

1 GÉNÉRALITÉS

1.0 En quoi consiste la topographie?

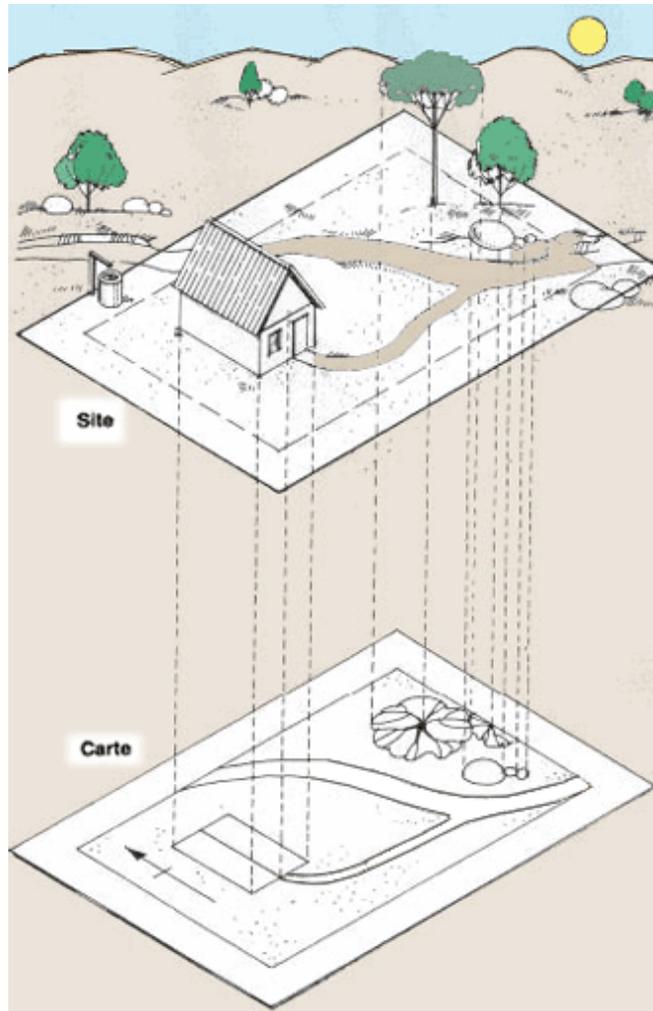
Les procédés **topographiques** permettent de mesurer les détails de la surface de la terre et d'établir des cartes et des plans afin de les représenter. Il s'agit soit d'objets **naturels**, tels que plaines, collines, montagnes, cours d'eau, formations rocheuses ou forêts, soit d'objets **créés par l'homme**, tels que chemins, routes, bâtiments, villages ou étangs d'élevage. Une carte topographique peut également indiquer la **pente** du terrain. En effet, elle mentionne les points dont le niveau est élevé et ceux dont le niveau est bas, mais aussi la pente du terrain entre ces mêmes points.

La profession d'un **géomètre** consiste à effectuer des mesures topographiques et à les inscrire sur des cartes, des tableaux et des plans. Cela peut comprendre diverses opérations:

- l'arpentage se borne à évaluer des surfaces;
- le levé des plans est destiné à représenter des surfaces;
- le nivellement a pour but de déterminer l'élévation des différents points du terrain.

1.1 Objet du présent manuel

Dans ce manuel, vous devez apprendre ce qu'il vous faut connaître des procédés topographiques pour choisir correctement l'emplacement de votre ferme piscicole et pour concevoir et réaliser des étangs d'élevage, des réservoirs de stockage et de petits

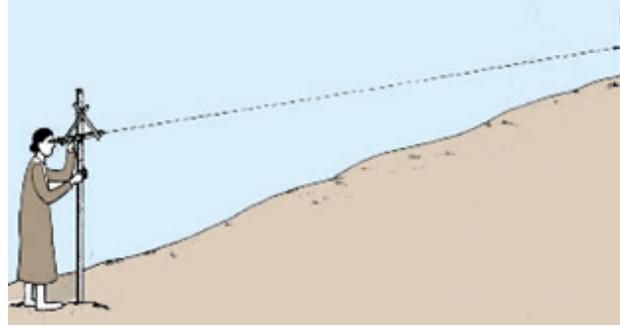
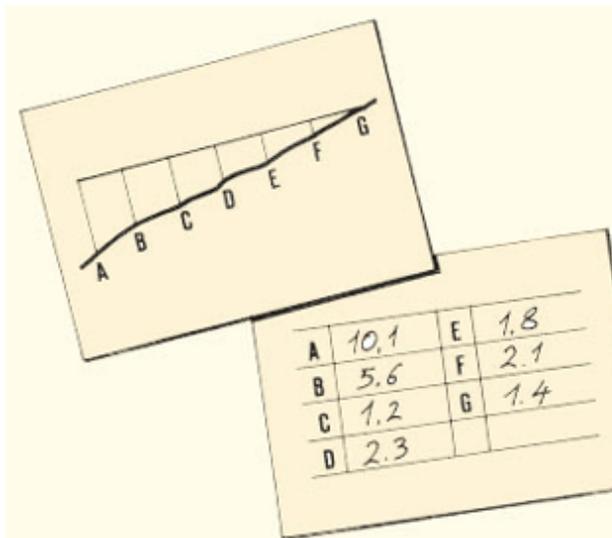


barrages. Vous apprendrez également comment établir vos propres levés topographiques et comment utiliser les cartes topographiques dont vous disposez.

