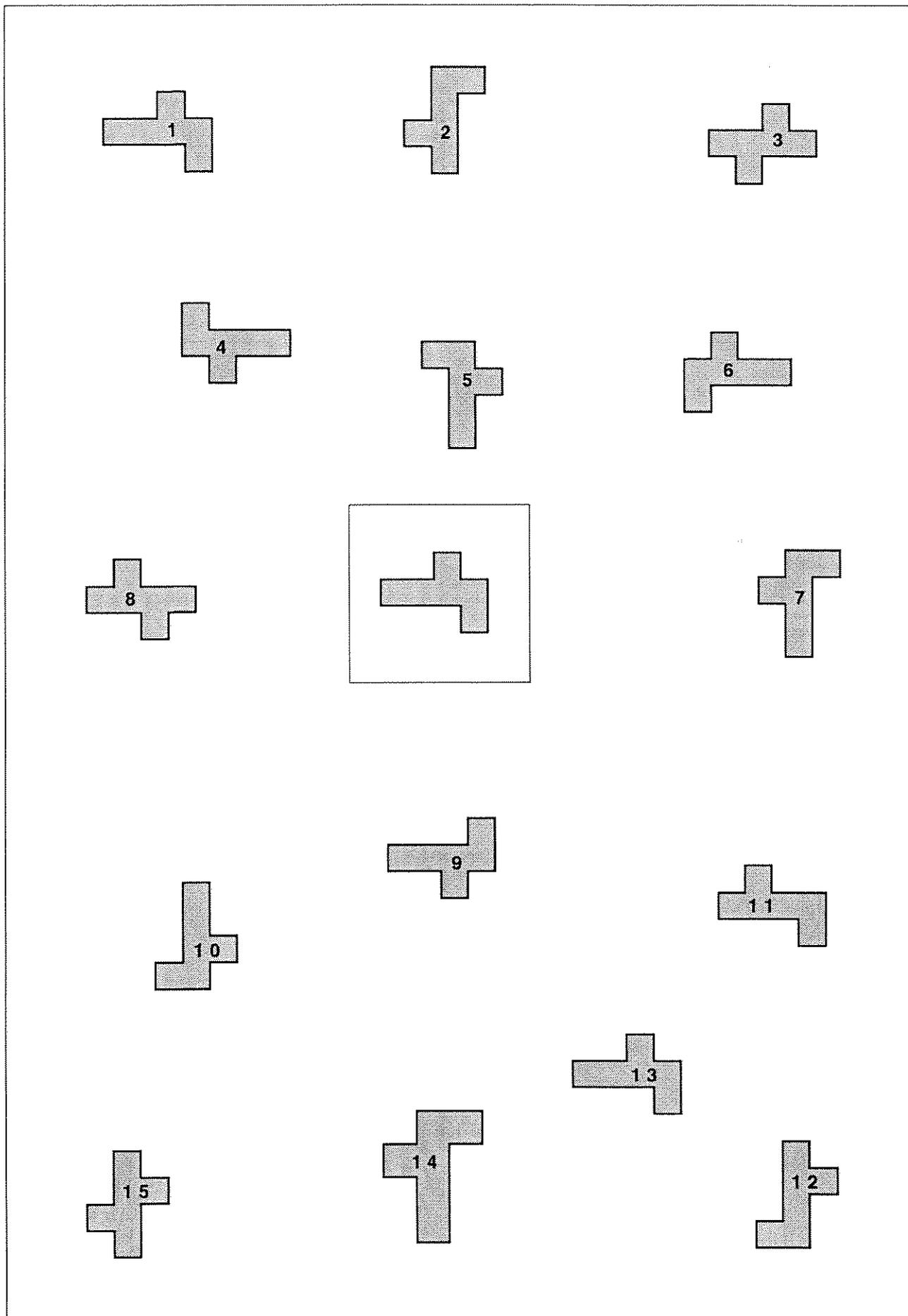
- en distinguant d'abord les figures superposables au modèle (figure encadrée au centre de la page) de celles qui ne le sont pas,
- en distinguant ensuite, parmi les figures superposables au modèle, celles qui sont obtenues par retournement, de celles qui le sont par déplacement,
- enfin, parmi celles obtenues par déplacement, celles qui sont obtenues par translation de celles qui ne le sont pas.

Entre nous

La consigne donnée aux élèves peut être modulée en fonction du vocabulaire connu (retournement, translation, ...) mais aussi de l'initiative qu'on veut bien leur laisser.

Ce tri est l'occasion de favoriser une perception globale, physique et dynamique des transformations. Il conduit par ailleurs à structurer, de façon intuitive, l'ensemble des transformations du plan.





CHERCHER LE CENTRE

1. En tatonnant ...

Outils

Un bon œil, papier calque, compas.

Consignes

Dans chaque cadre sont dessinées une figure et son image obtenue par une rotation dont le centre est l'un des points marqués.

Trouver ce centre :

Page 81 : en imaginant un mouvement de rotation qui permet de passer d'une figure à une autre,

Page 82 : en procédant par éliminations

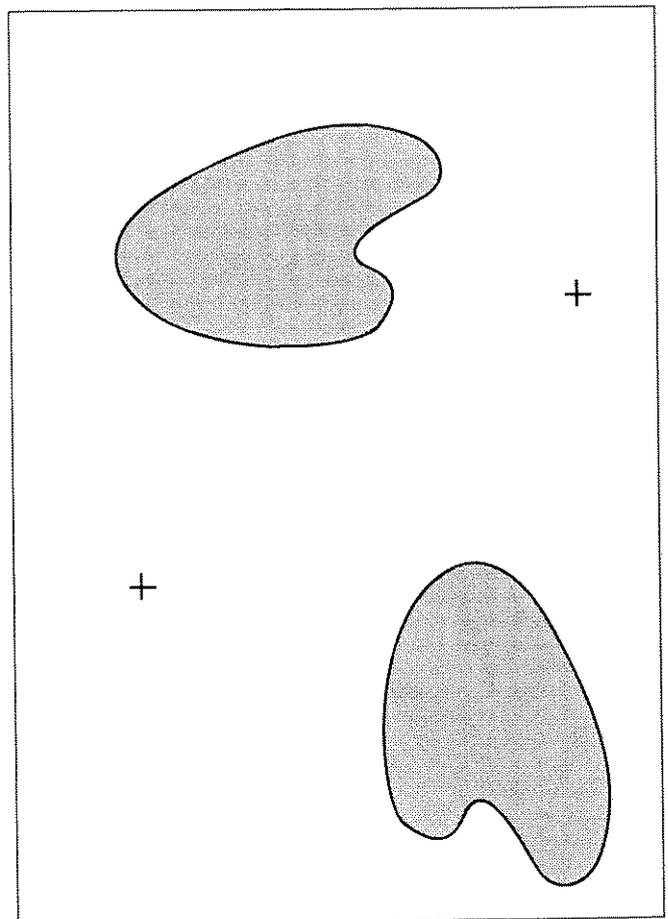
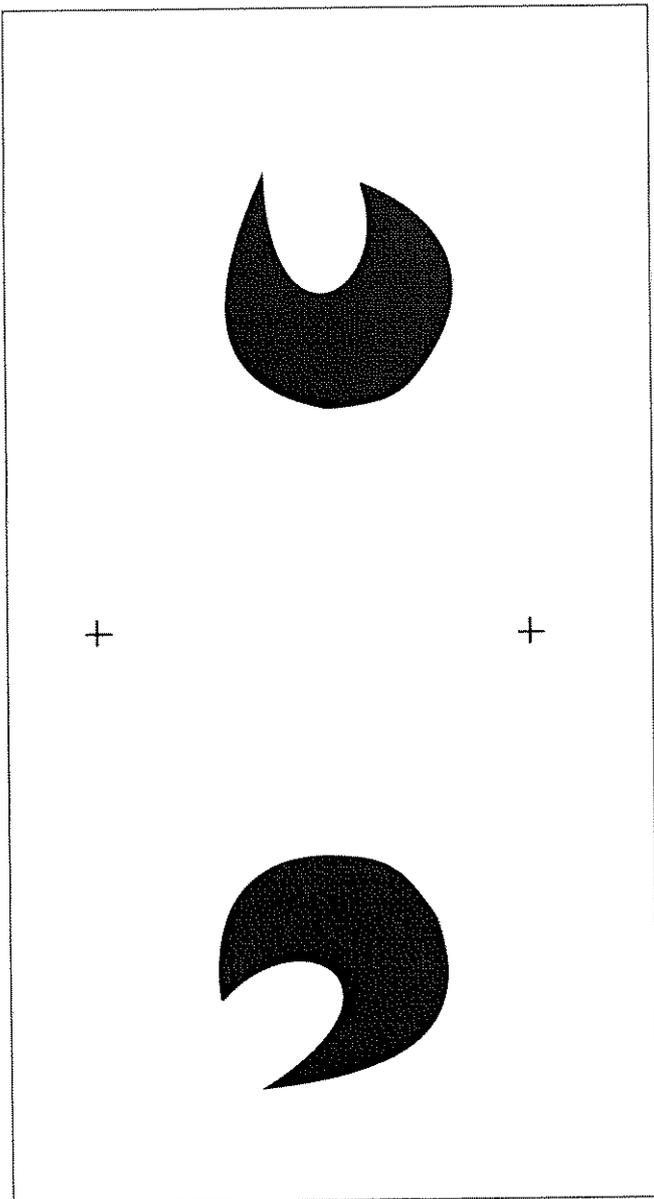
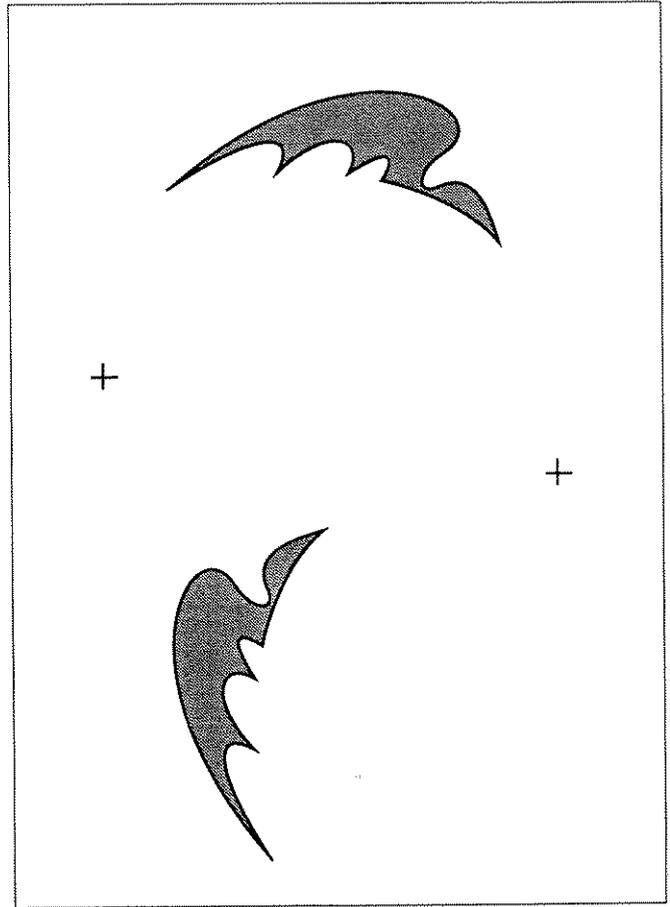
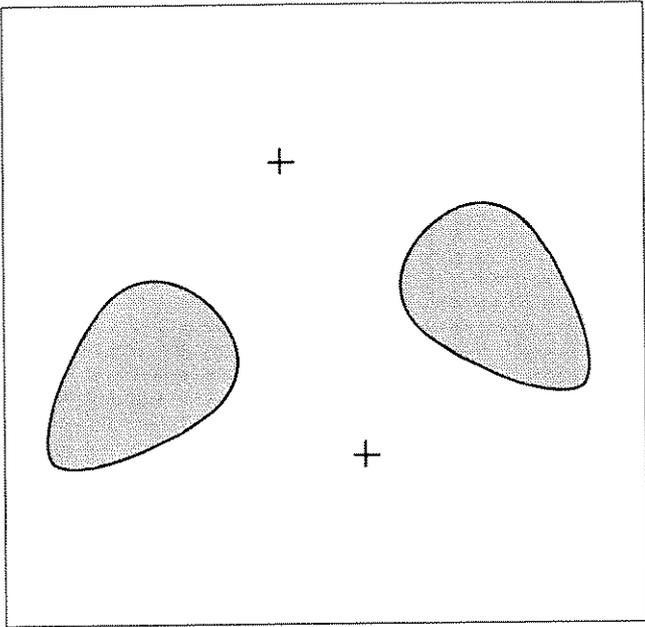
Page 83 : en n'utilisant que le compas

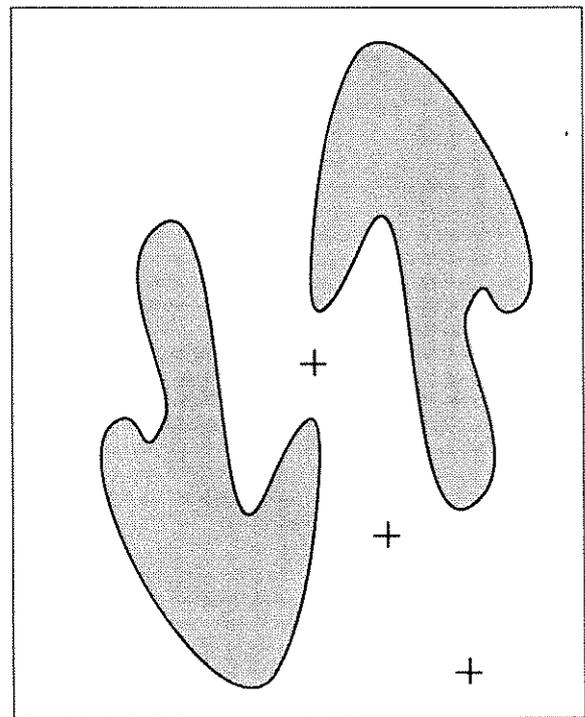
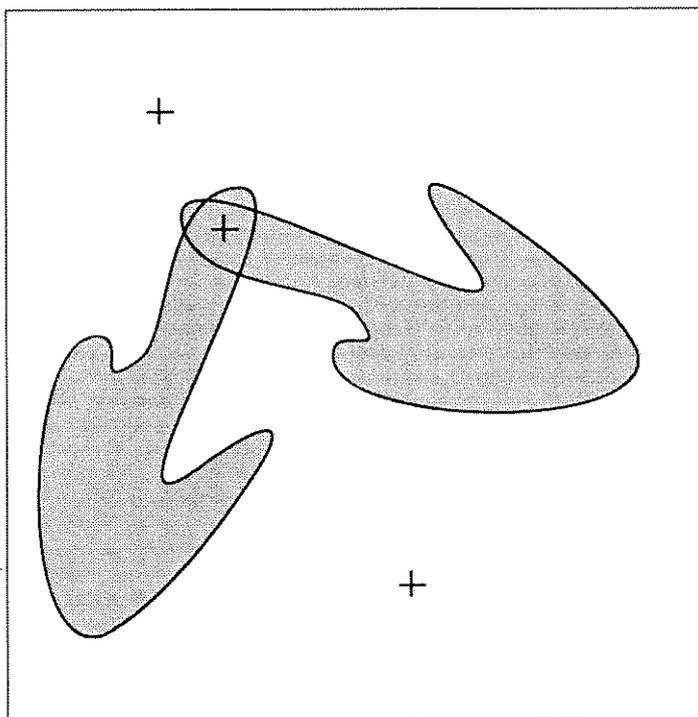
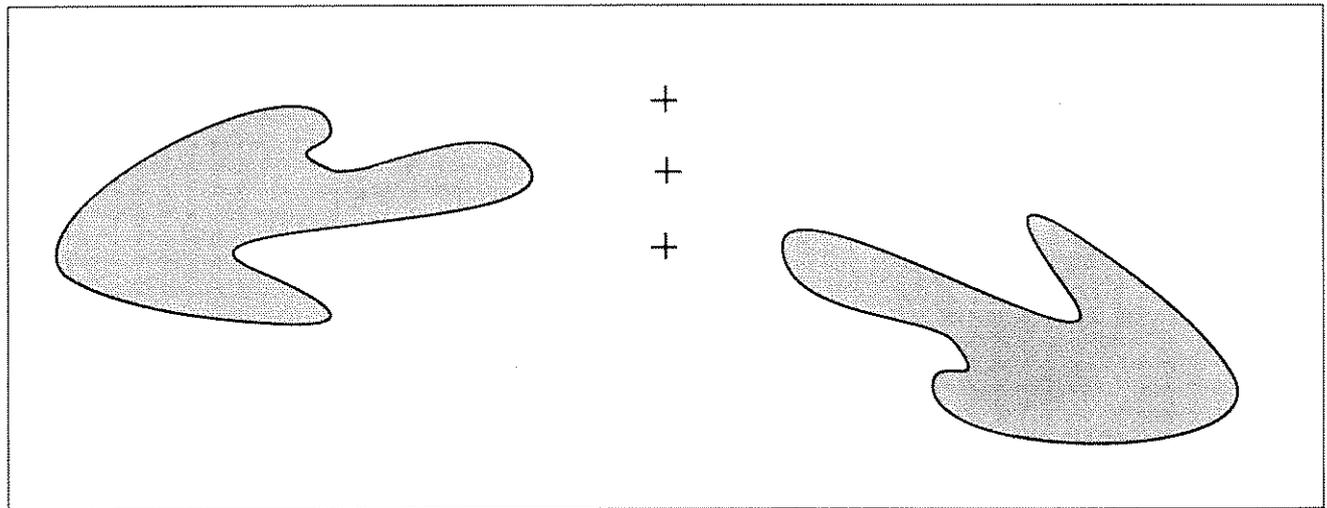
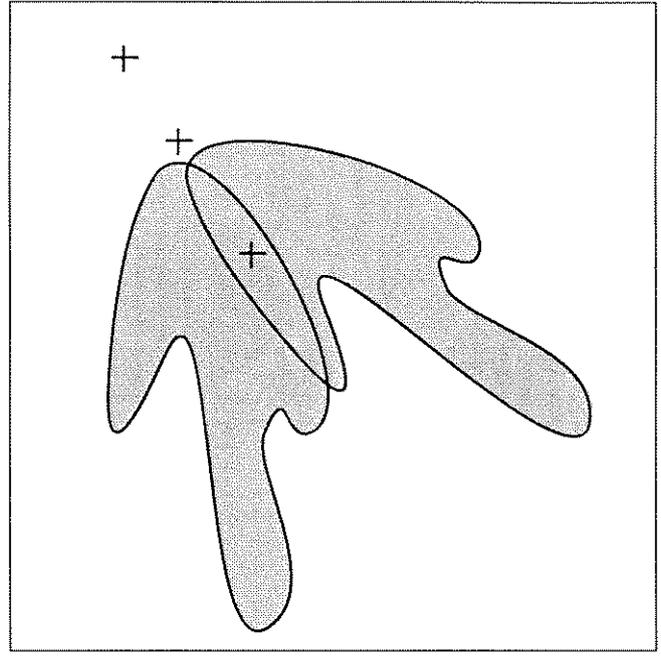
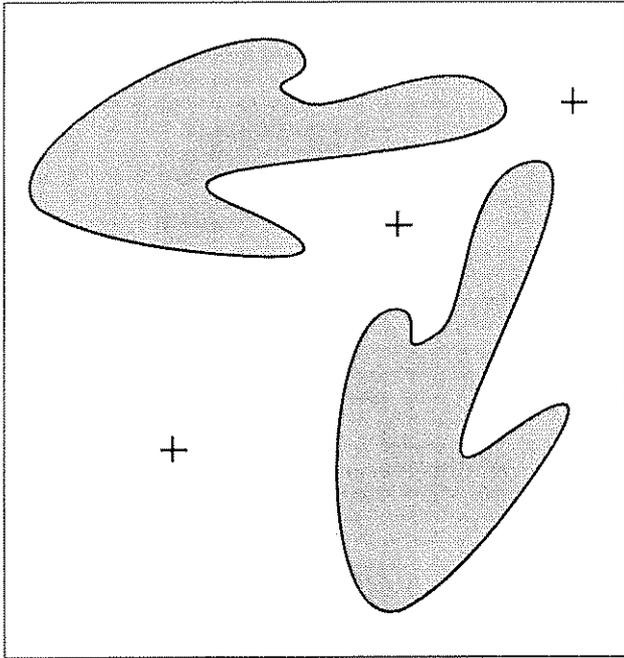
Dans chaque situation, vérifier avec le papier calque.