A cet effet, vous allez apprendre à réaliser les opérations suivantes:

- comment mesurer les distances, les angles, les pentes et les différences de niveau;
- comment implanter des droites, des perpendiculaires et des parallèles sur le terrain;
- comment implanter des droites horizontales et verticales;
- comment faire le levé topographique d'un terrain pour déterminer ses dimensions, les points plus ou moins élevés, les surfaces planes et les surfaces en pente (c'est-à-dire le relief);
- comment effectuer des levés simples pour vous faciliter la tâche au moment de construire votre ferme piscicole;
- comment établir et utiliser les plans, levés et cartes topographiques;
- comment calculer les superficies et les volumes.

Vous apprendrez en outre certains des termes techniques utilisés par les géomètres et par les ingénieurs. Vous serez ainsi davantage en mesure de vous entretenir avec eux de vos plans et de vos projets et de mieux comprendre les ouvrages de topographie et de génie civil.



1.2 A quoi doit vous servir la topographie?

Choix d'un emplacement

1. D'autres ouvrages publiés dans la présente série **Méthodes simples pour l'aquaculture, Collection FAO: Formation, n^{os} 4 et 6** vous ont appris à étudier l'eau et le sol d'un site avant de décider d'y construire un réservoir pour le stockage de l'eau et une ferme piscicole. **La topographie est aussi particulièrement utile lors du choix d'un site.** Seul un levé topographique correct permet de mener à bien la construction d'une ferme piscicole.

2. Après avoir choisi un terrain se prêtant à la construction de votre ferme piscicole, il vous faut mesurer:

- ses dimensions;
- la pente de sa surface;
- son élévation (hauteur) par rapport à la source d'approvisionnement en eau que vous souhaitez utiliser.

Il vous faudra également déterminer:

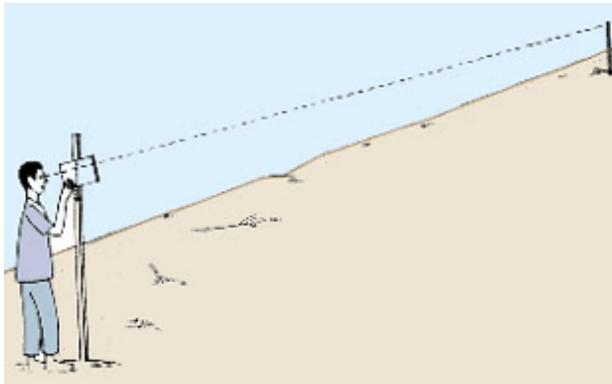
- la distance entre la source d'approvisionnement en eau et l'emplacement des étangs;
- la meilleure façon d'alimenter les étangs en eau;
- la façon la plus commode de drainer les étangs.

3. Vous devrez **mesurer les distances** de différentes façons. Par exemple, pour mesurer de très longues distances, il vous faut savoir comment mesurer les distances suivant une ligne droite et comment conserver l'orientation de la ligne de mesure. De

plus, pour effectuer une mesure sur un terrain en pente, il faut déterminer la distance horizontale et non la distance au sol.

4. Lorsque **vous cherchez un emplacement pour construire un petit barrage**, vous trouverez que la meilleure solution consiste à le choisir là où la vallée se rétrécit, où la pente du cours d'eau n'est pas trop importante et où les flancs de la vallée sont escarpés. Vous pouvez utiliser une carte topographique existante pour trouver une vallée présentant ces caractéristiques, ou effectuer vous-même des mesures pour vérifier si une vallée convient à la construction d'un barrage.

5. Lorsque vous avez choisi le site le plus approprié pour votre ferme piscicole, **les méthodes topographiques** vous aideront à déterminer si vous pouvez y effectuer tous les travaux nécessaires.