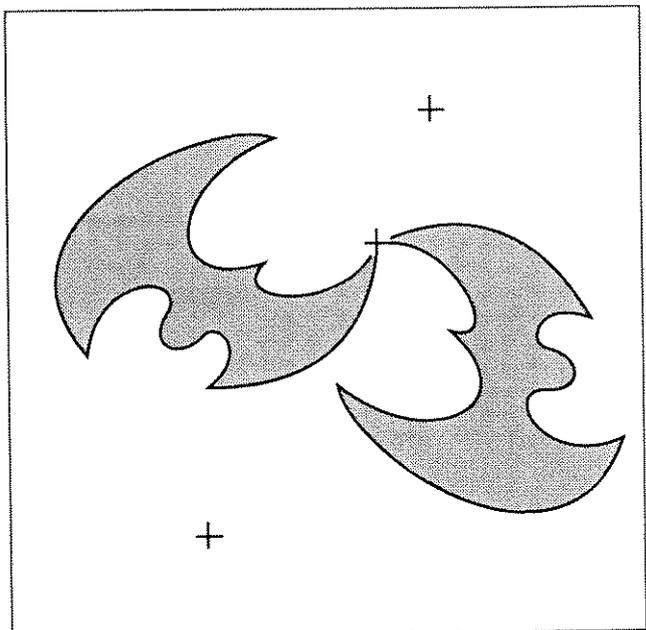
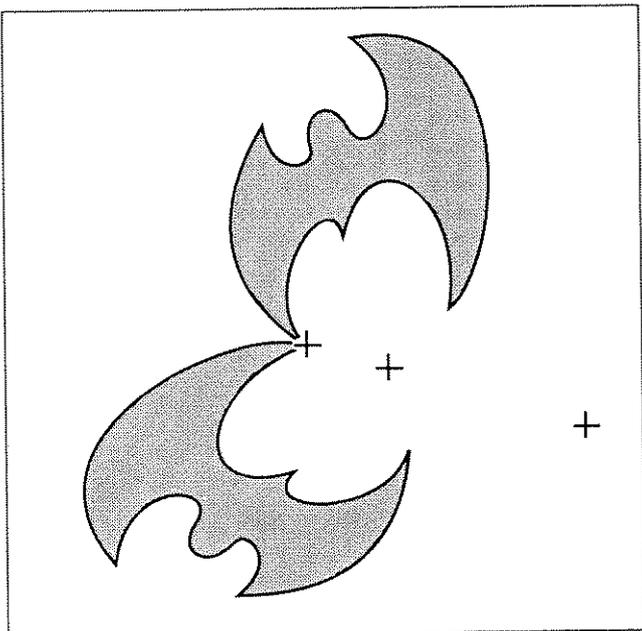
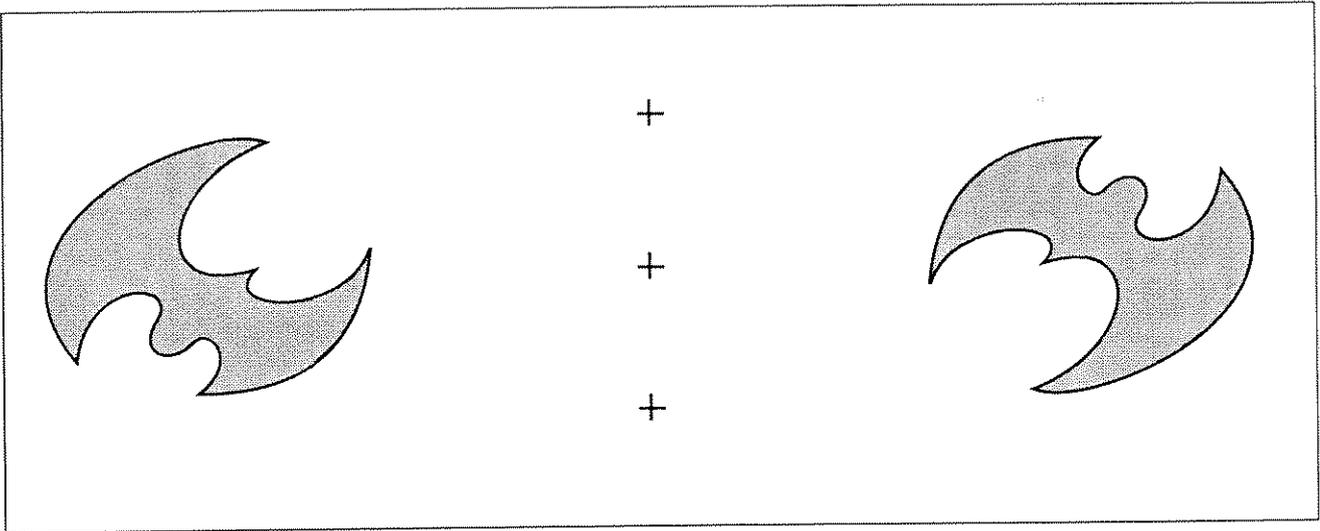
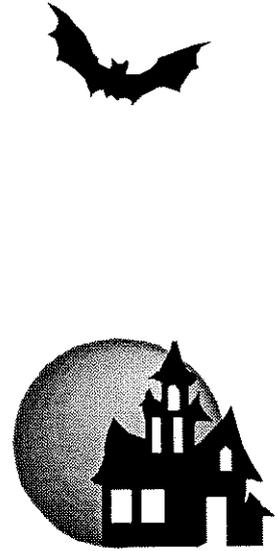
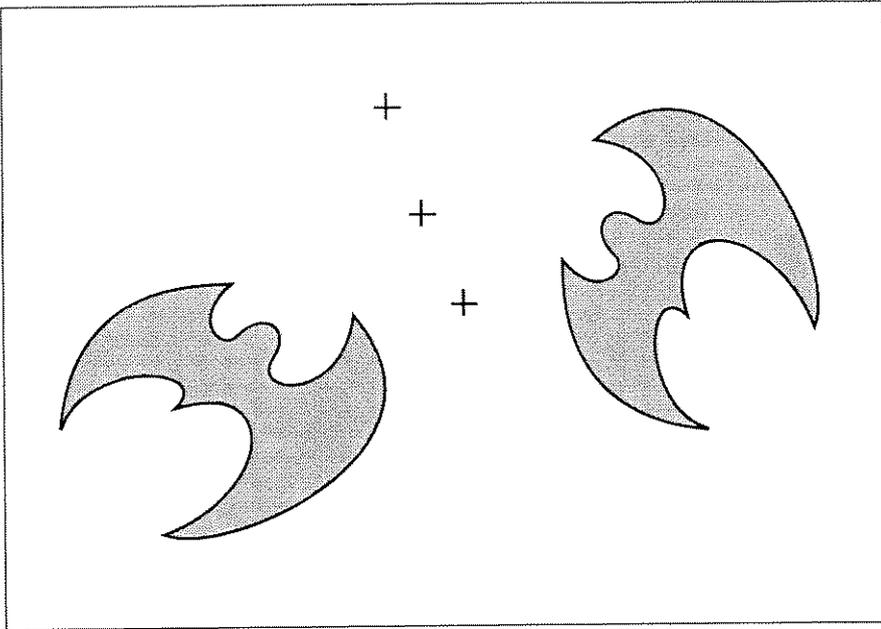
Entre nous

Les trois activités proposent la recherche du centre de rotation dans des cadres conceptuels différents :

- recherche intuitive faisant appel à une vision globale du mouvement de rotation,
- recherche de points privilégiés homologues, permettant d'approcher et d'affiner une construction géométrique rigoureuse.







CHERCHER LE CENTRE

2. En construisant ...

Outils

Compas, papier calque.

Consigne

Dans chaque cadre sont dessinées une figure et son image obtenue par une rotation dont le centre est l'un des points marqués.

Trouver ce centre :

Première partie :

On sait que le centre de rotation se trouve dans la zone grisée.

1. A l'aide du compas, tracer un point dans la zone grisée qui "serait susceptible" d'être le centre de la rotation,
2. Vérifier avec le calque si ce point convient,
3. Si ce point ne convient pas, tracer d'autres points jusqu'à ce que ...

Qu'observe-t-on ?

Deuxième partie:

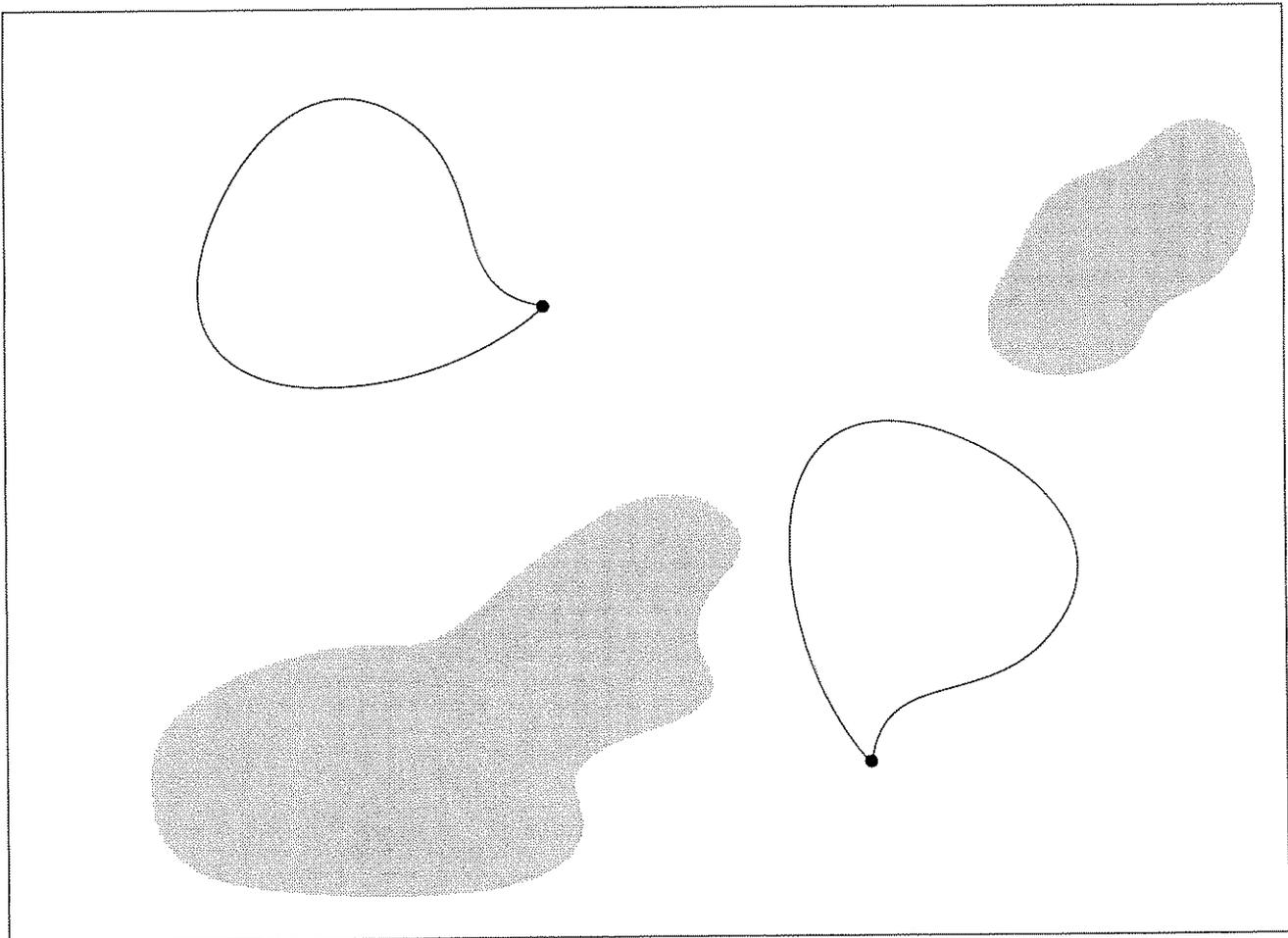
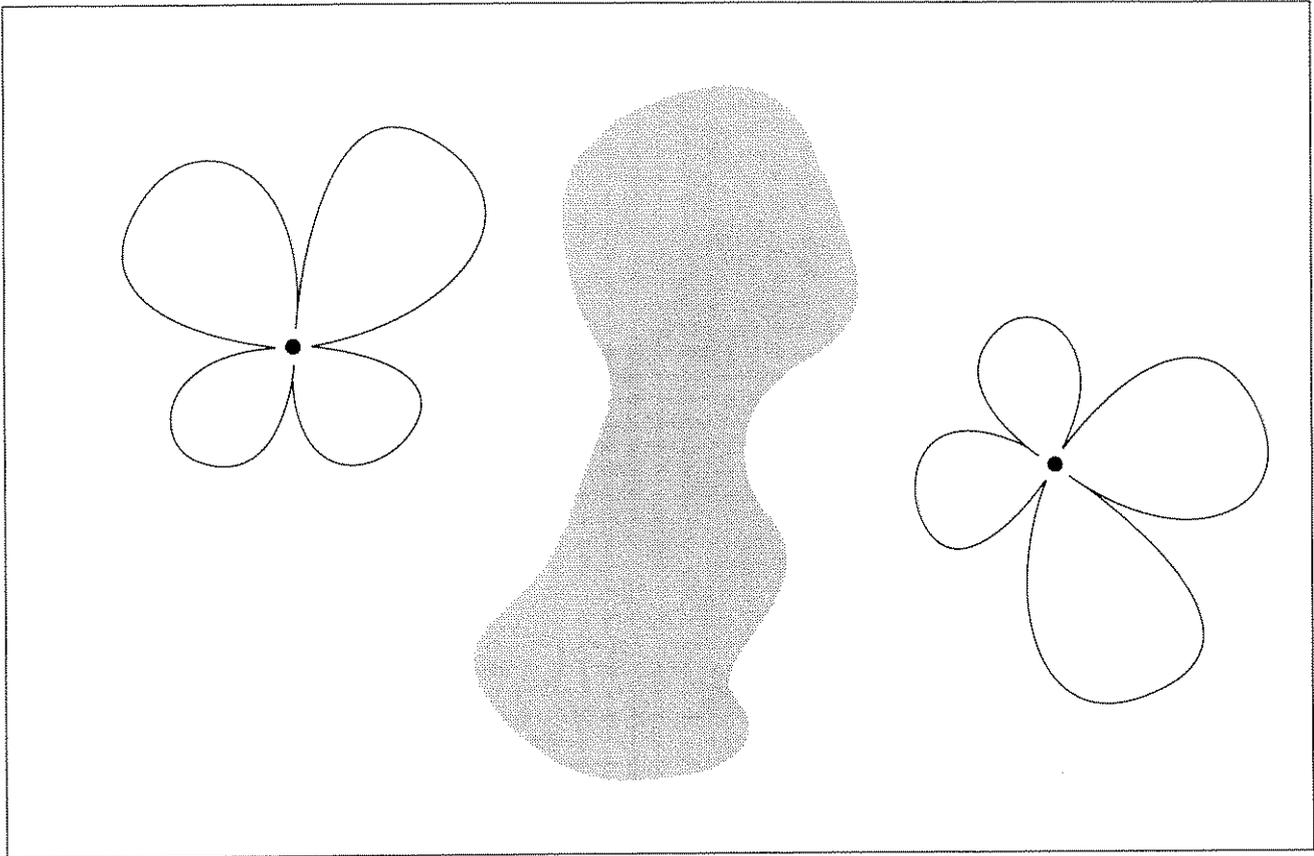
En utilisant le résultat précédent, construire le centre de la rotation.

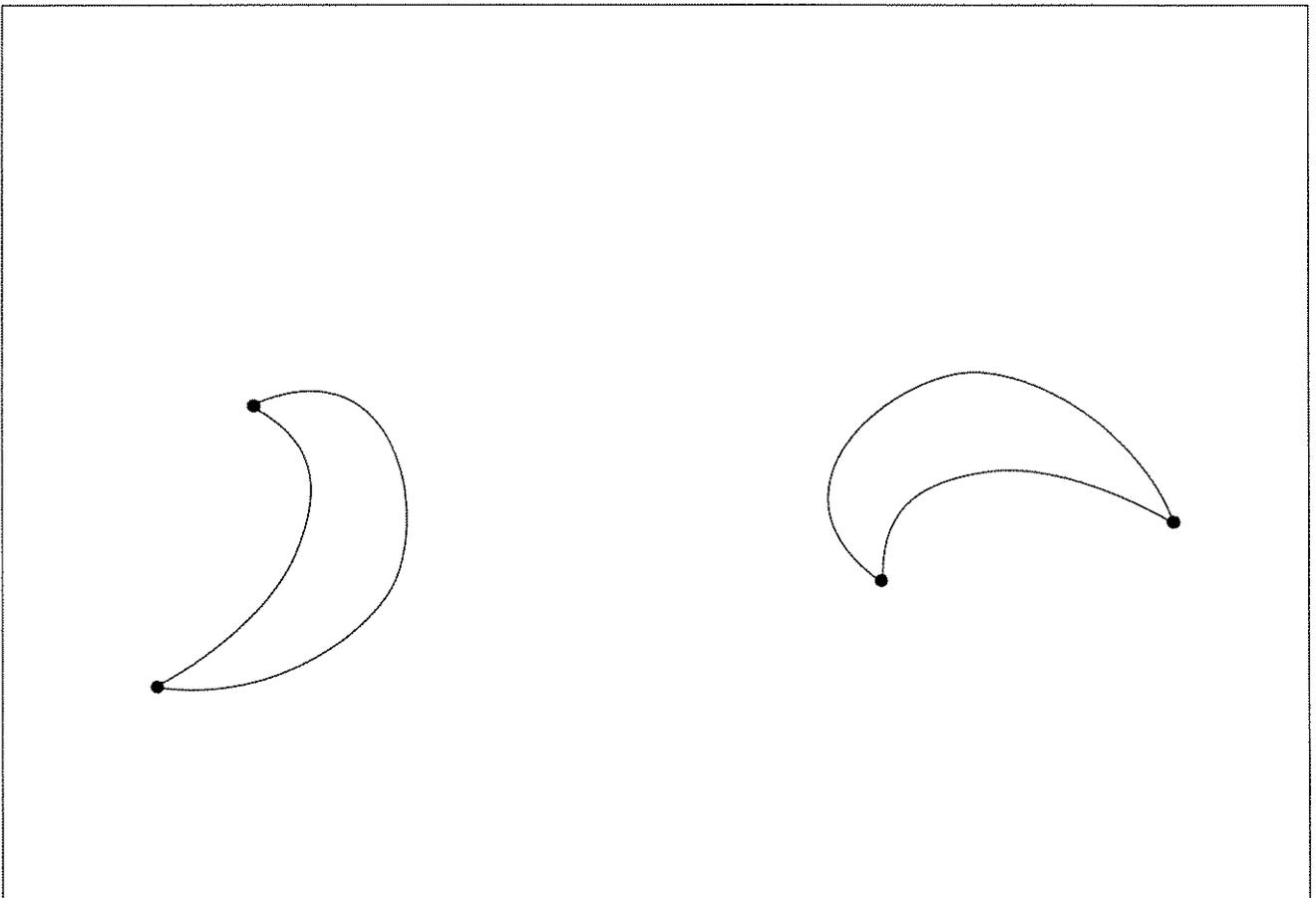
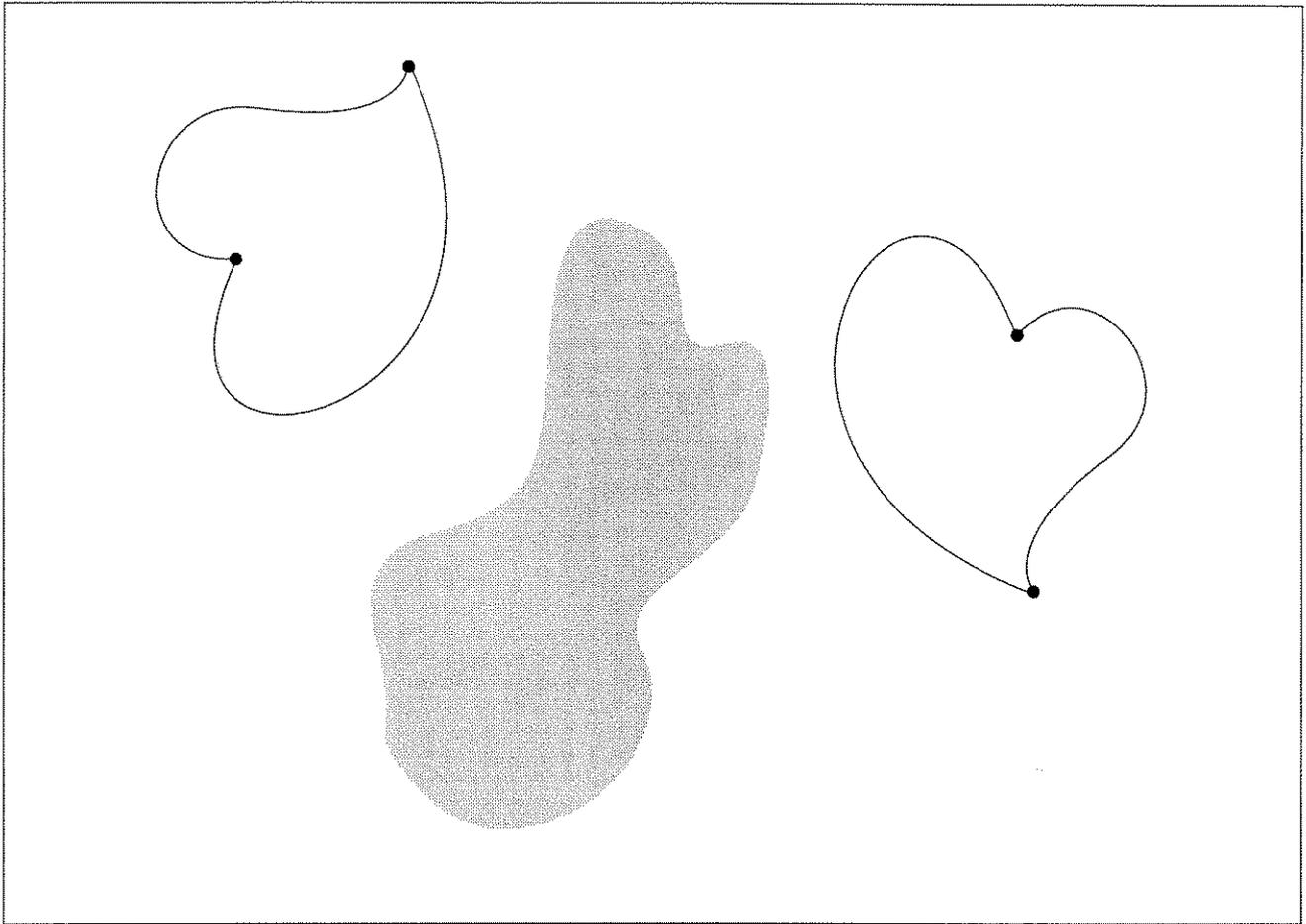
Entre nous