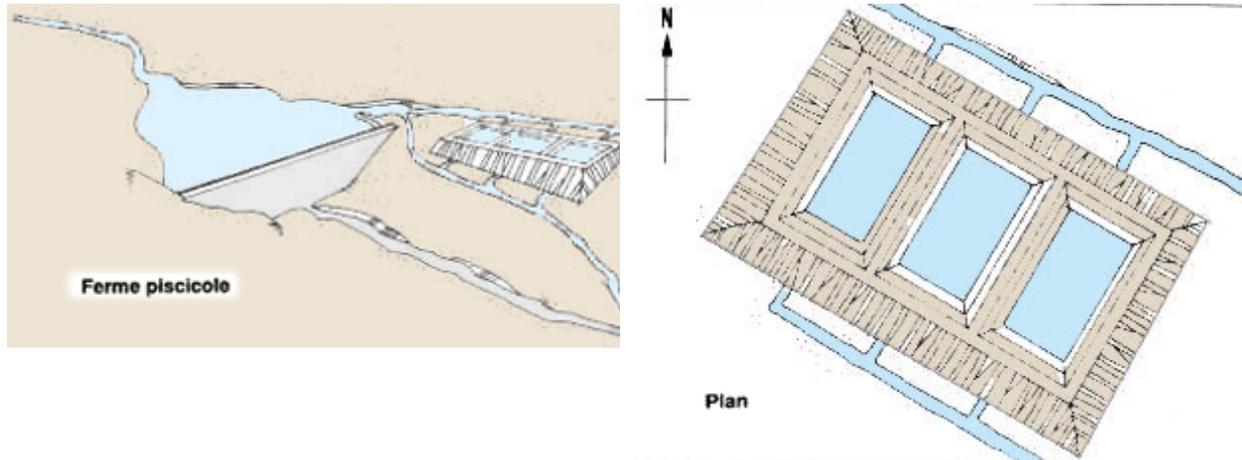


Levé d'un site

6. Après avoir choisi un site se prêtant à la construction de votre ferme piscicole, il vous faut procéder au **levé du terrain**, sans perdre de vue le plan de votre installation. A cet effet, vous aurez à mesurer de façon plus détaillée des distances, des orientations, des superficies, des pentes et des différences de niveau.

7. Pour cela, vous devrez établir un **plan ou levé topographique détaillé**. Celui-ci indiquera les limites du site, les élévations des différents reliefs, notamment des collines, et l'emplacement des particularités physiques existantes telles que chemins, routes, cours d'eau, forêts, formations rocheuses et bâtiments. Ce levé topographique est particulièrement important, puisqu'il vous indique les principaux éléments horizontaux et verticaux du terrain, lesquels détermineront la conception de la ferme. Le levé vous indique également le sens d'écoulement de l'eau, depuis les points hauts jusqu'aux points bas, et vous facilite l'implantation du canal d'alimentation, des étangs et des fossés de drainage. Il permet ensuite d'estimer le volume de terre à déplacer en cours de construction et le coût de l'ensemble des travaux.

8. **Toutes les caractéristiques physiques de votre ferme piscicole** dépendent directement de la topographie du site choisi. Parmi ces caractéristiques figurent le type, le nombre, les dimensions et la forme des étangs d'élevage et leur situation les uns vis-à-vis des autres. L'alimentation en eau et le système de drainage choisi dépendent également de la topographie des lieux.

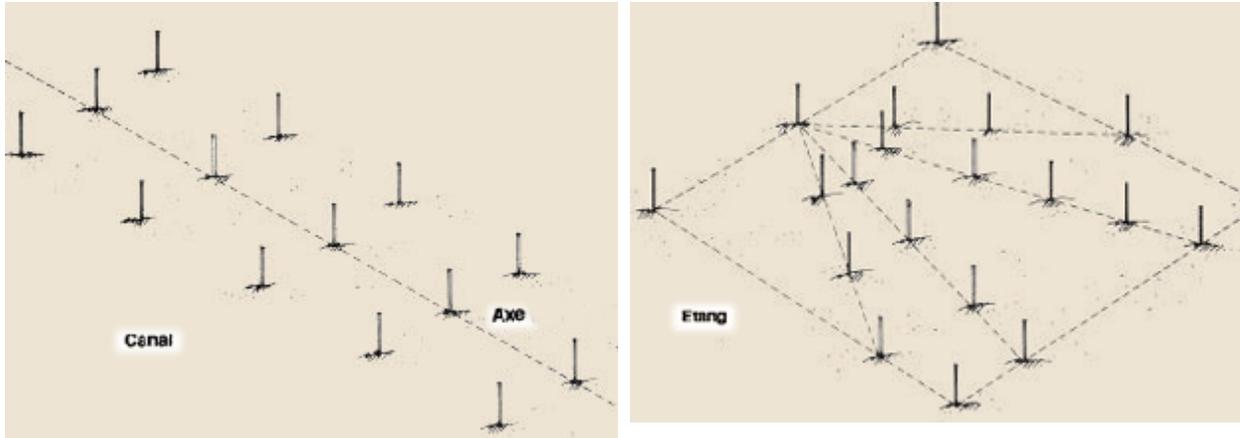


Levé topographique pour les constructions

9. Une fois que vous aurez établi un relevé détaillé du site et choisi la conception de la ferme piscicole ou du barrage envisagé (voir les manuels suivants de la présente série), les techniques topographiques contribueront à vous faciliter la tâche pendant les travaux.