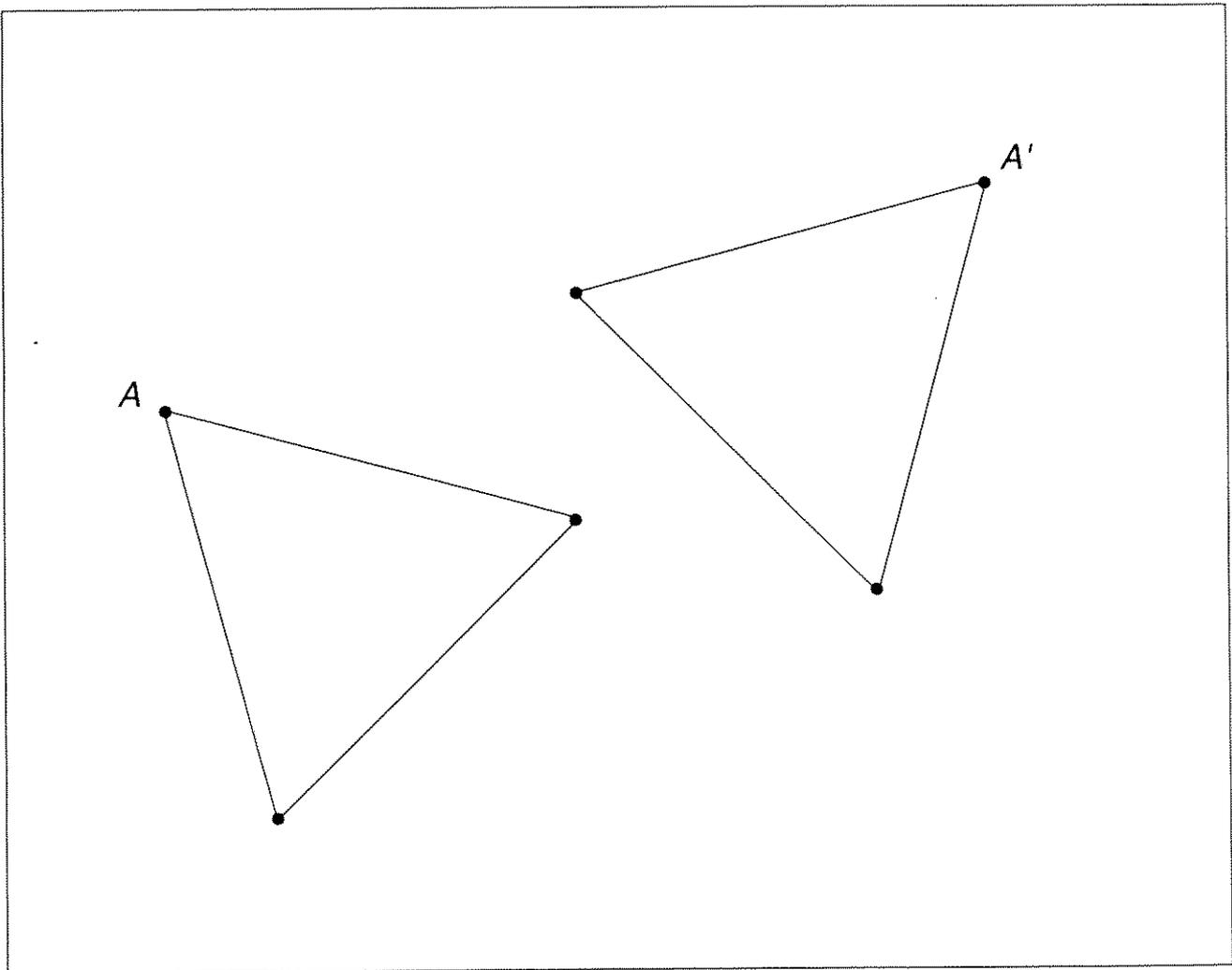
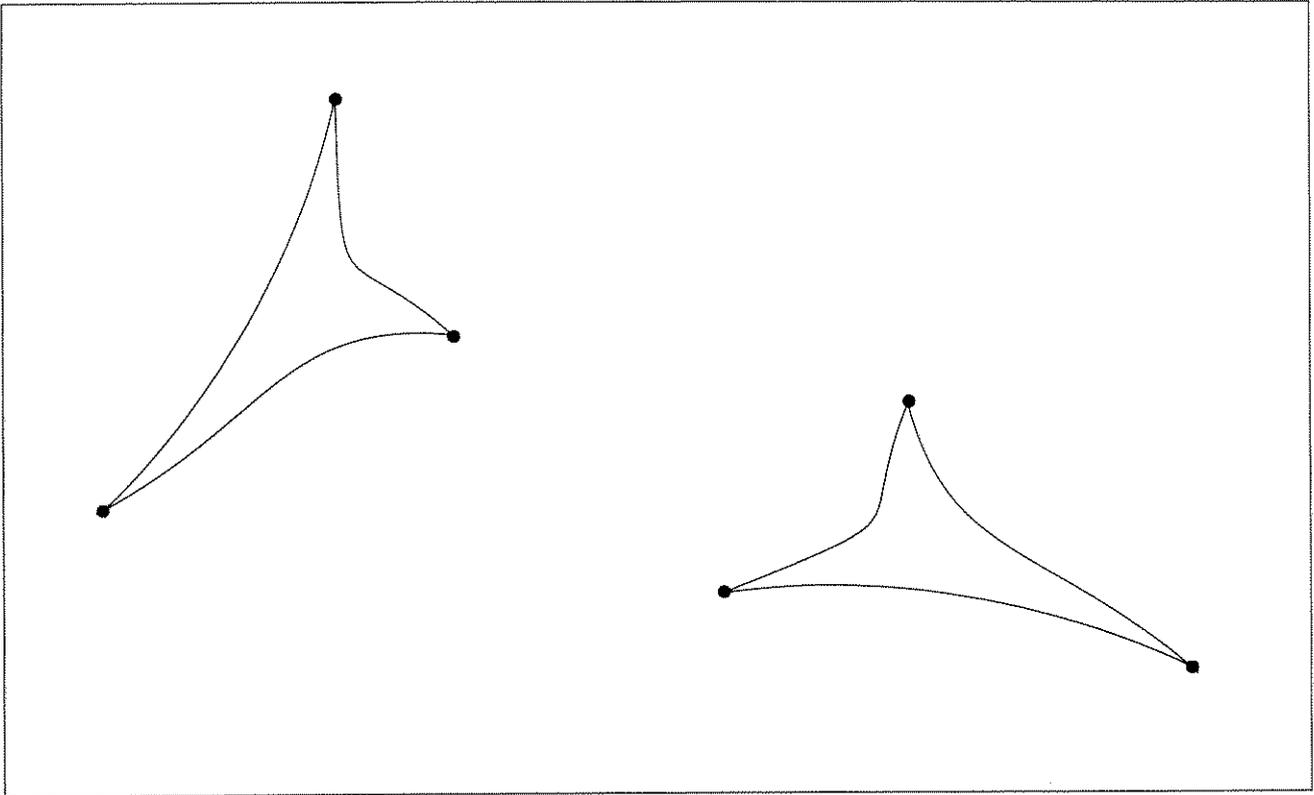
L'objectif de cette activité est de parvenir au résultat fondamental :

Le centre de rotation se trouve sur la médiatrice de 2 points homologues.

Par conséquent, le centre de la rotation est parfaitement déterminé (constructible) dès que l'on connaît 2 points et leur transformé.







FIGURES INVARIANTES 1

Outils

Tous les instruments de dessin (éventuellement le papier calque).

Consigne

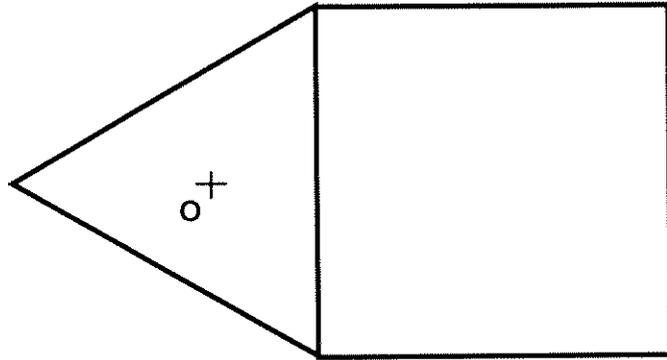
Dans chacun des cas, tracer l'image de la figure donnée dans la rotation de centre O et d'angle indiqué.

Entre nous

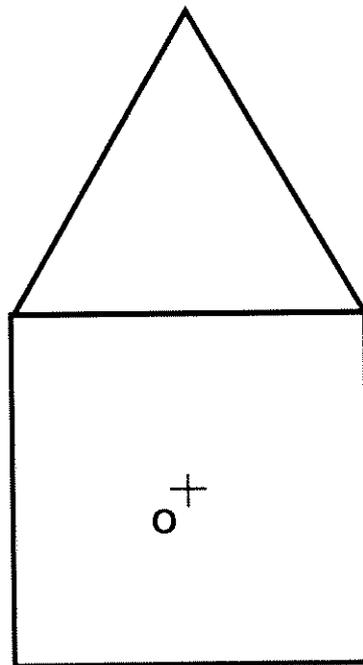
Dans la deuxième partie de l'activité, le choix des angles est modifiable à loisir selon l'objectif visé :

- mise en évidence de plusieurs rotations laissant globalement invariant un même polygone,
- mise en évidence d'une même rotation laissant globalement invariant plusieurs polygones,

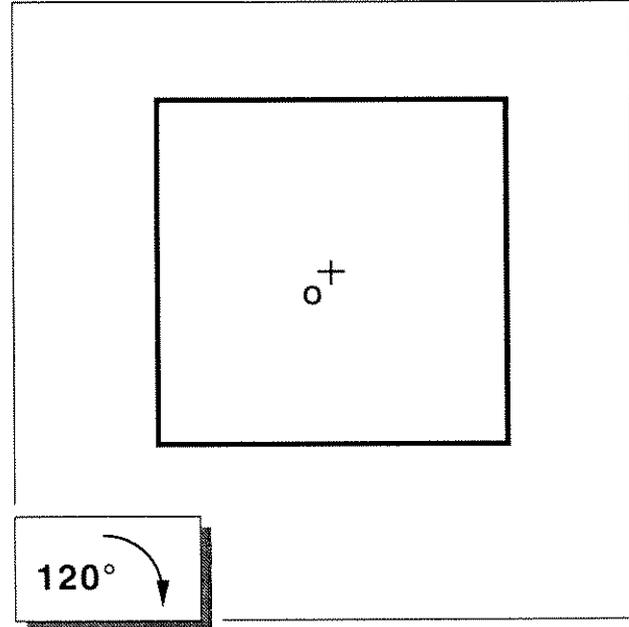
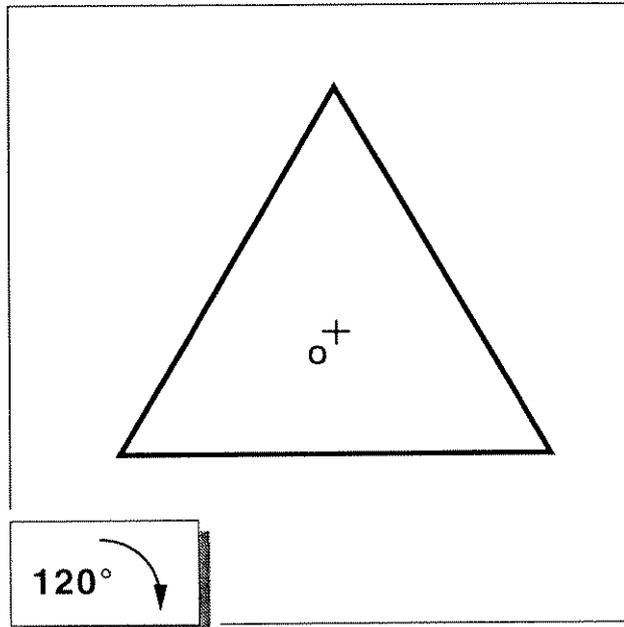
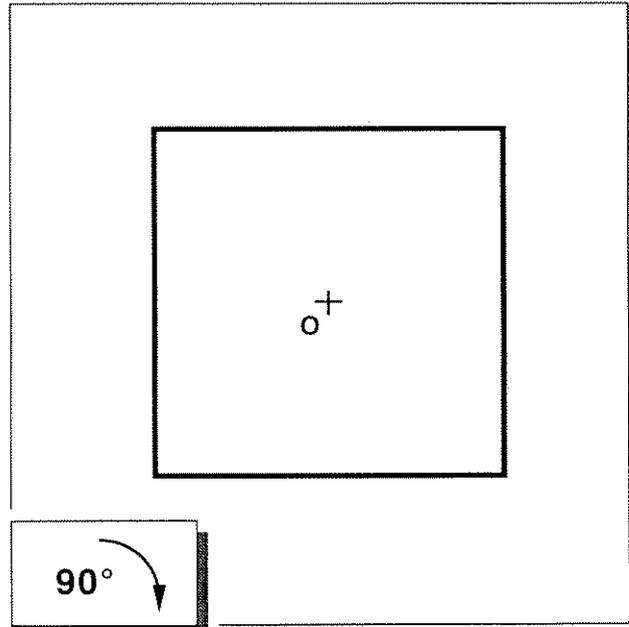
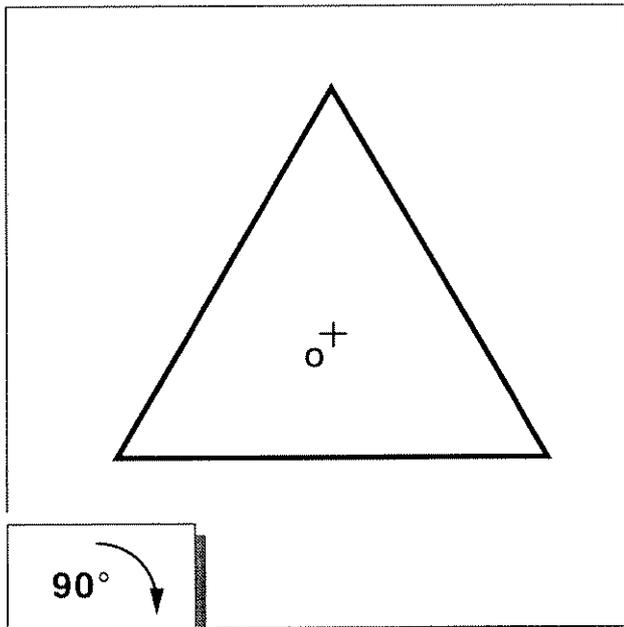
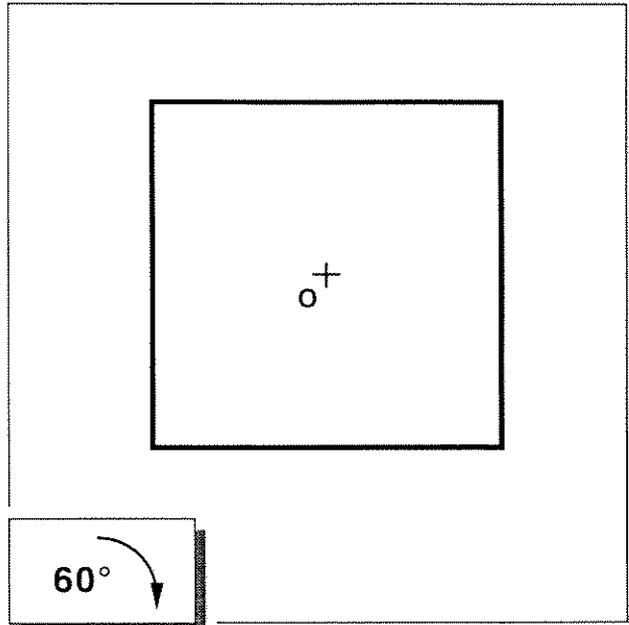
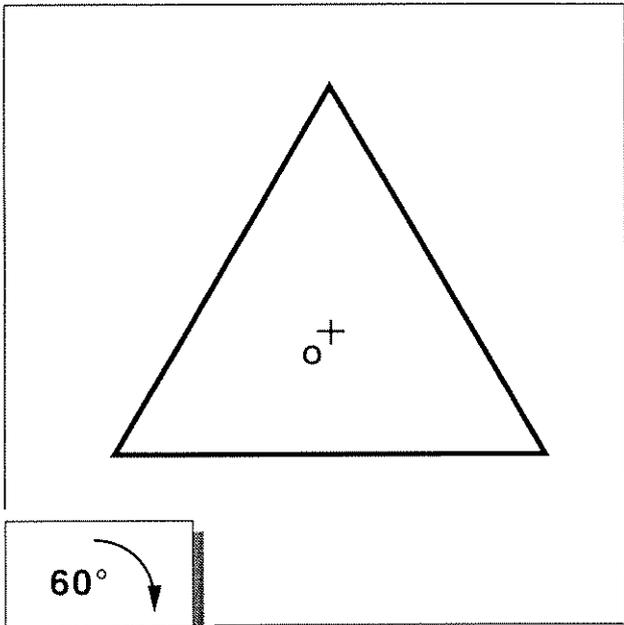
Rappelons, à toutes fins utiles, que l'enseignant ne doit pas se sentir obligé de pratiquer toutes les activités proposées ici.