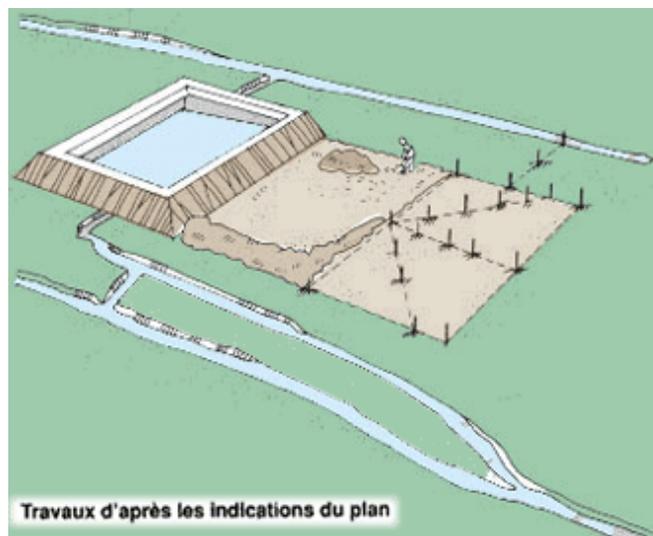
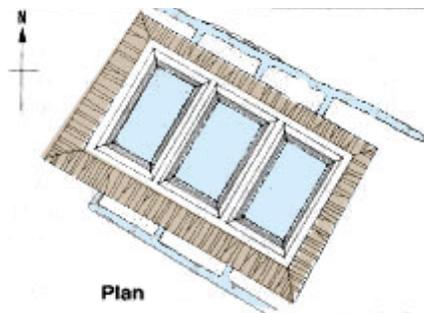
10. Il vous faudra veiller à ce que vos étangs d'élevage soient régulièrement et suffisamment alimentés en eau. A cet effet, il faut construire un canal d'alimentation correctement dimensionné et dont le fond présente une pente adéquate. Premièrement, il faut piqueter le **tracé de l'axe du canal**, puis indiquer précisément à ceux qui doivent le creuser quelle sera sa largeur, sa profondeur et sa longueur, ainsi que la quantité de terre à enlever en chaque point d tracé.

11. Il faut également piqueter le **fond de chaque étang** et préciser aux ouvriers la quantité de terre à enlever en leur indiquant où la transporter. Les étangs pourront ainsi être complètement drainés de façon naturelle, ce qui facilitera la récolte du poisson et donc la gestion de l'étang.



12. Il vous faudra aussi piqueter les **digues de chaque étang** et indiquer aux ouvriers où enlever de la terre et où en rajouter. Il faudra en outre indiquer l'emplacement, la hauteur et la largeur de chaque digue, ainsi que les pentes de leurs parois. Pour procéder à ces opérations, il faut généralement planter des **perpendiculaires*** et des **parallèles***.

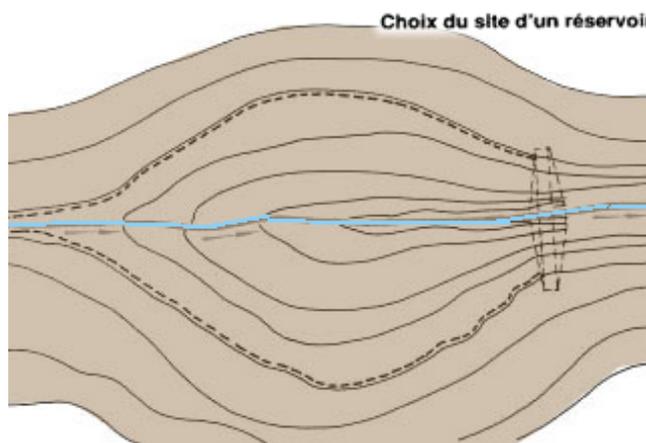
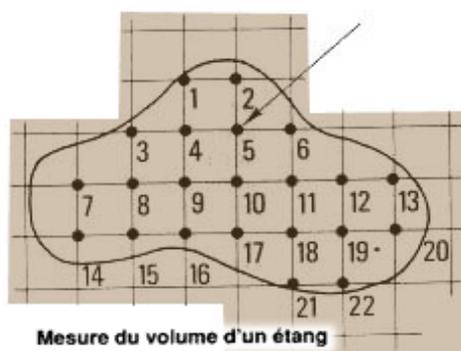
13. Il faut procéder aux levés topographiques en suivant le plan précis de la ferme piscicole. Pour cela, il faut donc être sûr de l'implantation prévue pour chacun des ouvrages, et vérifier ensuite celle-ci au cours des travaux. Il faudra mesurer les différences de niveau entre les différentes parties de la ferme, pour être sûr que l'eau s'écoulera naturellement dans la bonne direction. L'écoulement de l'eau devra, par exemple, s'effectuer depuis la source d'approvisionnement jusqu'aux étangs, depuis les prises d'eau jusqu'aux ouvrages d'évacuation des étangs et depuis ceux-ci jusqu'à un fossé de drainage qui évacue l'eau de la ferme.



Etude de l'alimentation en eau

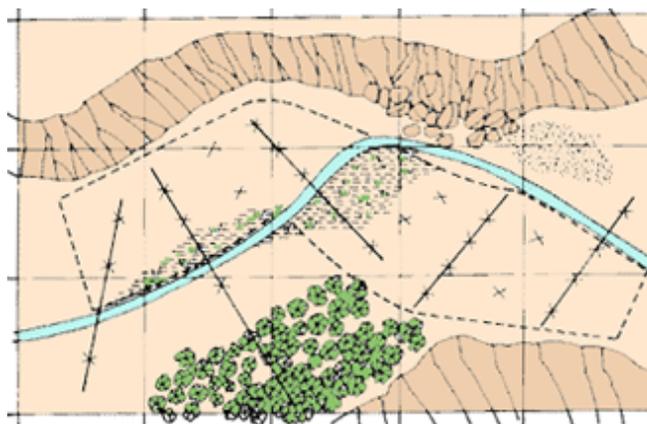
14. Vous avez appris dans le manuel intitulé **Pisciculture continentale: l'Eau, Collection FAO: Formation, n° 4**, comment utiliser des méthodes topographiques simples en vue de:

- déterminer la superficie et le volume d'eau des étangs (voir section 2.0);
- déterminer le débit d'un cours d'eau (voir section 3.3);
- utiliser un déversoir (voir section 3.6);
- mesurer les charges d'eau des canalisations et des siphons (voir sections 3.7 et 3.8);
- choisir l'emplacement d'un barrage (voir section 4.1);
- estimer le volume d'un réservoir (voir section 4.2).



Etude des sols

15. A la section 1.3 du manuel **Pisciculture continentale: le Sol, Collection FAO: Formation, n° 6**, vous avez appris que les types de sols en présence dépendaient de la topographie du terrain. Les sols peu profonds correspondent aux terrains en pente et les sols profonds aux terrains plats, par exemple. Vous savez en outre que les sols alluviaux, rencontrés dans les plaines sédimentaires, contiennent souvent d'importantes quantités d'argile. Grâce à la présence d'argile, ce sol retient davantage l'eau et convient donc à la construction de barrages.



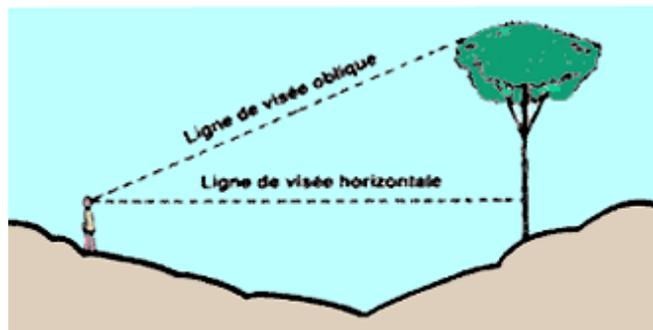
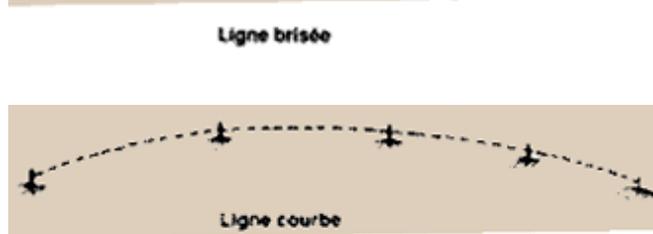
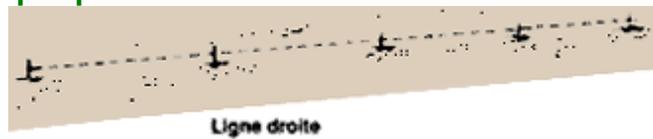
16. Vous devrez utiliser les procédés topographiques pour établir une carte indiquant les divers types de sols

présents dans un terrain donné. Vous avez appris aux sections 2.4 et 2.5 du manuel intitulé **Pisciculture continentale: le Sol** comment vous servir de deux de ces procédés: les levés de reconnaissance et les levés pédologiques détaillés.

1.3 Les deux types de lignes topographiques

1. Presque toutes les méthodes topographiques reposent sur l'utilisation de lignes droites. Il existe deux types de lignes, les lignes de **mesure** et les lignes de **visée**.