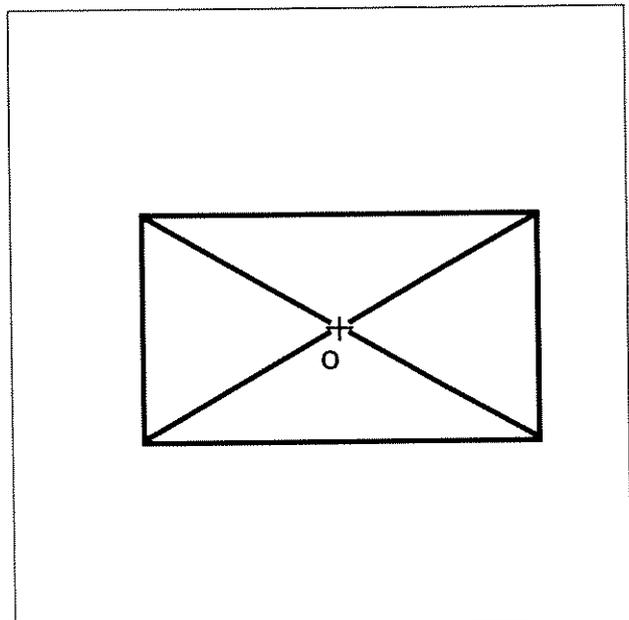
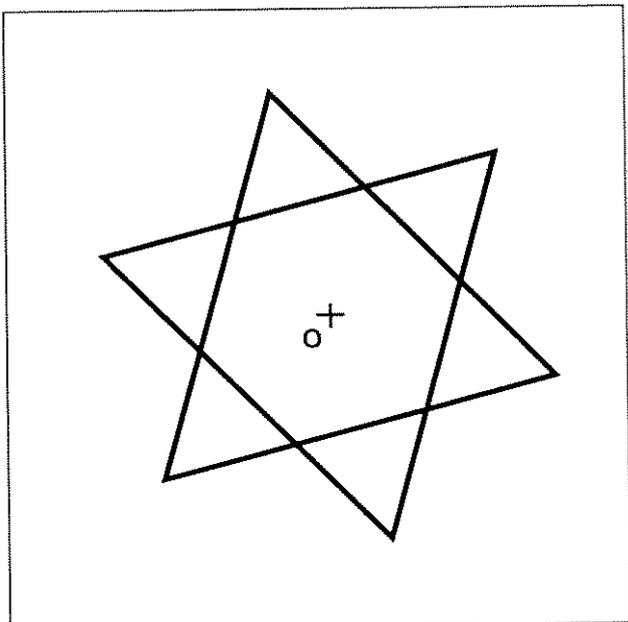
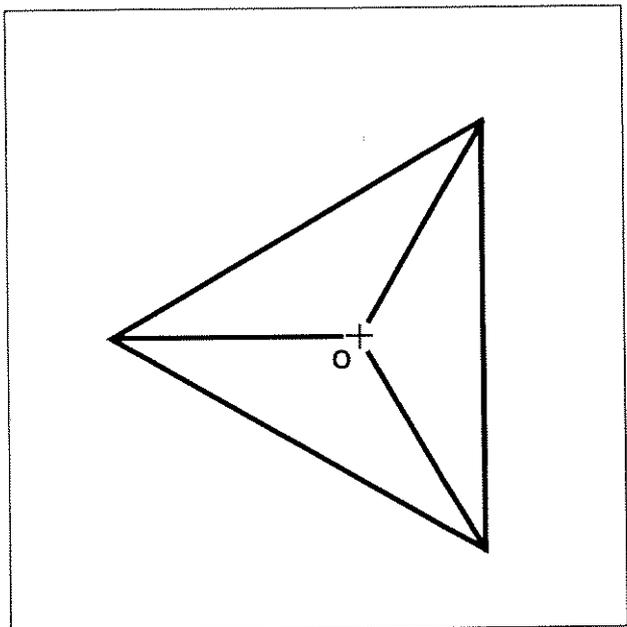
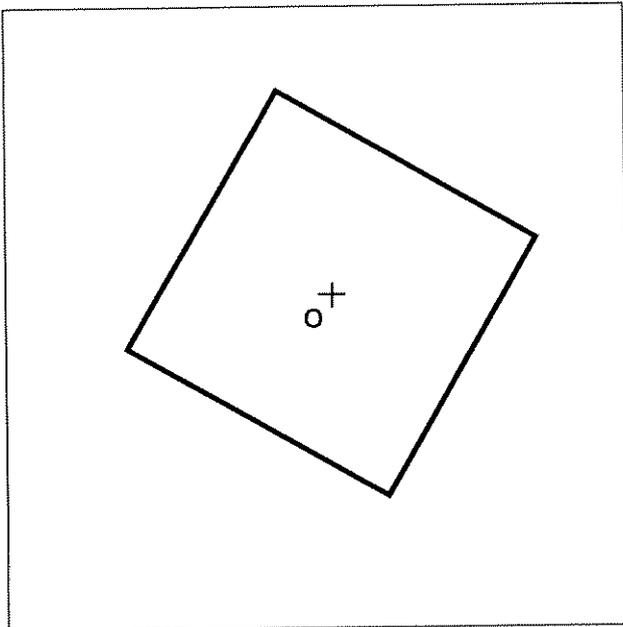
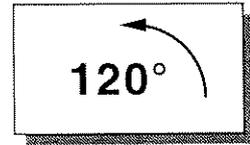
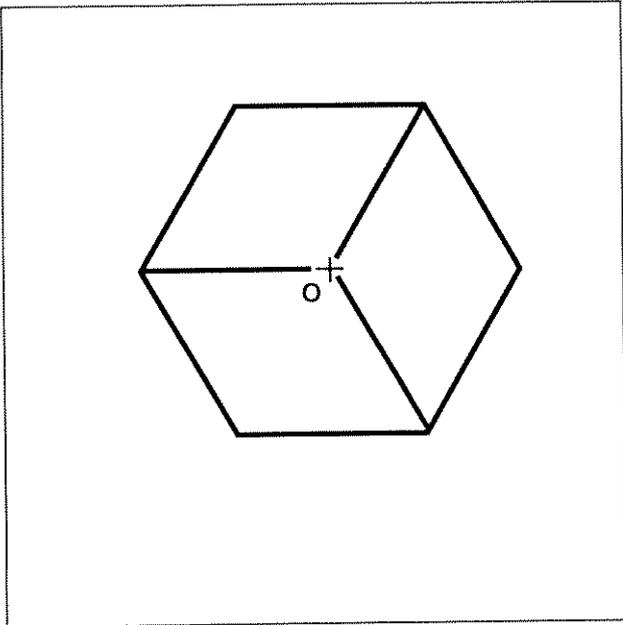


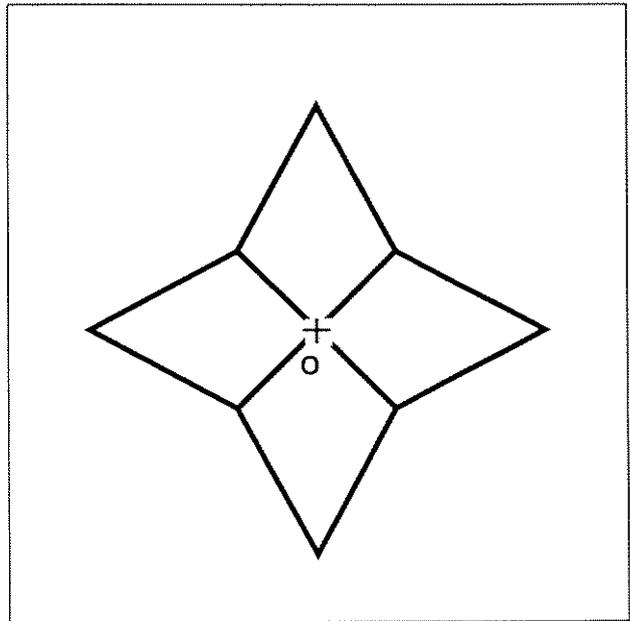
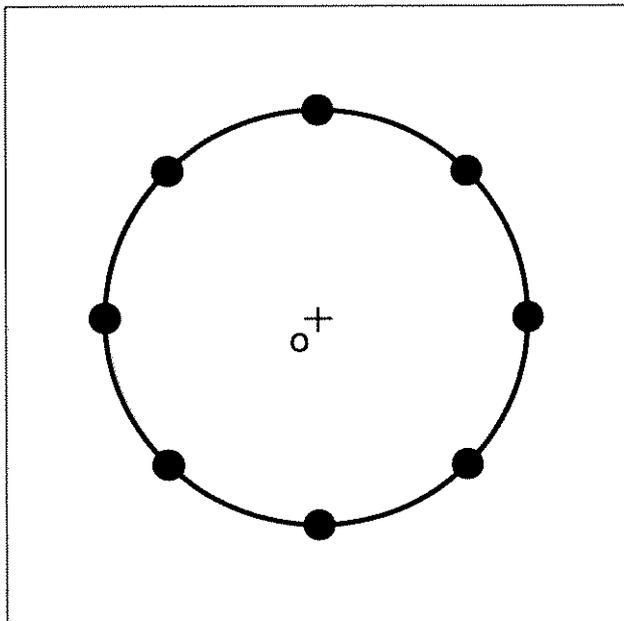
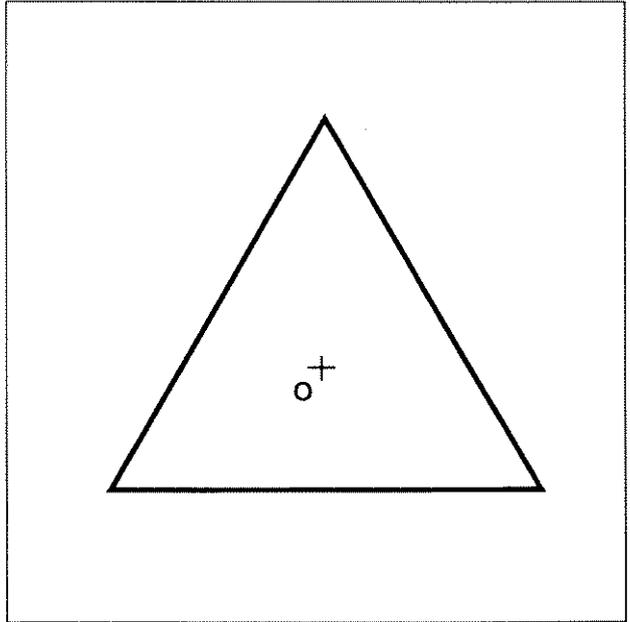
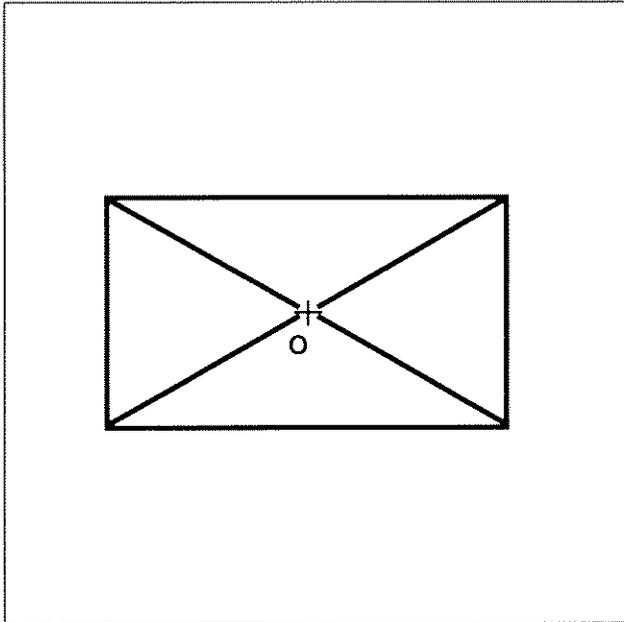
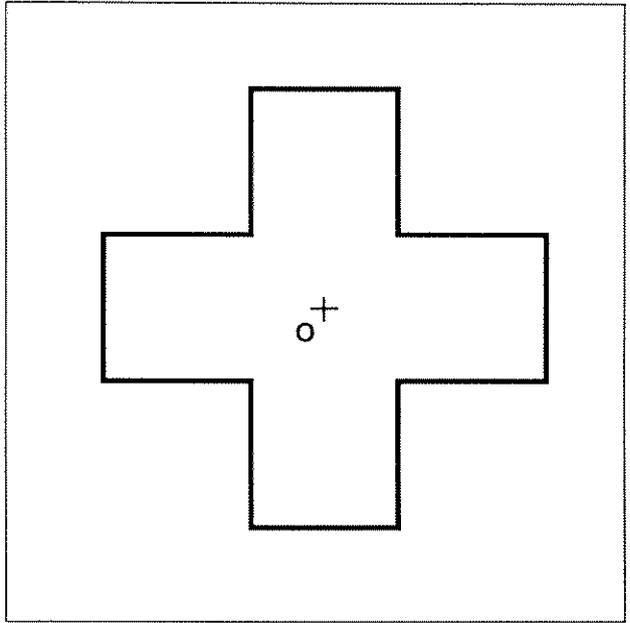
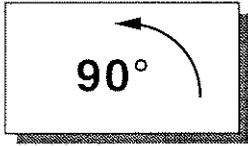
$\Gamma (O, 120^\circ)$

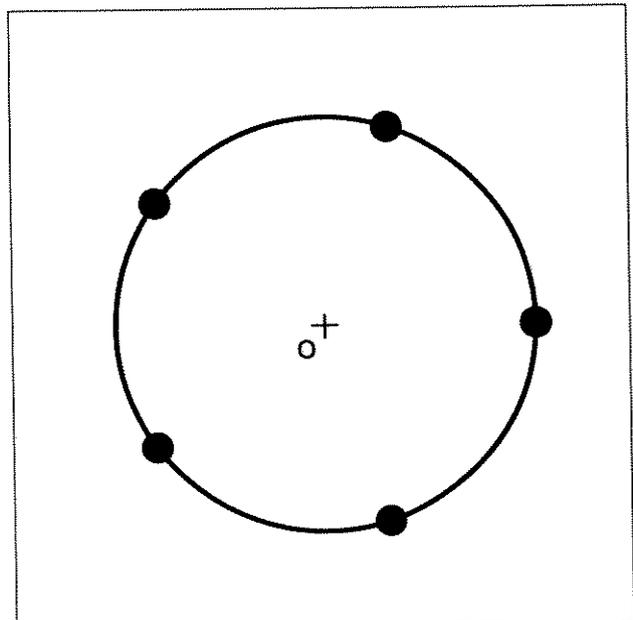
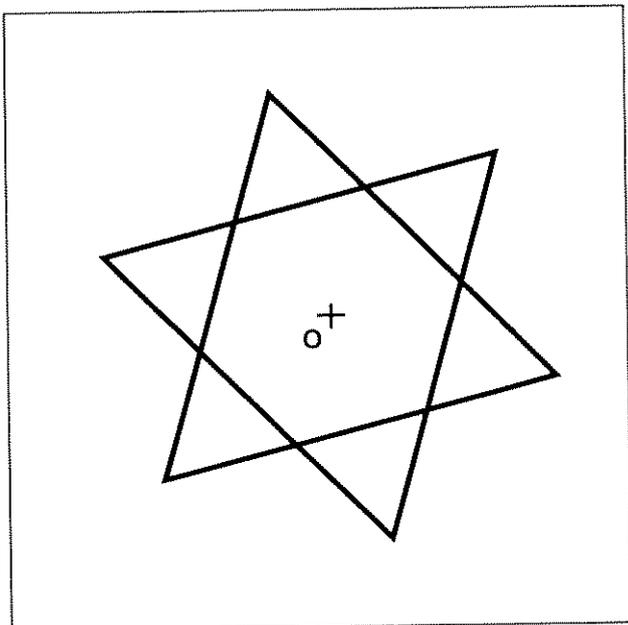
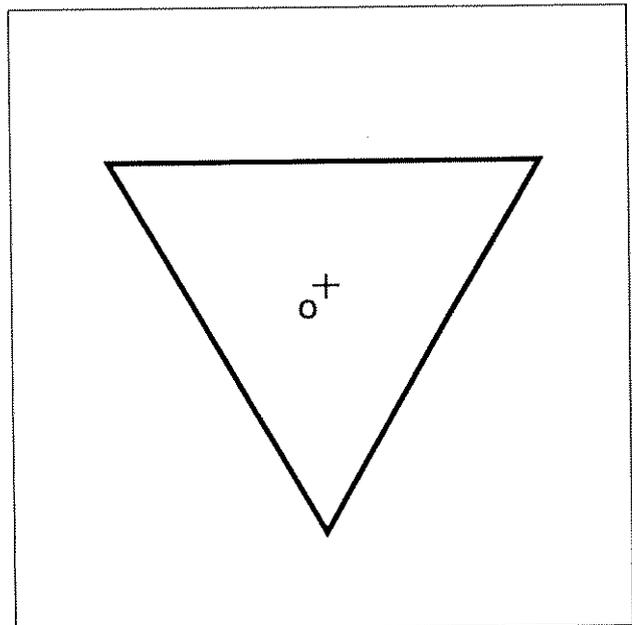
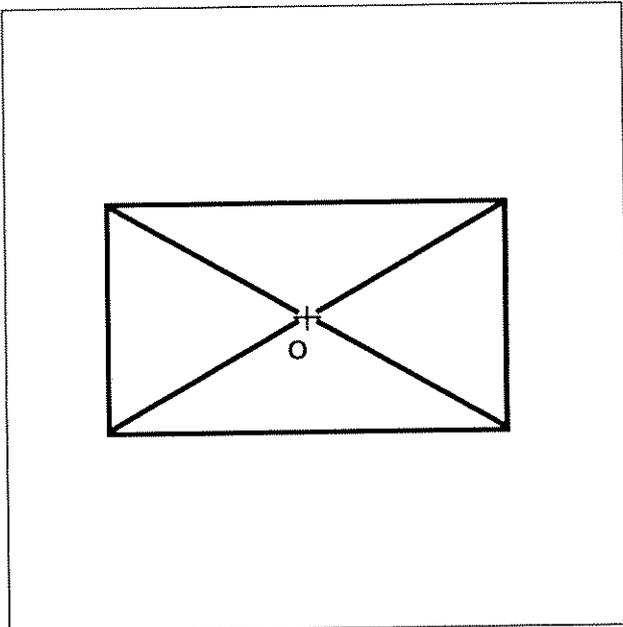
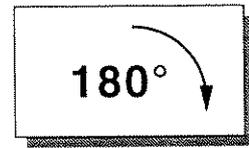
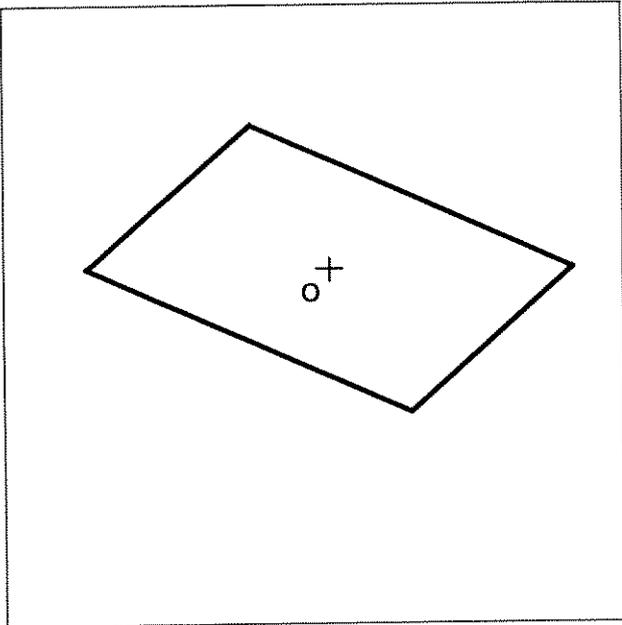


$\Gamma (O, 90^\circ)$









FIGURES INVARIANTES 2

Outils

Tous les instruments de dessin et le papier calque si nécessaire.

Consignes

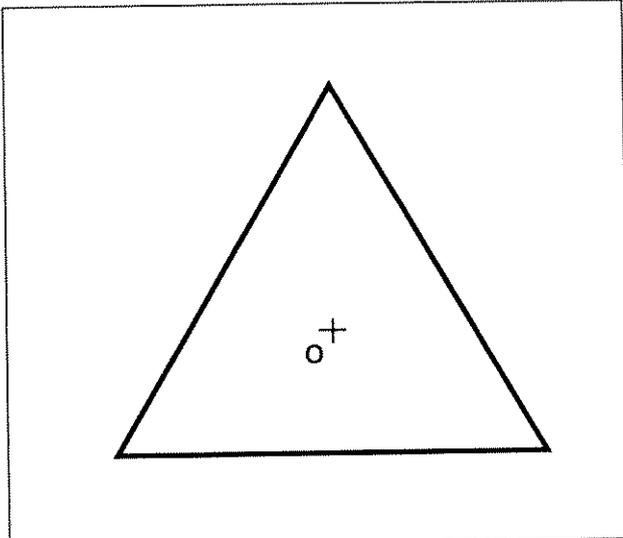
Activité 1 : Dans chacun des cas, trouve le ou les angles de rotation qui laisse(ent) la figure globalement invariante dans la rotation de centre O.

Activité 2 : Ajouter le minimum d'éléments à la figure initiale pour qu'elle devienne globalement invariante dans une rotation d'angle et de centre à déterminer.

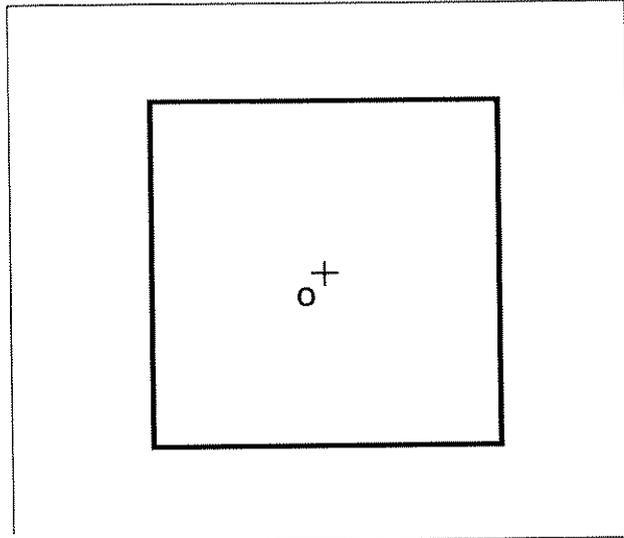
Entre nous

Dans un premier temps le choix d'un sens de rotation est proposé pour éviter les dispersions lors de la recherche.

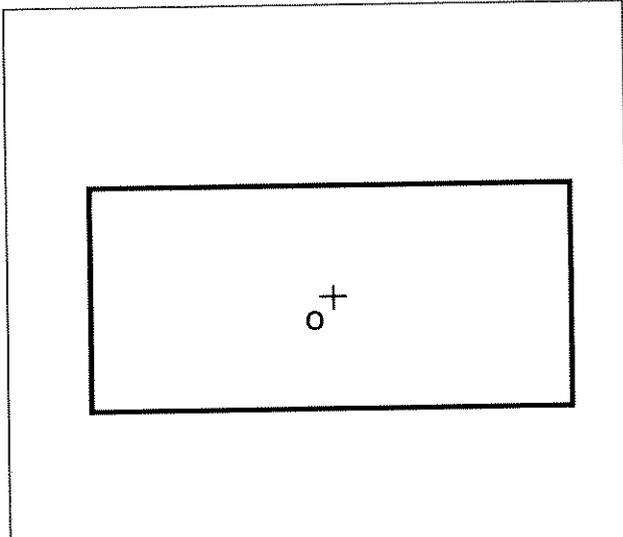
Les parties grisées sont considérées comme des caractéristiques de la figure et par conséquent doivent être prises en compte pour la résolution du problème.