- Les **lignes de mesure** peuvent être soit horizontales soit verticales ou encore peuvent suivre le niveau du terrain. Ces lignes peuvent être clairement marquées sur place au moyen de repères indiquant précisément l'itinéraire suivant lequel vous allez effectuer la mesure. Celui-ci peut être:
 - une **ligne droite**, suivant une orientation déterminée entre deux points d'extrémité balisés;
 - une **ligne brisée**, dont l'orientation change plus d'une fois entre deux extrémités balisées, chaque point correspondant à un changement d'orientation étant également marqué;
 - une **ligne courbe**, repérée de la même façon qu'une ligne brisée, et dont l'espacement des repères est beaucoup plus restreint, de façon à mieux suivre la courbe.
- Une **ligne de visée** est une ligne imaginaire partant de l'œil du topographe et dirigée vers un point fixe. Les lignes de visée sont soit horizontales, soit



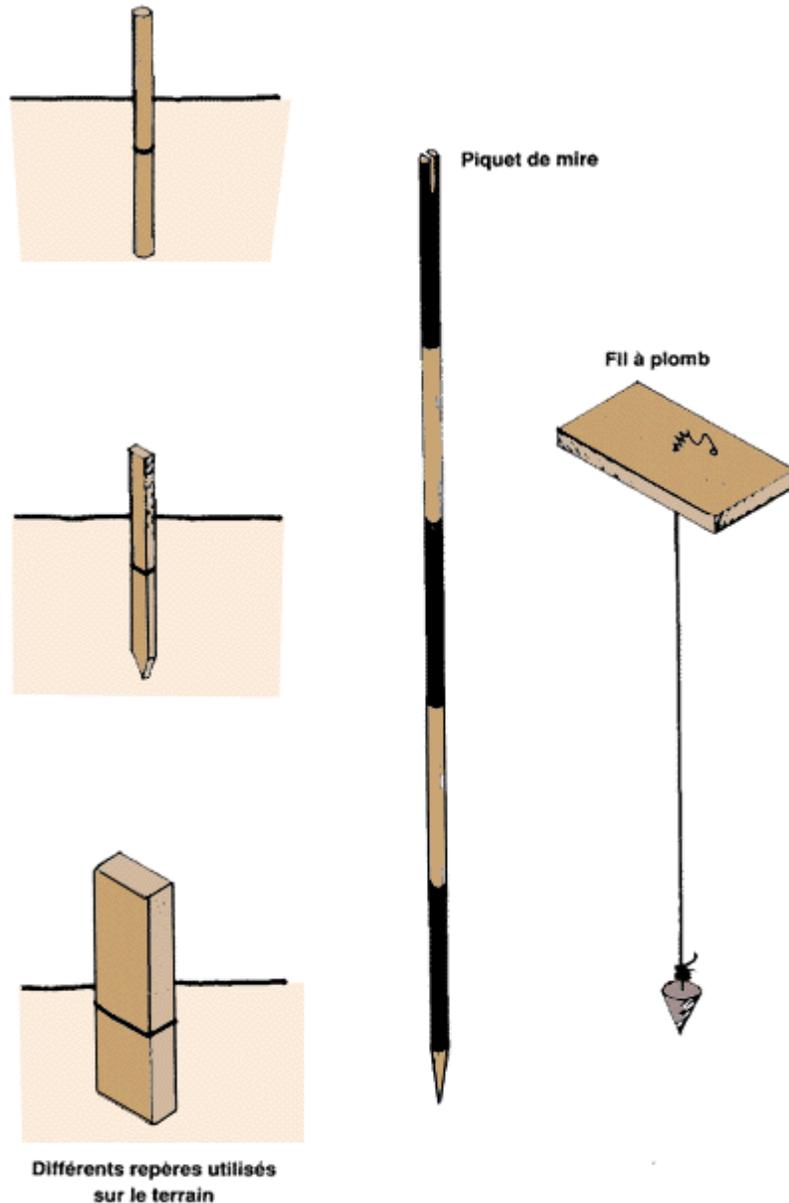
obliques (inclinaison intermédiaire entre l'horizontale et la verticale).

1.4 Comment tracer des lignes droites sur le terrain

1 . Les **lignes de mesure** sont toujours tracées sur le terrain et se présentent sous la forme soit **d'une seule droite**, soit d'une **succession de nombreuses droites**. Les repères indiquant l'orientation de la ligne peuvent être de petits piquets, de petits poteaux en béton, de simples piquets en bois ou des jalons (voir section suivante).

2. Les **lignes de visée*** sont toujours des lignes droites. L'objet ou le point visé est appelé **point de référence***; il est repéré par un jalon ou par une mire graduée (voir section 5.0).