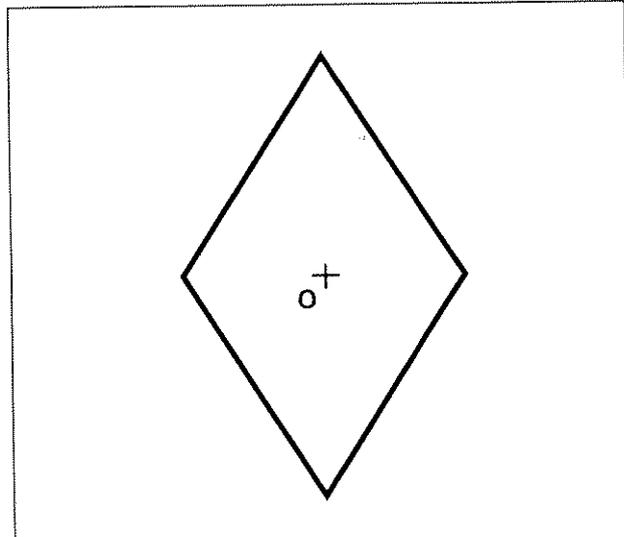
✓ ? ; ;



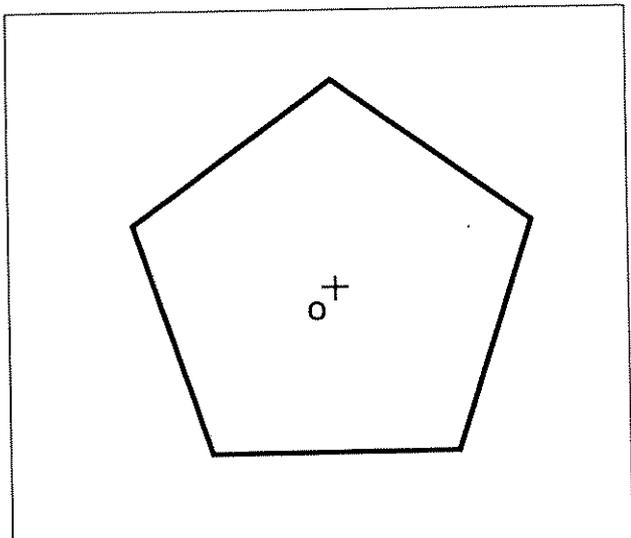
✓ ? ; ;



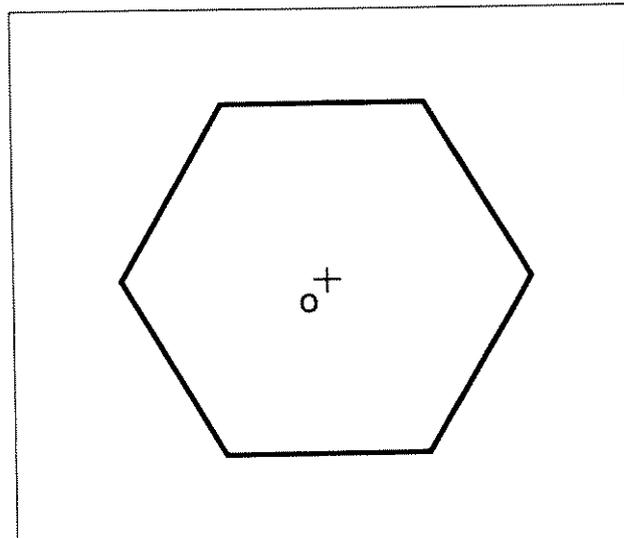
✓ ? ; ;



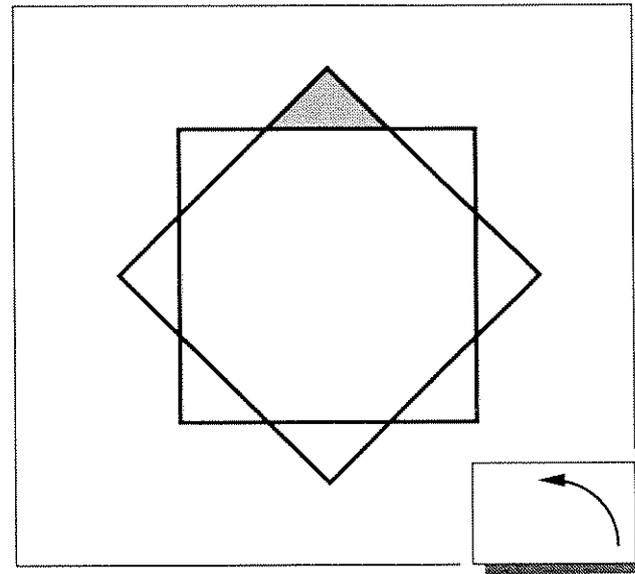
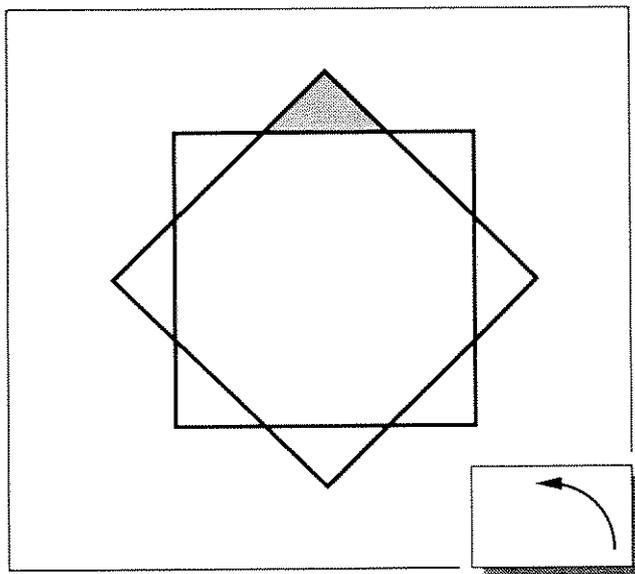
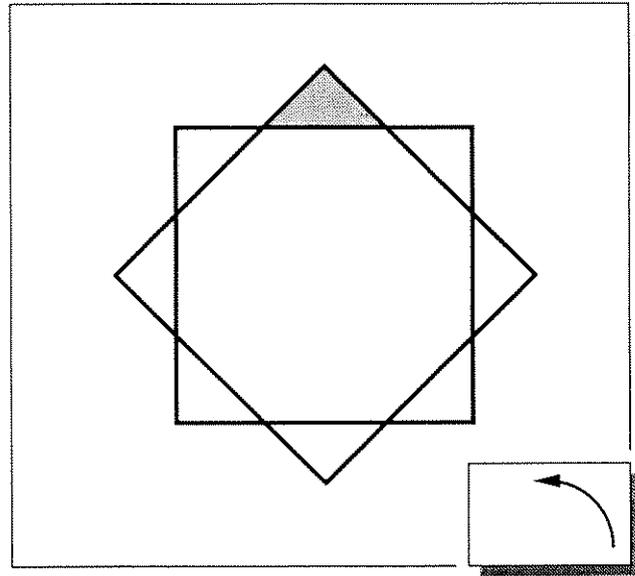
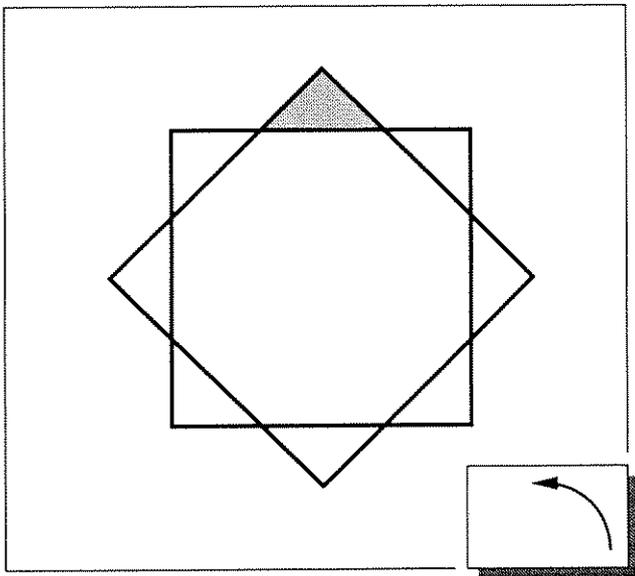
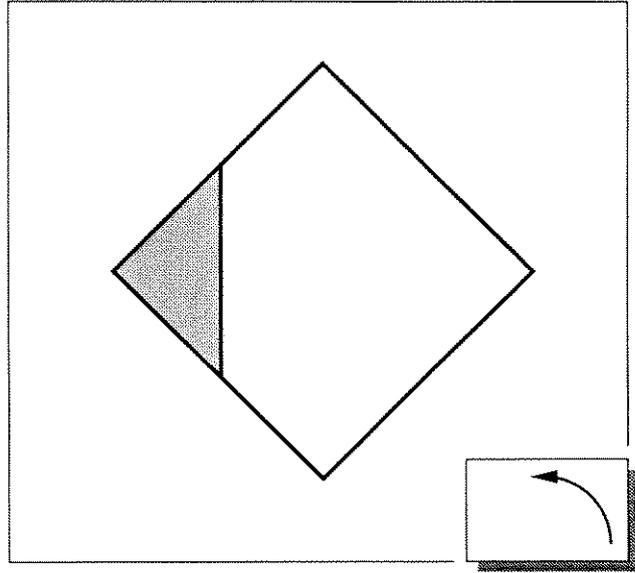
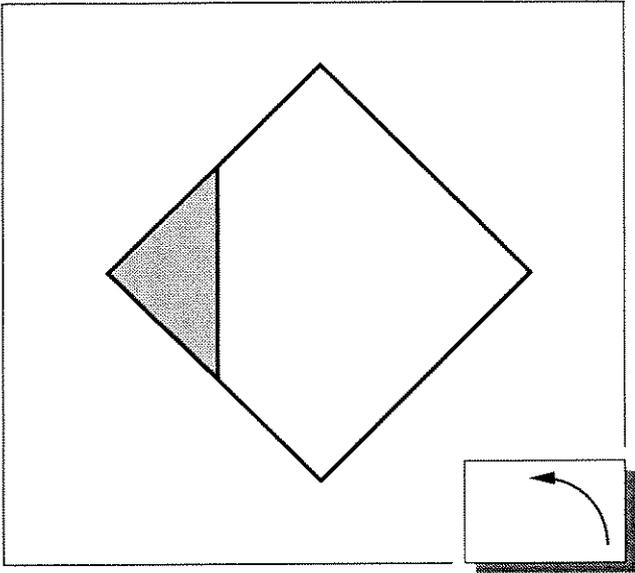
✓ ? ; ;

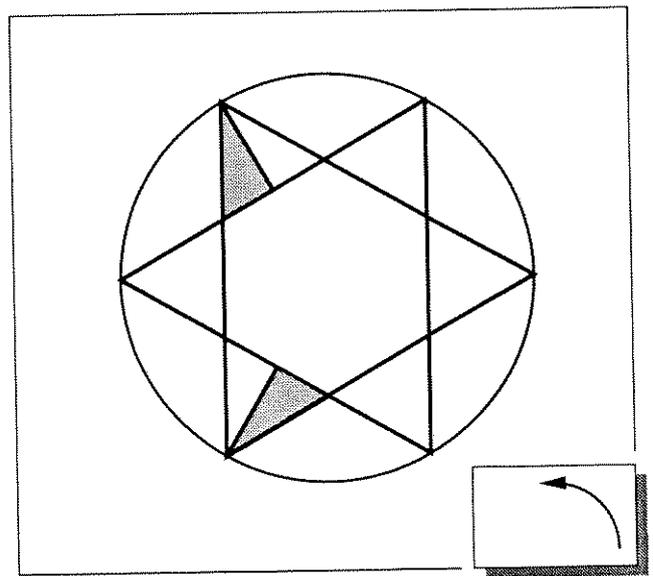
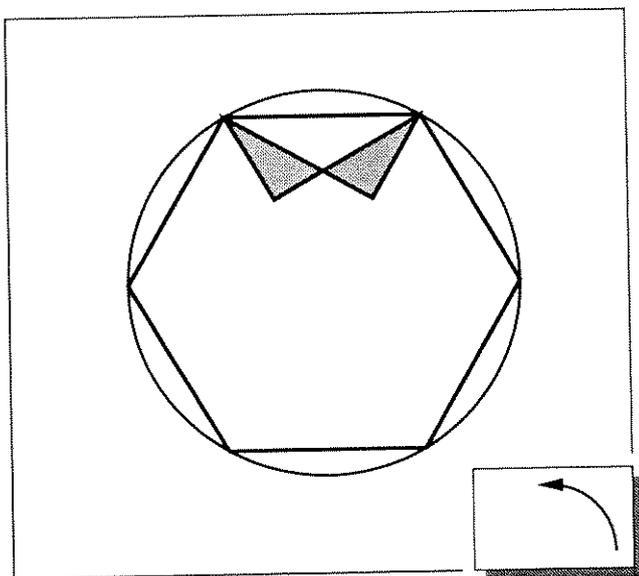
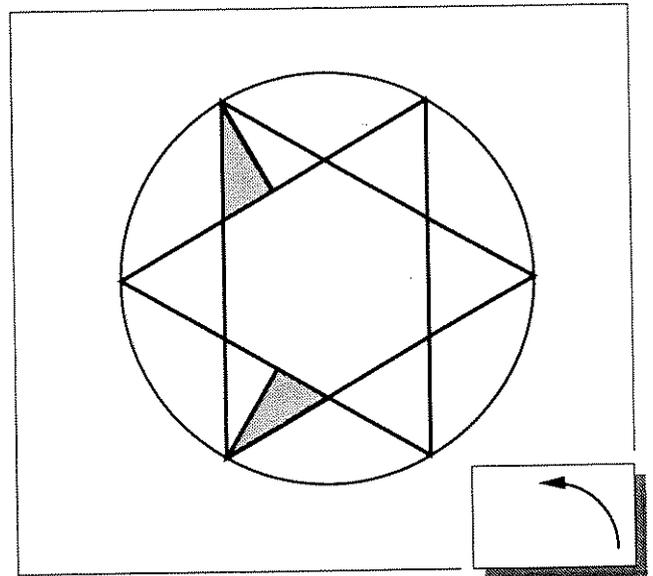
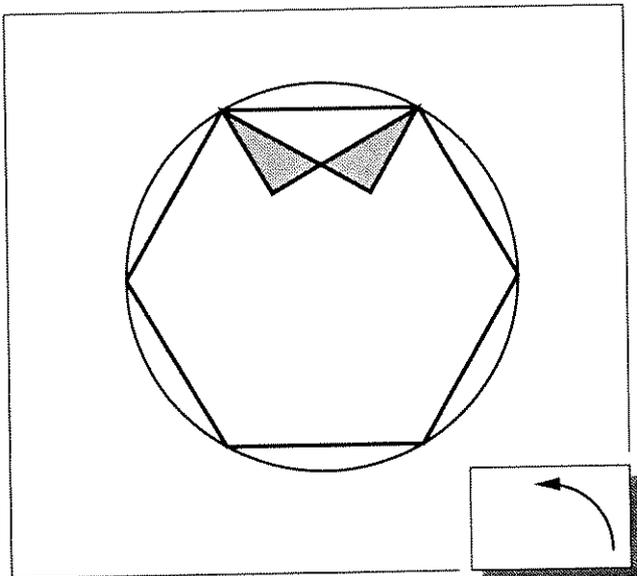
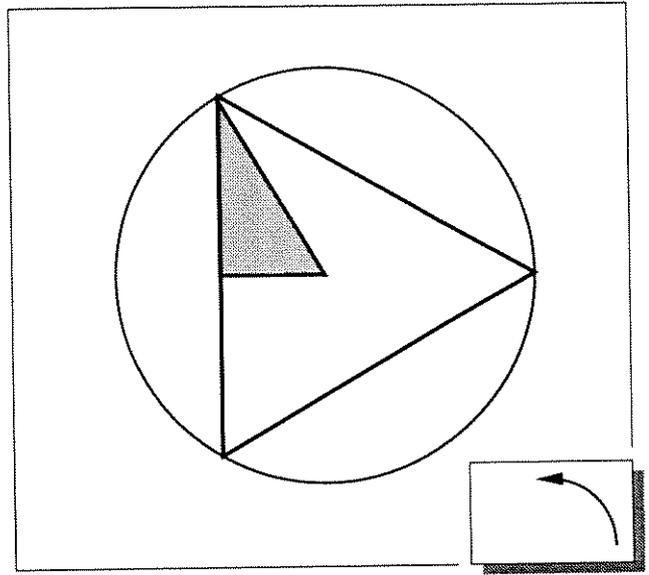
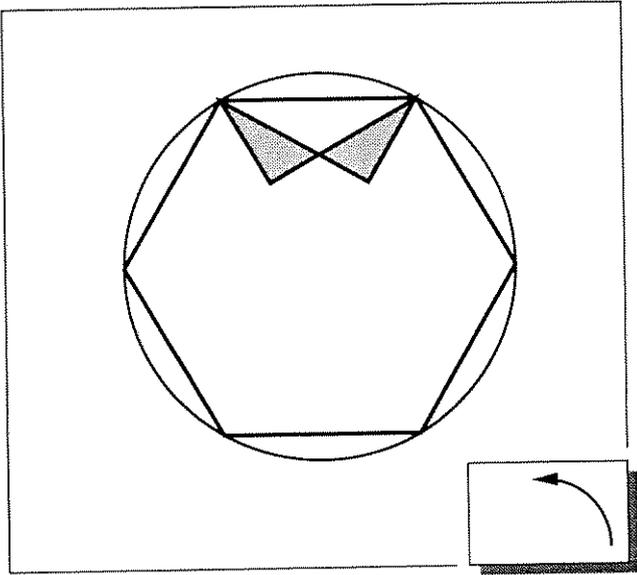