3. Les **lignes de mesure verticales** peuvent être implantées au moyen d'un fil à plomb (voir section 4.8).



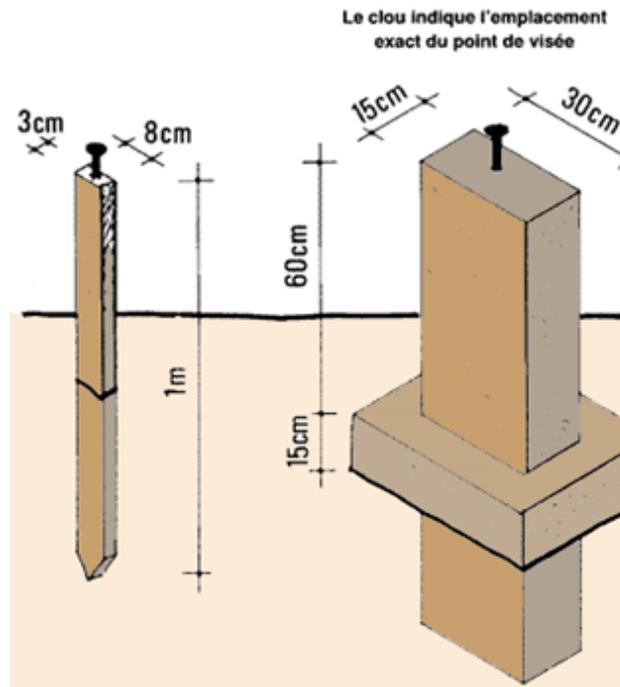
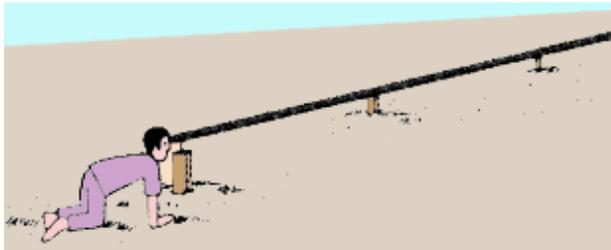
1.5 Comment fabriquer et utiliser des repères pour tracer une ligne

1. Il est possible de fabriquer **des piquets de repérage en bois** pour implanter votre tracé de ligne droite. Procurez-vous des morceaux de bois rectilignes de 3 à 8 cm de diamètre et de 10 cm à 1 m de long. Avec un couteau, taillez-les à une extrémité de façon à pouvoir les enfoncer facilement dans le sol. Les piquets dureront plus longtemps s'il sont en bois dur et enduits d'huile de vidange pour les empêcher de pourrir.

2. Il est possible d'utiliser des **piquets métalliques**, réalisés au moyen de sections de tiges ou de tubes d'environ 1,3 à 2 cm de diamètre. On peut également se servir de clous métalliques suffisamment longs. Les piquets métalliques durent plus longtemps que les piquets en bois, mais sont plus coûteux et plus lourds et donc plus difficiles à transporter si vous devez travailler sur le terrain.

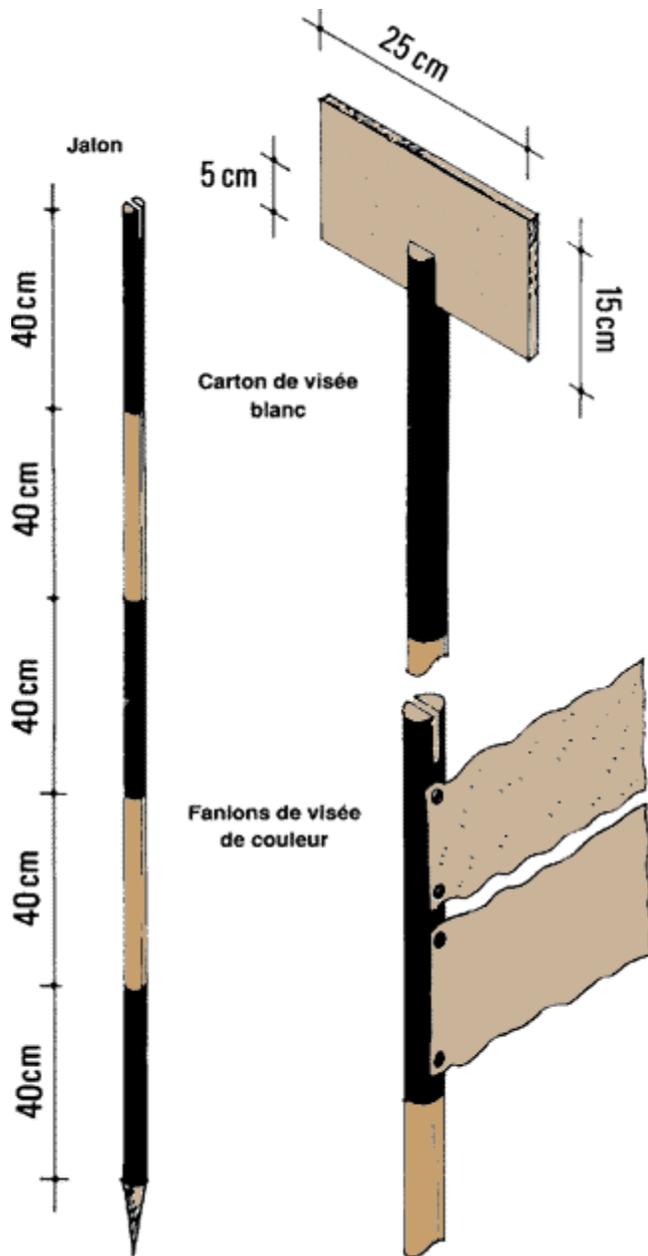
3. Si vous devez vous référer pendant un certain temps à un point du terrain, vous pouvez en marquer l'emplacement au moyen d'un petit **pilier vertical** en béton. Ces piliers de section carrée doivent avoir de 15 à 30 cm de côté et de 10 à 60 cm de haut. Ils peuvent être fabriqués sur place et installés sur une petite fondation en béton.