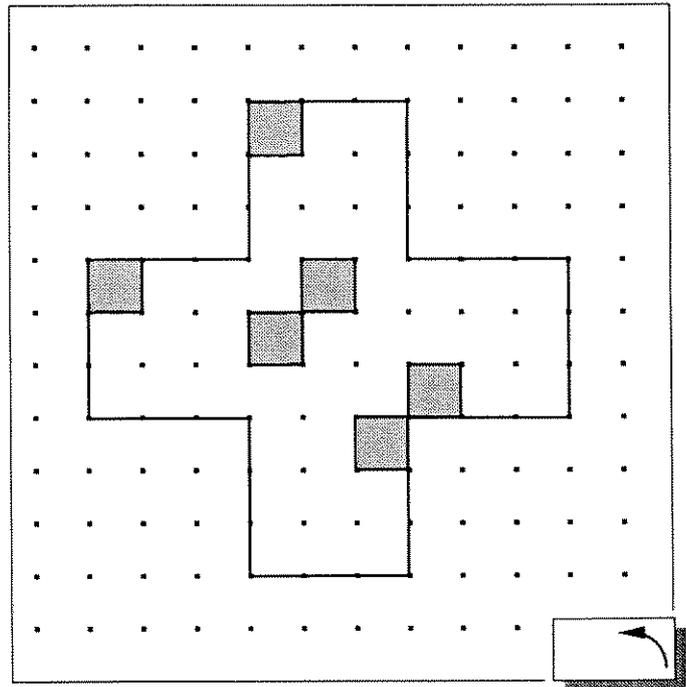
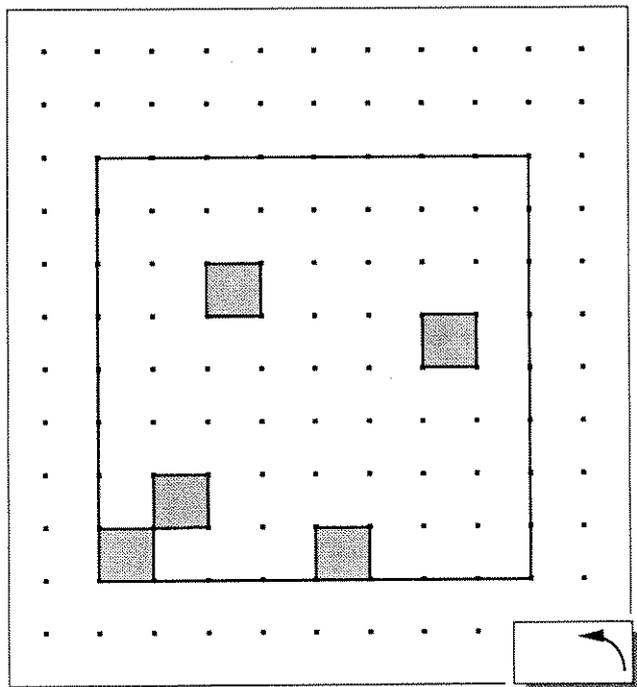
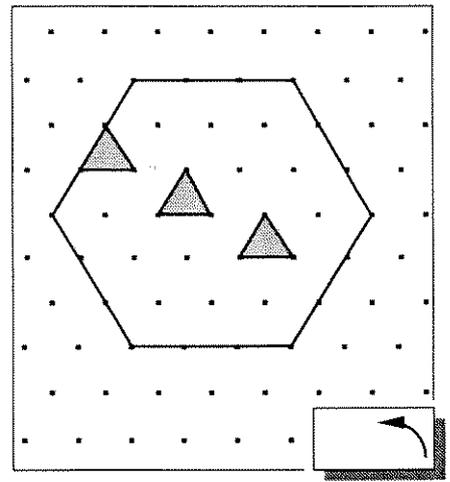
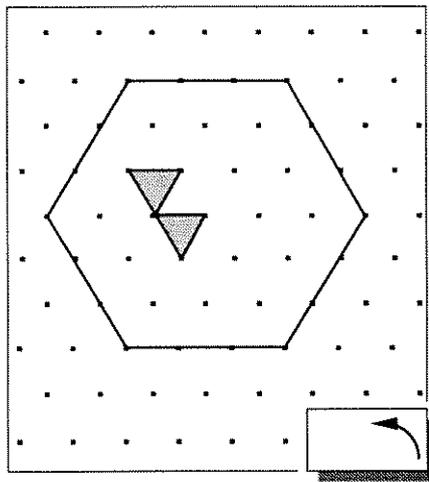
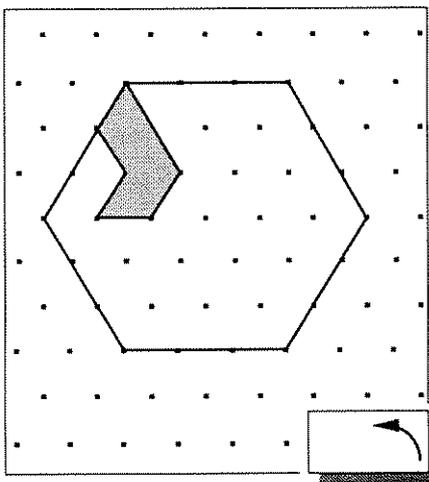
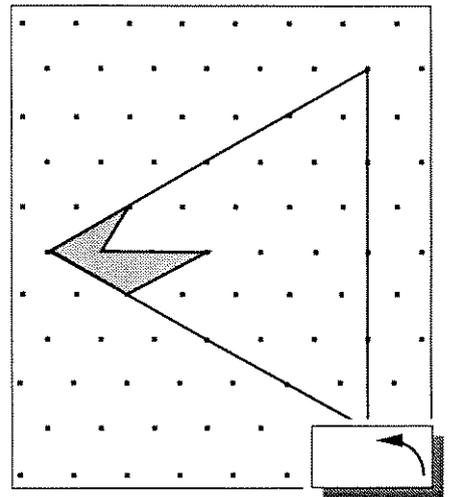
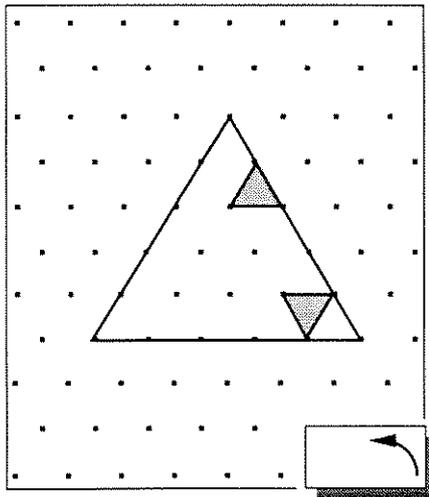
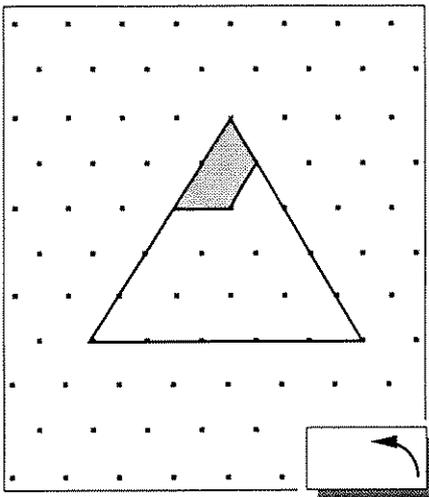
✓ ? ; ;



✓ ? ; ;







CHAPITRE 16

L'OUTIL INFORMATIQUE

Toutes les activités, proposées dans les chapitres précédents, recourent aux instruments antiques et traditionnels : papier, crayon, règle, compas,... pour des manipulations qui sont toujours d'actualité : traçage, pliage, découpage,...

L'utilisation d'un ordinateur dans la classe ne devrait plus apparaître aujourd'hui comme une "extravagance pédagogique" réservée à quelques enseignants spécialisés. C'est pourquoi il nous a semblé naturel et indispensable de compléter ce fascicule par quelques activités faisant appel à cet outil désormais présent dans toutes les salles de classes du système scolaire français (à quelques milliers d'exceptions près...).

Forts de l'expérience que nous avons acquise en ce domaine, au sein de l'IREM Paris-Nord depuis plusieurs années, nous proposons des activités autour des deux logiciels qui nous semblent les plus dignes d'intérêt pour explorer la géométrie élémentaire : LOGO et CABRI-GEOMETRE.

Les théories d'apprentissage qui ont guidé la conception de ces logiciels trouvent leur fondement dans les idées piagésiennes et leur aboutissement dans celles de micro-monde .

L'idée de micro-monde est celle d'un environnement suffisamment riche pour offrir à l'apprenant la possibilité d'explorer un univers (ici géométrique), de faire des expériences, de découvrir des propriétés, d'élaborer des théories,... lui permettant ainsi d'être le bâtisseur de sa propre connaissance.

CABRI	Observer ... Tracer ...
LOGO	Les polygones réguliers Rotation d'une figure
ANNEXE	Macro-Construction : <i>Rotation</i>

CABRI - GEOMETRE

CAhier de BRouillon Interactif pour l'apprentissage de la géométrie.

Le micro-monde de Cabri-Géomètre se présente avec un petit nombre d'objets primitifs : point, droite, triangle, cercle,... et des outils permettant de construire milieu, médiatrice, droite parallèle,...

- Cet "outillage" élémentaire permet de décrire et de construire toutes les figures géométriques d'une manière très proche de celle utilisée dans l'univers papier-crayon avec la règle et le compas.
- Les figures tracées sur l'écran peuvent être modifiées et déplacées, les propriétés attribuées initialement (milieu, orthogonalité, parallélisme,...) étant conservées.
- Une construction réalisée avec les objets primitifs peut recevoir un nom (macro-construction) et ainsi devenir un nouvel outil réutilisable pour d'autres constructions.

OBSERVER L'EFFET D'UNE ROTATION ...

1. ... sur un segment

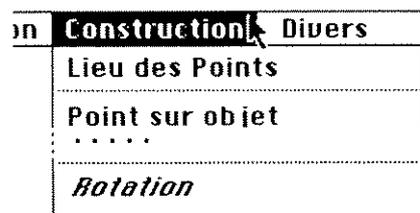
Tracer sur l'écran :

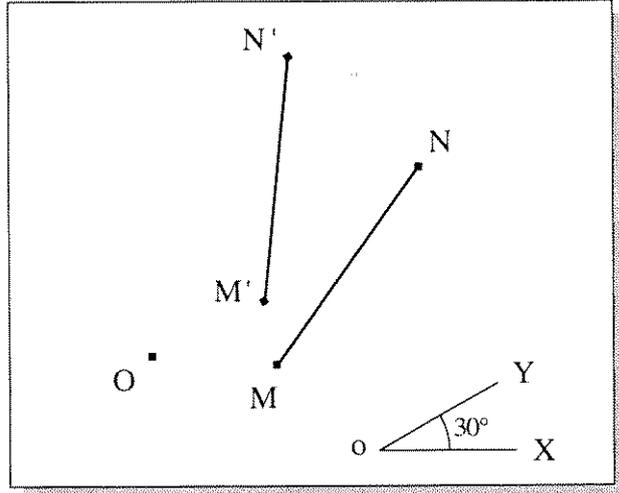
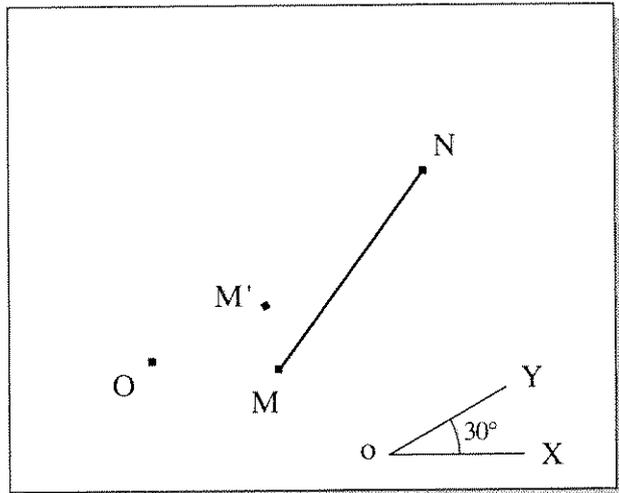
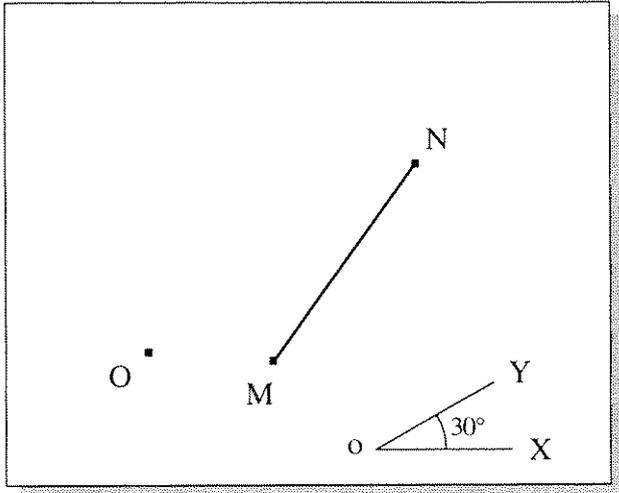
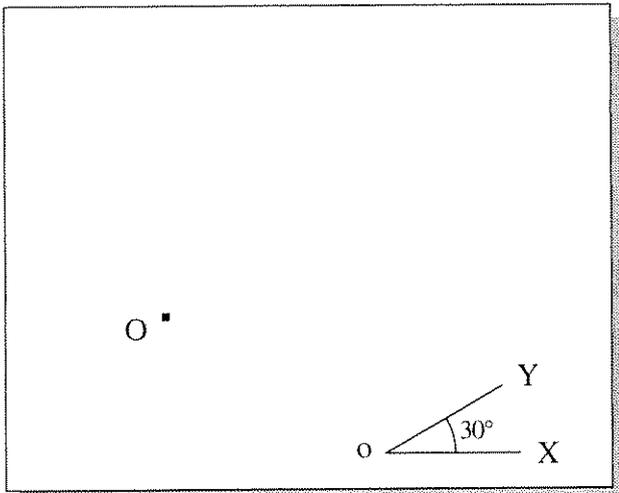
- un point nommé O (le centre de la rotation)
- deux segments [o X] et [o Y]
(on pourra marquer l'angle \widehat{XoY} et afficher sa mesure)
- un segment nommé [MN]
- le point M' transformé de M par la rotation de centre O et d'angle (\vec{oX}, \vec{oY})
- le point N' transformé de N par la même rotation
- le segment [M'N']

- ➔ Observer comment varie [M'N'] lorsque :
 - on déplace l'un des points M ou N
 - on modifie la valeur de l'angle
 - ...

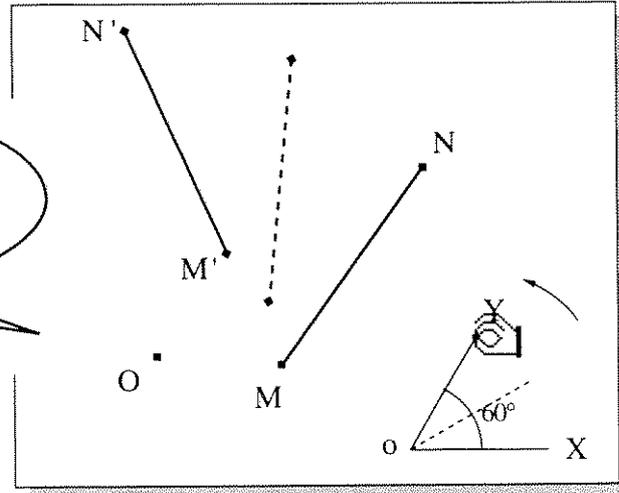
Entre-nous

L'outil *Rotation* qui apparaît dans le menu Construction est une macro-construction créée par l'enseignant (CF. Annexe page 114)





L'outil  permet de saisir un objet et de le déplacer.



2. ... sur une droite

Tracer sur l'écran :

- les éléments caractéristiques de la rotation (centre et angle)
- une droite (d)
- 2 points M et N appartenant à (d)
- les points M' et N' images de M et N par la rotation choisie
- la droite (d') passant par M' et N'

➡ Observer ce qui se passe :

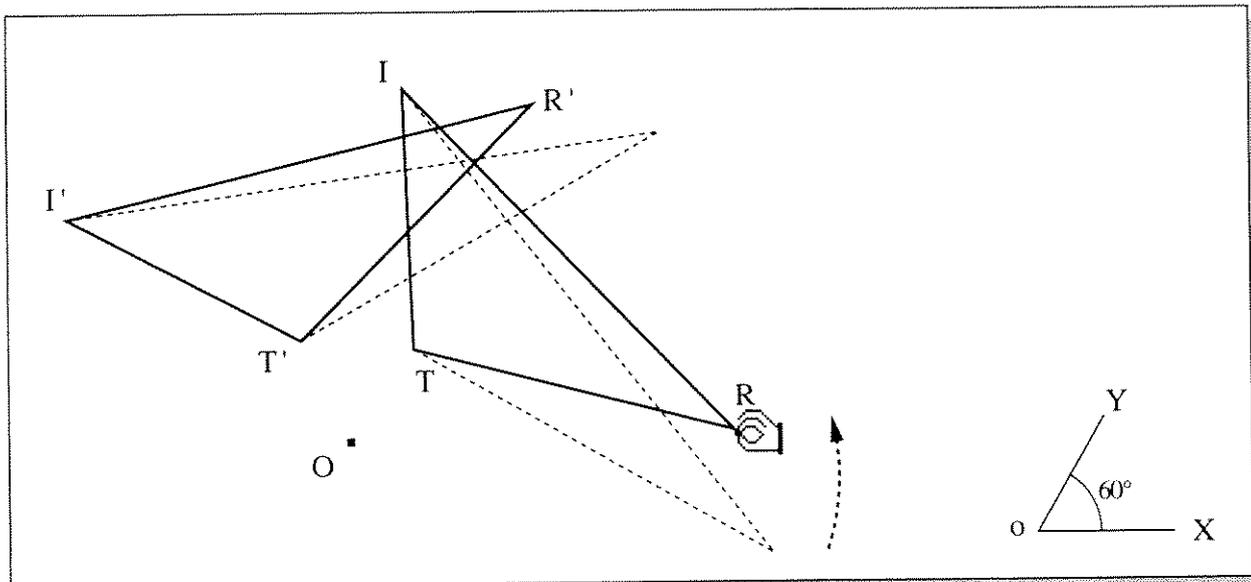
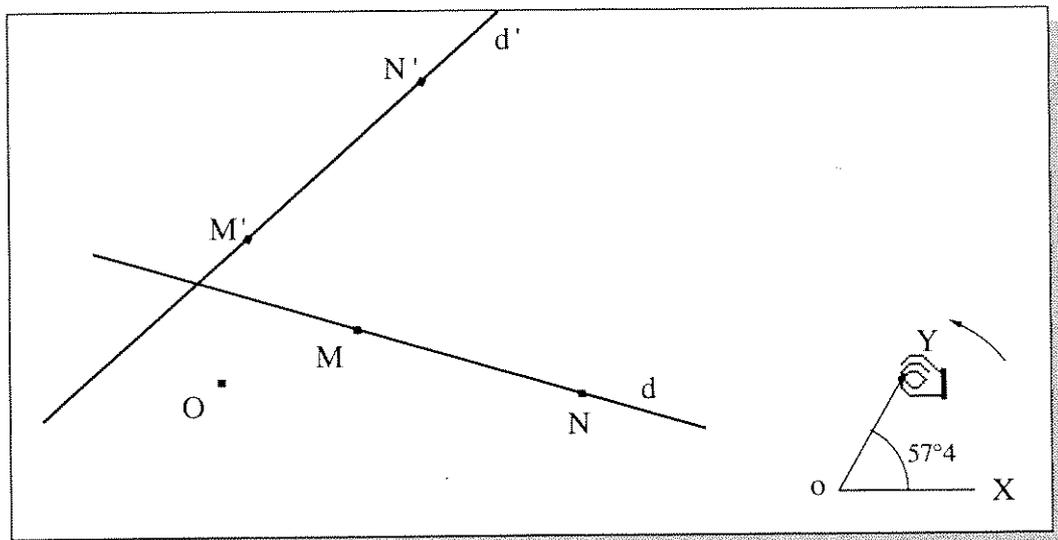
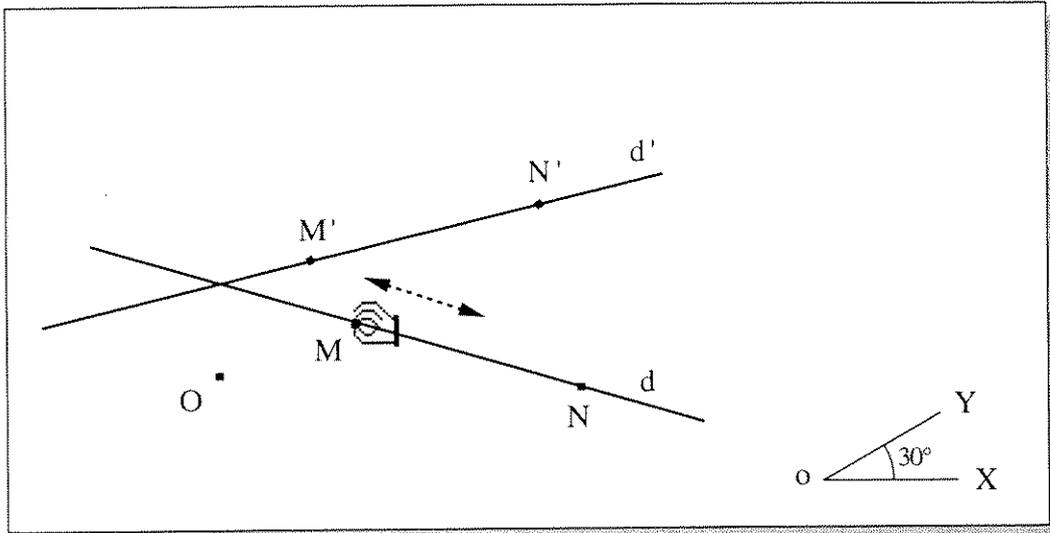
- quand on déplace les points M ou N sur (d)
- quand on déplace la droite (d)
- quand on modifie l'angle (on pourra mettre en évidence l'angle des droites d et d' et afficher sa valeur)
- ...

3. ... sur un triangle

Tracer sur l'écran :

- les éléments caractéristiques de la rotation (centre et angle)
- un triangle TRI
- les points T', R' et I' respectivement transformés des points T, R et I par la rotation choisie
- le triangle T'O'P'

➡ Observer comment varie T'O'P' ...



TRACER LE TRANSFORMÉ PAR ROTATION ...

1. ... d'une droite

Tracer sur l'écran :

- les éléments caractéristiques de la rotation (centre et angle)
- une droite (d)
- un point M appartenant à (d)
- le point M' image de M par la rotation choisie

Sélectionner: 1. la fonction "**Lieu de points**" du Menu Construction
 2. le point M'

➔ Déplacer le point M sur (d) et observer la figure décrite par M'.

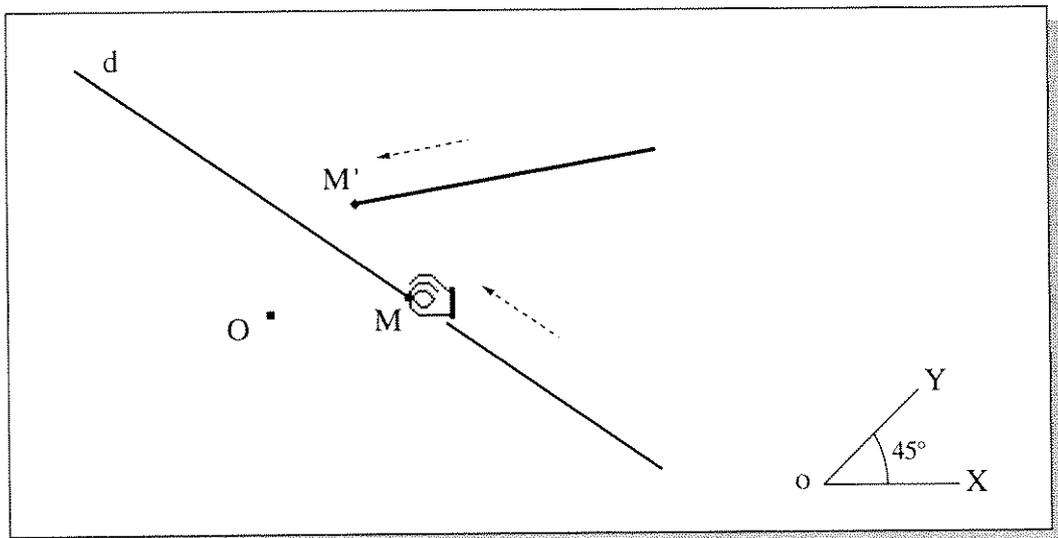
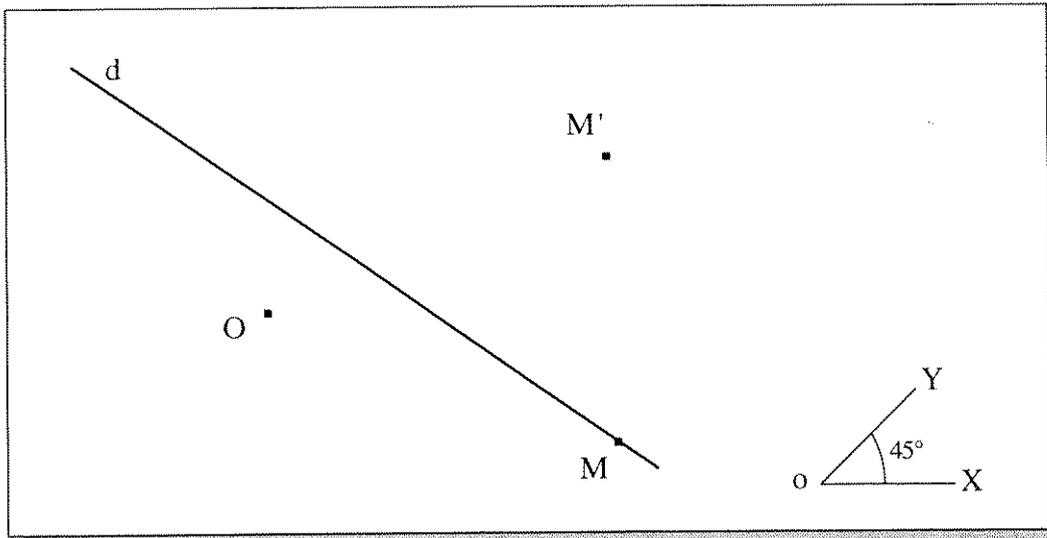
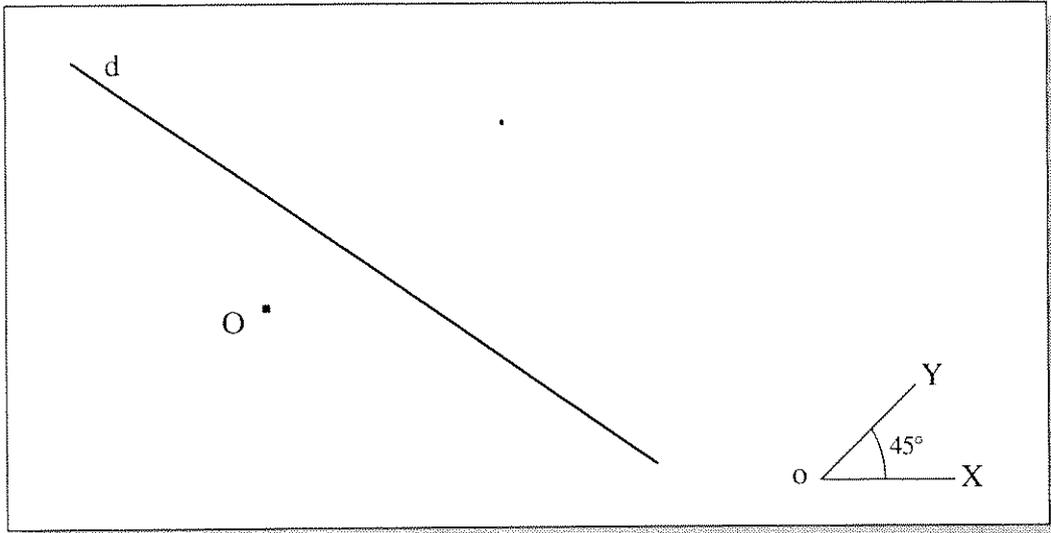
Entre nous

Dans les activités "OBSERVER..." nous admettons implicitement que le transformé d'une droite par rotation est une droite, le transformé d'un segment par rotation est un segment, ... etc.... L'accent est mis plutôt sur l'aspect dynamique de la transformation :

"comment ça *fonctionne*...!"

Dans les activités "TRACER..." la fonction **Lieu de points** conforte l'intuition en traçant point par point le transformé d'un objet.

Les dessins qui illustrent ces activités sont par nature statiques et traduisent mal toutes les exploitations rendues possibles par Cabri.



2. ... d'un segment

Tracer sur l'écran :

- les éléments caractéristiques de la rotation (centre et angle)
- un segment nommé [AB]
- un point C de [AB]
- le point C' image de C par la rotation choisie

Sélectionner: 1. la fonction "**Lieu de points**" du Menu Construction
 2. le point C'

➡ Déplacer le point C sur [AB] et observer la figure décrite par C'.

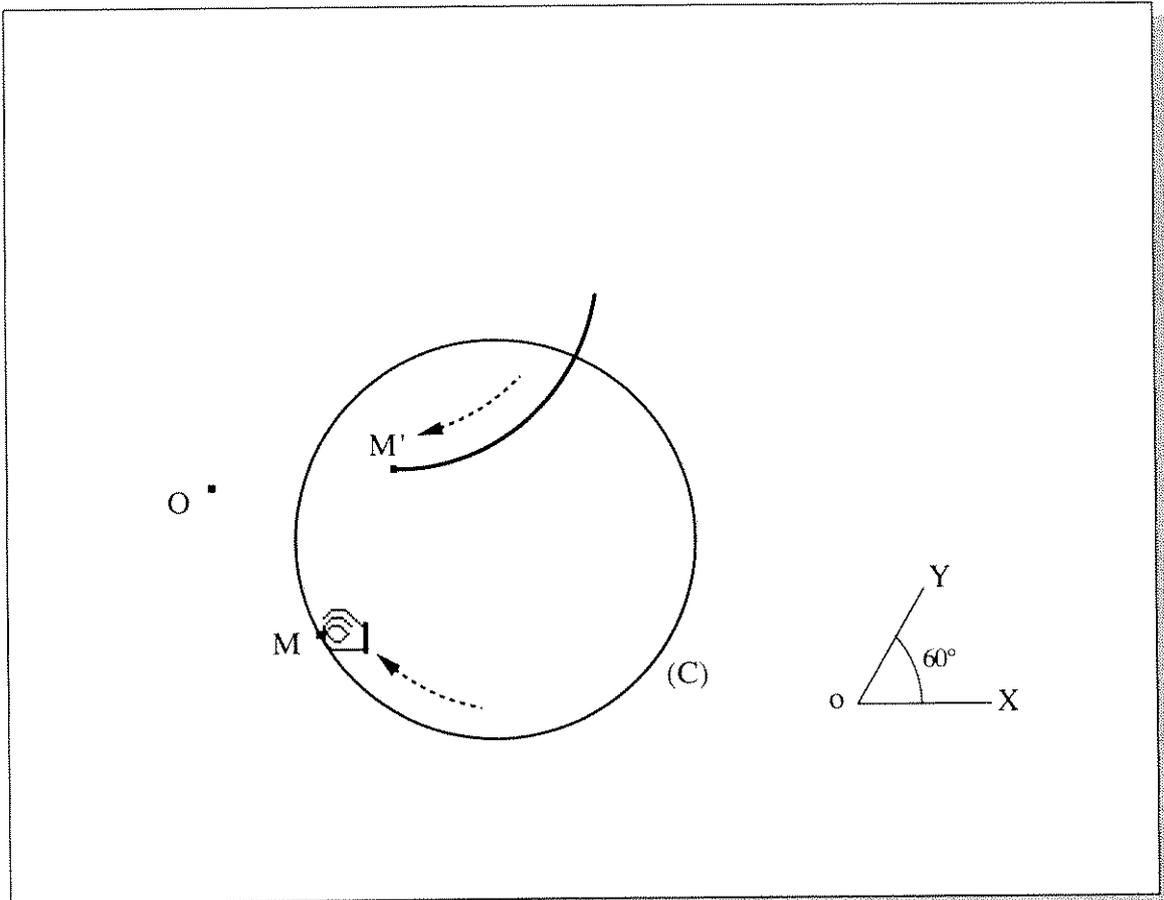
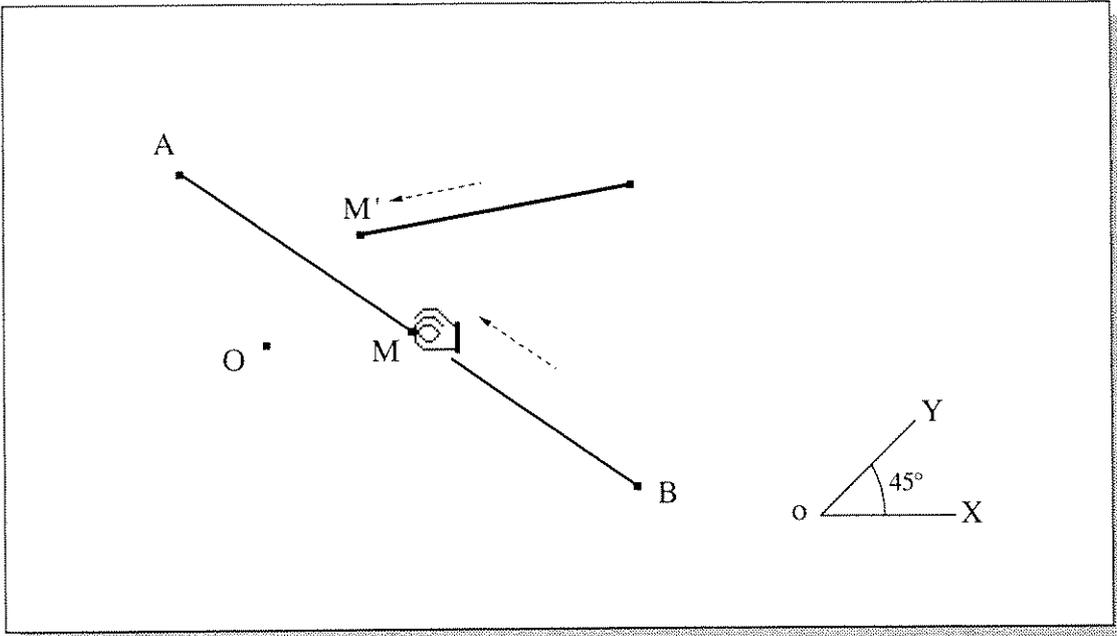
3. ... d'un cercle

Tracer sur l'écran :

- les éléments caractéristiques de la rotation (centre et angle)
- un cercle nommé (C)
- un point P de (C)
- le point P' image de P par la rotation choisie

Sélectionner: 1. la fonction "**Lieu de points**" du Menu Construction
 2. le point P'

➡ Déplacer le point P sur (C) et observer la figure décrite par P'.



LE MICRO-MONDE LOGO

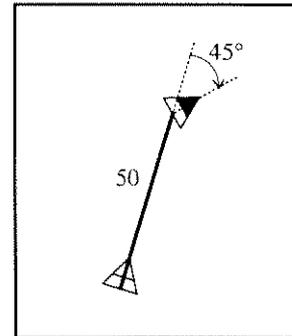
UNE GEOMETRIE DE TORTUE

- Sur l'écran d'un ordinateur, une tortue (symbolisée par un triangle) peut se déplacer en répondant à des ordres primitifs tels que:

AVance, **RE**cule, **TourneDroite**, **TourneGauche**,...
en précisant l'amplitude du déplacement.

Exemple:

AV 50 (50 pas de tortue), **TD 45** (45 degrés d'angle),....



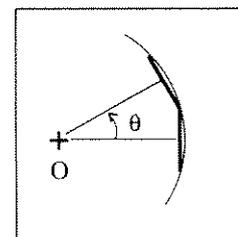
- Munie d'outils de dessin (crayon et gomme), la tortue peut laisser une trace de son déplacement et réaliser ainsi des figures géométriques.
- A un dessin correspond un ensemble d'ordres primitifs (une procédure) auquel on peut attribuer un nom. Ainsi identifié il pourra être reproduit ultérieurement par la tortue et réutilisé pour d'autres dessins.

I. LES POLYGONES REGULIERS

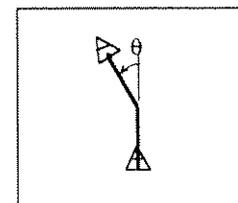
Les pivotements de la tortue font de LOGO un outil privilégié pour aborder et manipuler les angles, ils contribuent de plus à renforcer l'image dynamique de la rotation.

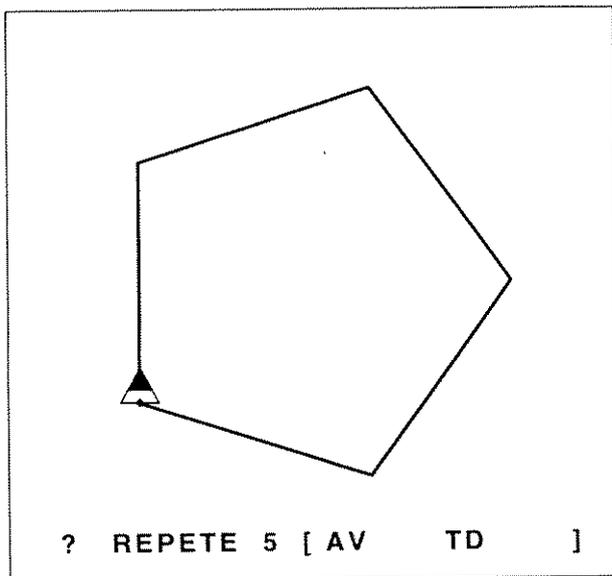
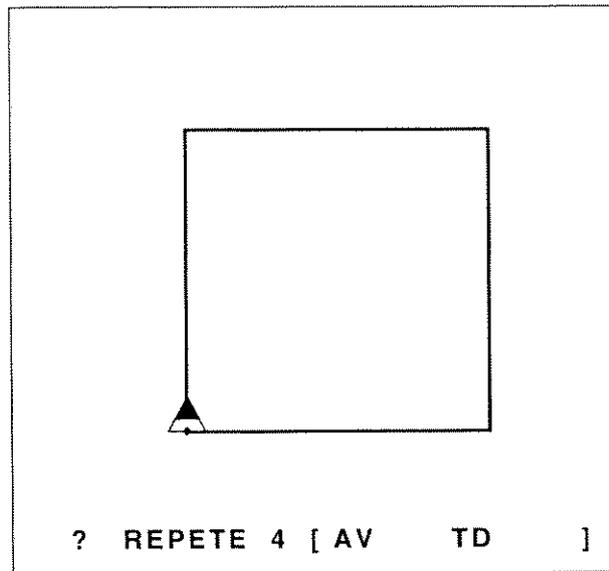
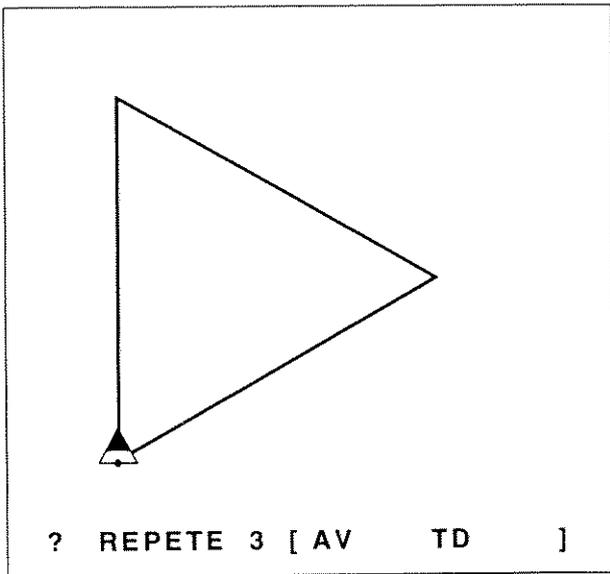
Toutefois, ces déplacements naturels mettent en exergue l'aspect vectoriel de la rotation au détriment de la perception affine. Illustrons cela en observant deux approches de construction des polygones réguliers.

1. L'approche affine est celle proposée par les programmes des Collèges. Un polygone régulier de n côtés apparaît comme la figure géométrique obtenue par rotation successive d'un côté autour d'un point : le centre du cercle circonscrit au polygone. Une mesure de son angle étant déterminée par $\theta_n = 360^\circ/n$.
Le micro-monde CABRI nous offre cette construction.



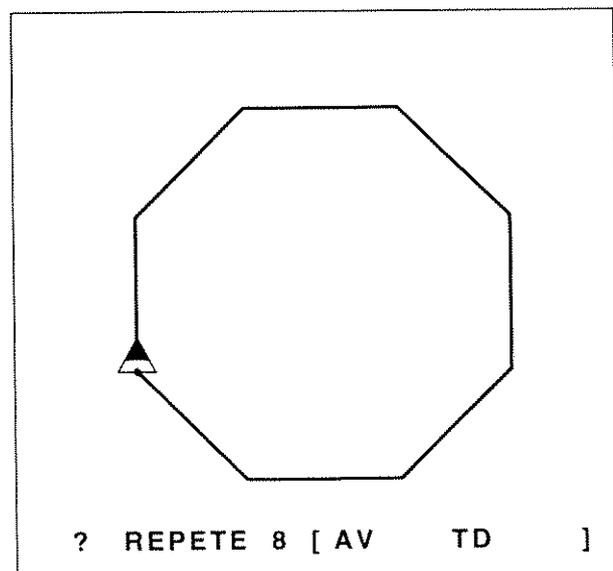
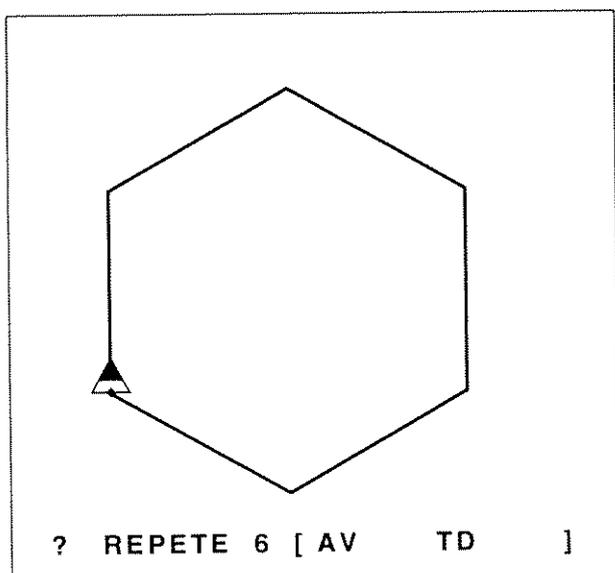
2. Dans l'environnement LOGO, le même polygone est obtenu par rotation successive d'un côté par rapport au côté précédent, de même angle. Il n'est pas nécessaire ici de connaître le centre du cercle circonscrit ni son rayon, la taille du polygone étant déterminée par la longueur du côté.





0 10 20 30 40 50 60 70

1. Complète les instructions permettant à la tortue de tracer les différents polygones.
2. Trace, sur le papier, le cercle circonscrit à chacun d'eux.



II. ROTATION D'UNE FIGURE

Outils

Papier, crayon, tortue en état de marche sur un écran.

Consignes :

1. Créer une procédure **MAISON** qui réalise, à partir d'un carré et d'un triangle équilatéral, le dessin élémentaire qui figure dans le cadre supérieur ci-contre, avec la contrainte :

la tortue retrouve son état initial après exécution du tracé

2. Pour chacun des trois déplacements, déterminer la suite d'instructions qui réalise la transformation indiquée par le dessin.

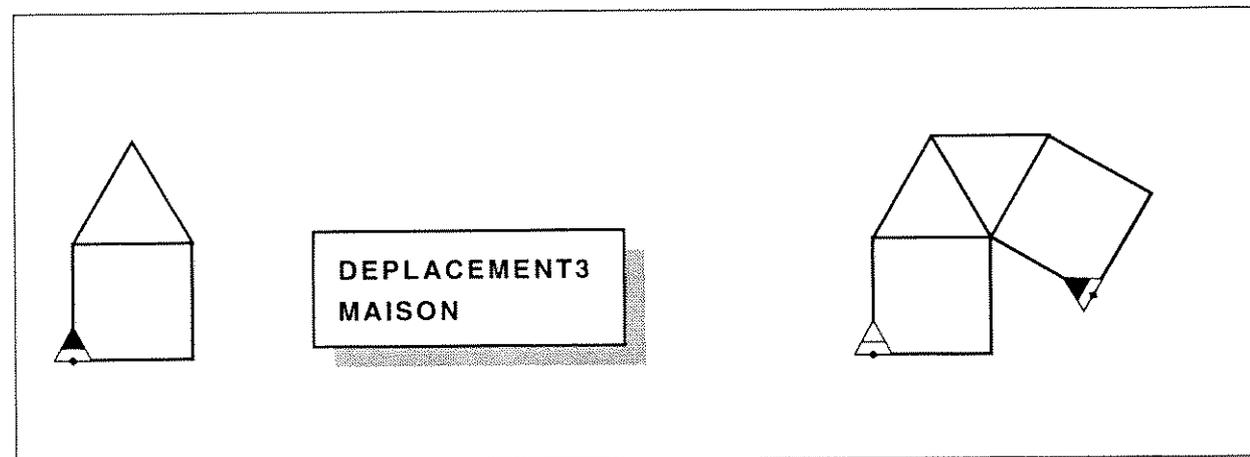
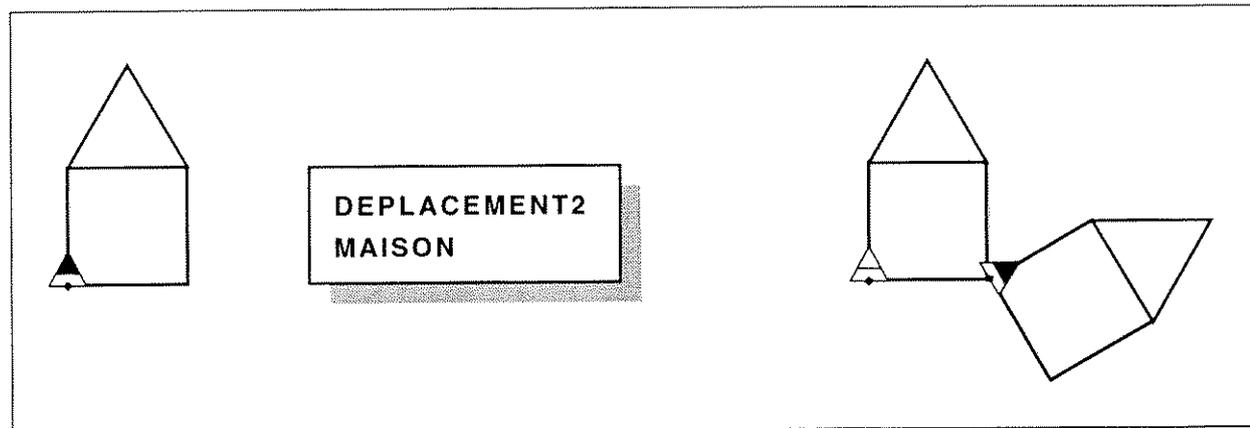
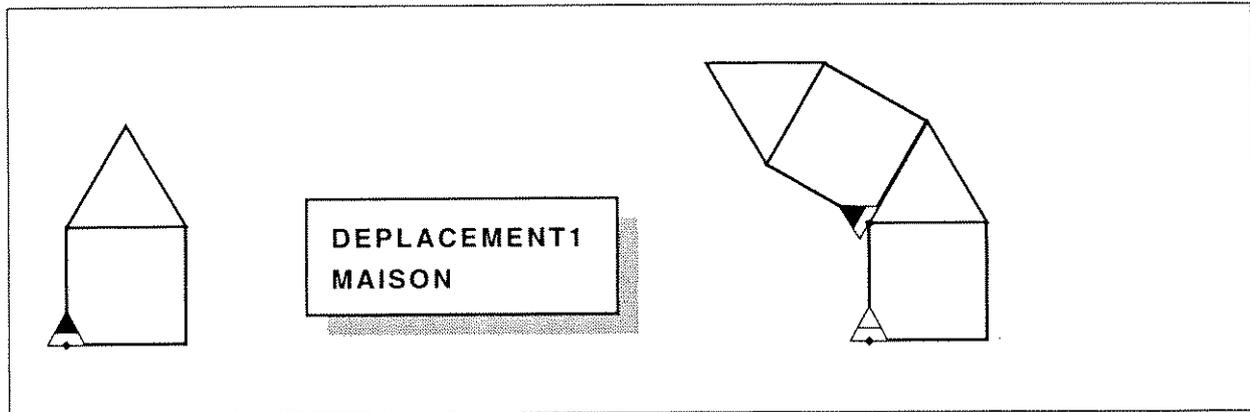
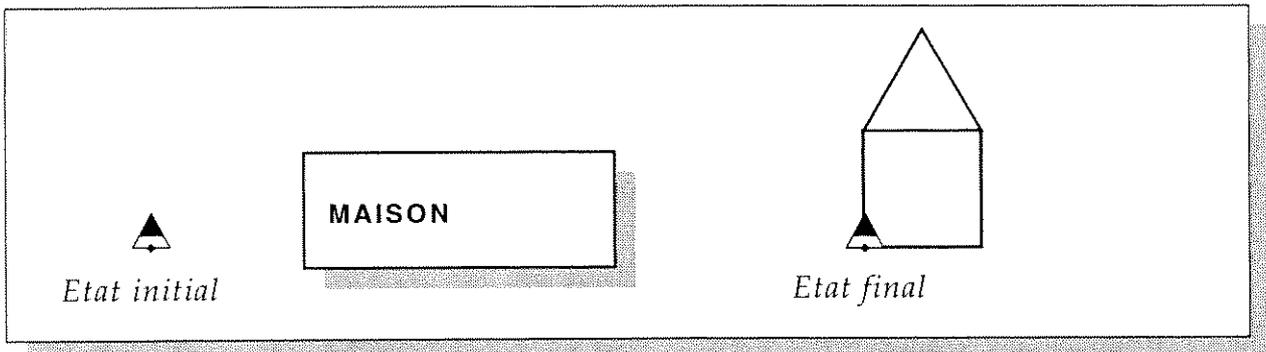
Vérifier qu'il existe une répétition de la liste d'ordres [**MAISON DEPLACEMENT**] qui fait tourner la tortue d'un tour complet.

3. Déterminer la rotation (centre et angle) qui fait passer d'une maison à une autre.

Entre nous

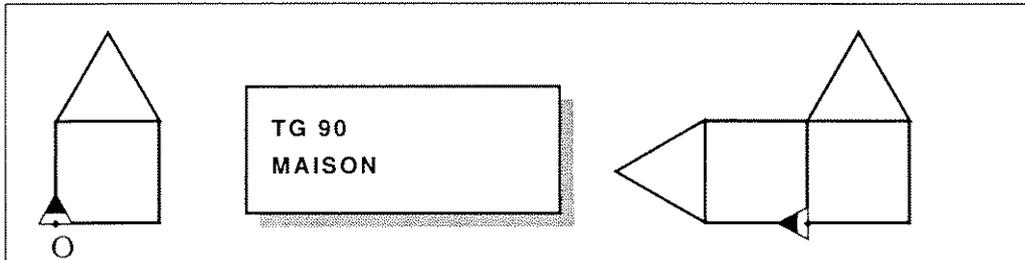
La répétition de la liste d'ordres (consigne 2) met en évidence des rotations successives de carrés et de triangles sur le pourtour d'un polygone régulier, figure admettant un centre de rotation.

Pour chacun des déplacements obtenus, on peut faire constater que le bilan des rotations de la tortue à gauche et à droite, met en évidence l'angle et le sens de la rotation qui en résulte.



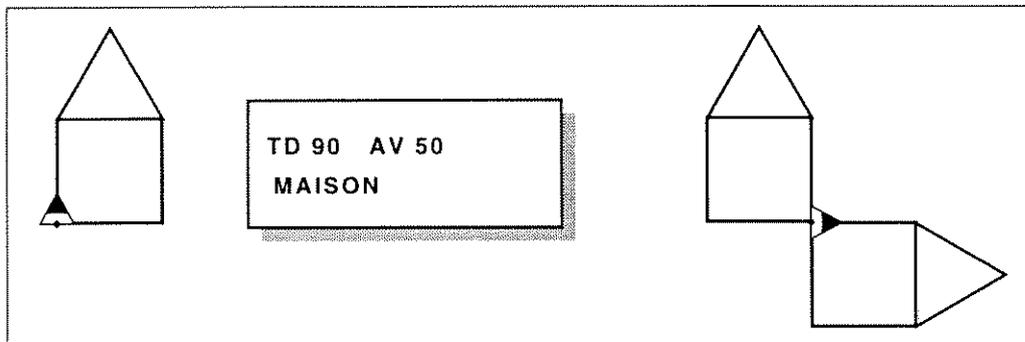
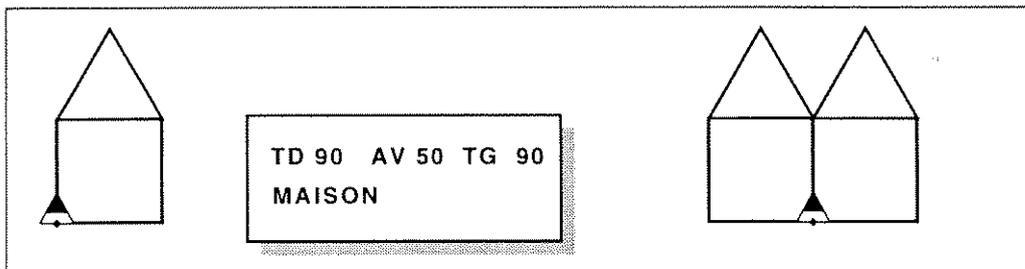
QUELQUES COMMENTAIRES ...

- ① Action de la rotation de centre O (position de la tortue), d'angle 90° dans le sens direct, sur la figure réalisée avec la procédure maison.



chaque élément du dessin a subi la même transformation

- ② Décomposition d'un déplacement de tortue, entre 2 figures réalisées par une même procédure.



Notons :

- . $G = G_1 + G_2 + \dots$ la somme des angles de toutes les rotations à gauche,
- . $D = D_1 + D_2 + \dots$ la somme des angles de toutes les rotations à droite,

faisons le bilan :

Si $G = D$ alors les figures se déduisent l'une de l'autre par une translation,

Si $G \neq D$ alors les figures se déduisent l'une de l'autre par une rotation :

- si $G > D$: c'est une rotation dans le sens direct, d'angle $G - D$
- si $G < D$: c'est une rotation dans le sens indirect, d'angle $D - G$

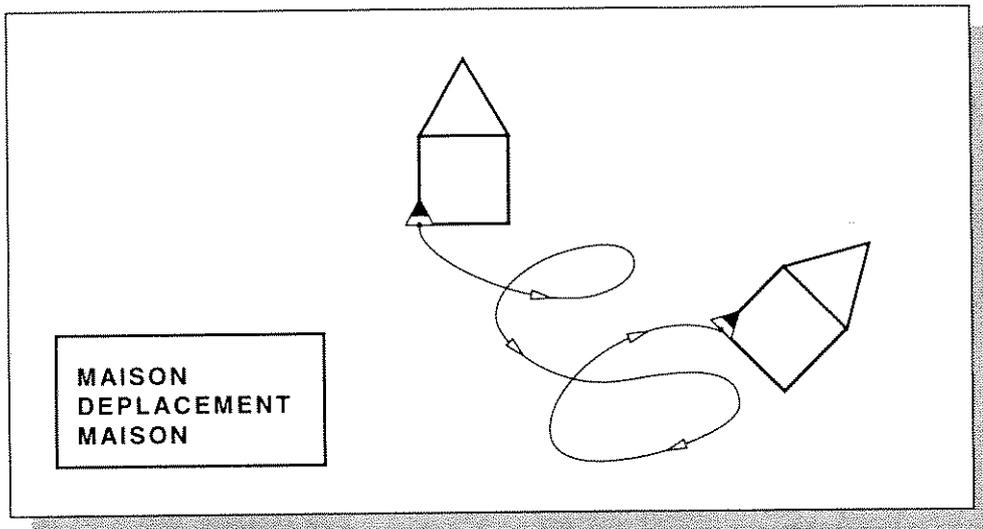


Tout déplacement est une rotation ou une translation

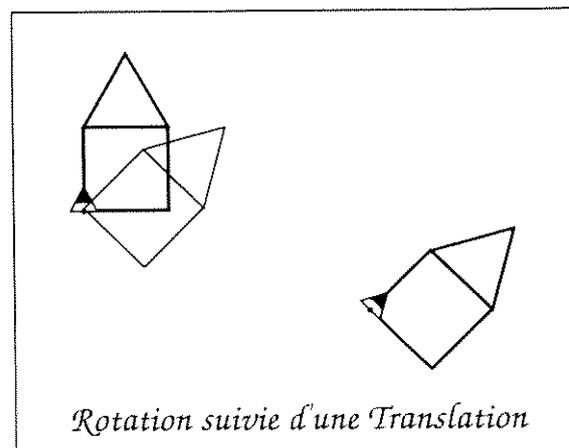
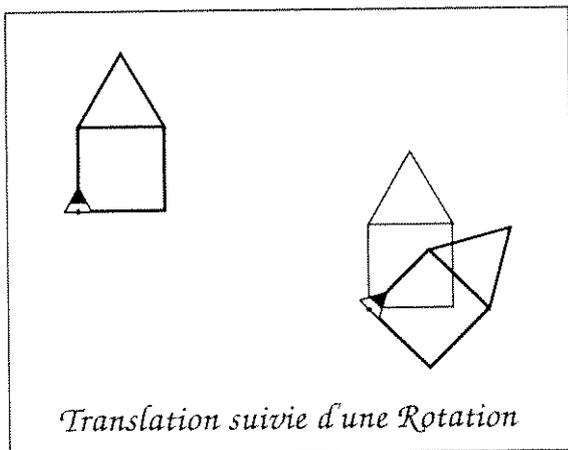
Les quelques activités qui sont proposées dans les pages précédentes, sont sans prétention. Elles visent avant tout à renforcer la vision globale que l'élève peut avoir de l'action d'une rotation sur une figure.

Notons cependant que la géométrie de Tortue, favorisant l'aspect vectoriel de la rotation, apporte un nouvel enrichissement aux isométries planes directes.

Les meilleures choses étant celles qui sont interdites, ne résistons pas à l'envie de franchir, ne serait-ce qu'un instant, les limites des programmes de Collège...



Tout déplacement se décompose sous la forme $r \circ t$ (ou $t \circ r'$) où t est une translation et r (ou r') une rotation.



ANNEXE

1. Une Macro-Construction : Rotation d'un point

A l'ouverture du logiciel, il n'y a pas d'outil **Rotation d'un point** dans le menu **Construction**.

Qu'à cela ne tienne, le caractère micro-monde de CABRI-GEOMETRE offre à chaque utilisateur la possibilité de construire ses propres outils.

Construction	Divers
Lieu des Points	
Point sur objet	
Intersection de 2 objets	
Milieu	
Médiatrice	
Droite parallèle	
Droite perpendiculaire	
Centre d'un cercle	
Symétrique d'un point	
Bissectrice	

La création d'une Macro-construction se fait en deux étapes :

1. Réalisation de la configuration à obtenir à l'aide des menus **Création** et **Construction**
2. Création du nouvel outil à l'aide de l'article **Macro-construction** du menu **Divers**.

☞ Les étapes de la réalisation sont résumées page ci-contre.

Après création, les nouveaux outils apparaissent en fin du menu **Construction** en caractères italiques, comme le montre le menu déroulé ci-dessous :

Construction	Divers
Lieu des Points	
Point sur objet	
.....	
Centre d'un cercle	
Symétrique d'un point	
Bissectrice	
<i>Rotation d'un point</i>	



2. Définition et construction :

1. Nous convenons de définir la rotation par son centre O et un angle θ dont un représentant (\vec{oX}, \vec{oY}) sera dessiné sur l'écran (Cabri ne permettant pas de définir un angle par sa mesure).

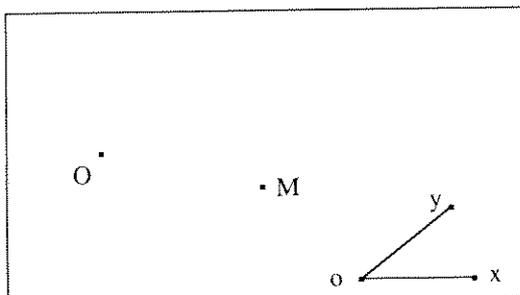
2. Nous utilisons la propriété suivante : une rotation d'angle θ peut être décomposée en produit de 2 symétries d'axes d et δ . d étant choisie arbitrairement, δ est telle que $(d, \delta) = \theta / 2$

Création d'une Macro-Construction : Rotation d'un point

1ère étape

I. Les données (objets initiaux) :

- le point à transformer (nommé M)
- le centre de la rotation O
- l'angle de la rotation défini par les points x, o, y

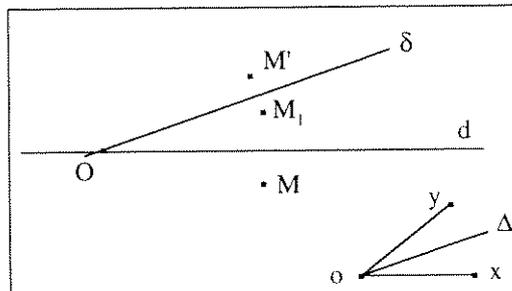


II. Construction de M' transformé de M :

- tracé de Δ bissectrice de (\vec{ox}, \vec{oy})
- tracés de d parallèle à ox et δ parallèle à Δ
- création des points :

M_1 symétrique de M / d

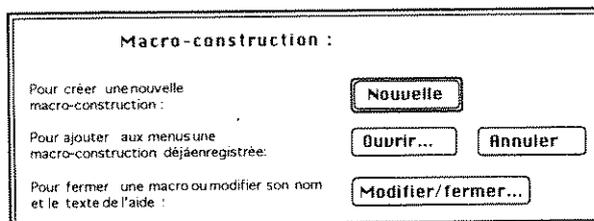
M' symétrique de M_1 / δ



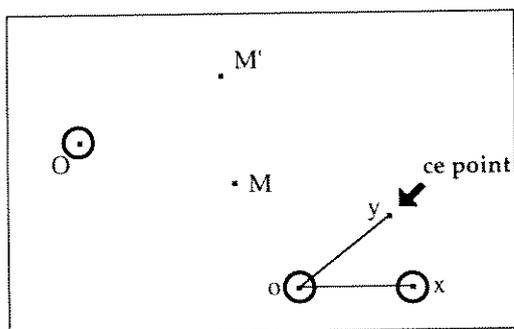
2ème étape

I. Choisir l'article Macro-construction du menu Divers :

Cliquer sur le bouton **Nouvelle**



II. Sélection des objets :



1. Objets initiaux :

Cliquer dans l'ordre sur les points O, x, o, y et M (l'ordre choisi par le créateur sera conservé lors de l'emploi de la macro).

Cliquer sur le bouton **fin obj. initiaux** qui est apparu au moment de la sélection.

2. Objets finaux :

Cliquer sur le point M'.

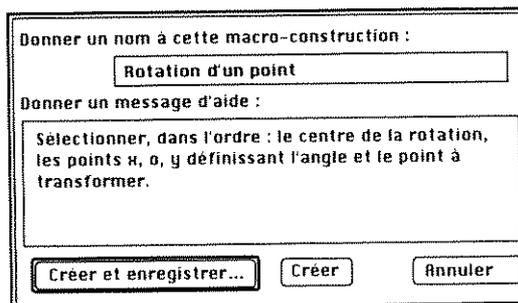
Cliquer sur le bouton **fin obj. finaux** qui a succédé au précédent.

III. La fenêtre suivante apparaît :

1. Nommer la macro-construction

2. Taper un message d'aide (facultatif mais très conseillé pour l'utilisation ultérieure)

3. Cliquer sur l'un des boutons de création



En savoir plus sur LOGO

- Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissage; Seymour Papert; Flammarion 1981.
- L'alternative LOGO; IREM Paris-Nord; M. Bourbion; Armand COLIN 1984.
- Le choix LOGO; IREM Paris-Nord; M. Bourbion; Armand COLIN 1986.



En savoir plus sur CABRI-GÉOMÈTRE

CABRI-GÉOMETRE est développé par le laboratoire

LSD2 (IMAG)
Université Joseph Fourier
BP 53X
38041 Grenoble cedex

Egalement diffusé par Nathan-logiciels.

CABRIOLE - Le journal des utilisateurs de Cabri-géomètre

Abonnement : 50 F. 4 numéros (peut-être 5...!)
à l'adresse ci-dessus



**La nouvelle version Cabri II devrait être
disponible à la rentrée 94 ... ?**