Note: Pour améliorer la précision des mesures effectuées sur le terrain, il est fréquemment nécessaire de **marquer un point** sur le piquet ou le poteau. Ce repère montre exactement l'emplacement des mesures à effectuer ou de l'instrument de mesure à placer. A cet effet, on peut enfoncer un clou dans la tête plate du piquet de repérage en bois ou fixer un clou dans le sommet du pilier en béton.



4. Les **jalons** sont les repères le plus couramment utilisés lors des levés topographiques. Il s'agit de piquets longs et minces qui peuvent servir à marquer un point du terrain que vous devez voir depuis une certaine distance. **Vous pouvez fabriquer aisément vos propres jalons.** Procurez-vous un piquet en bois rectiligne de 2 à 3 m de long et de 3 à 4 cm d'épaisseur. Taillez l'extrémité inférieure pour pouvoir l'enfoncer plus facilement dans le sol. A l'autre extrémité du piquet, tracez une encoche de 5 cm de profondeur dans la partie supérieure. En commençant par le haut, peignez en rouge une longueur de 40 cm et en blanc les 40 cm suivants. Continuez à peindre le piquet successivement en rouge et en blanc jusqu'à l'autre extrémité.

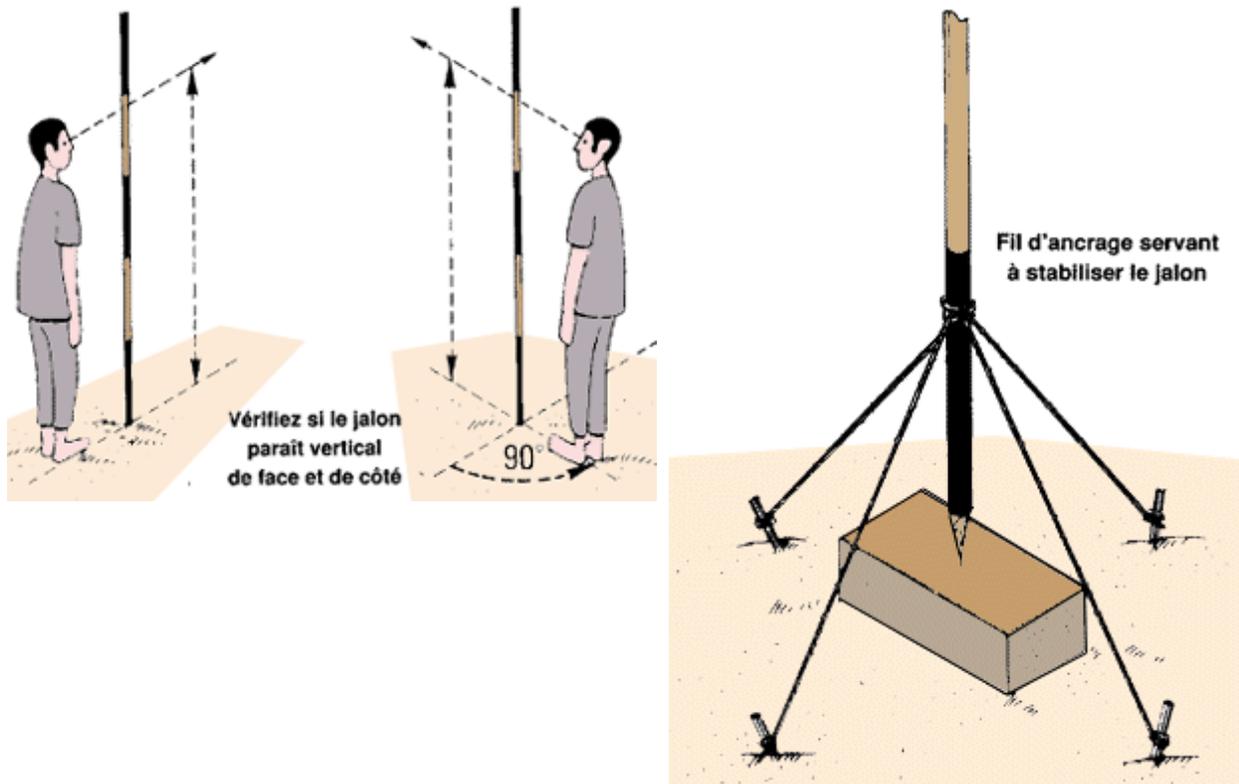
5. Un jalon doit parfois **être visible de loin**. Pour le rendre plus visible, il convient de fixer deux fanions de couleurs différentes, l'un au-dessus de l'autre, à proximité du sommet. On peut également installer un morceau de carton blanc de 15 x 25 cm en le plaçant dans la fente réalisée à l'extrémité.



6. Les jalons doivent toujours **être enfoncés verticalement** dans le sol. Pour vérifier qu'un jalon est bien vertical, il faut se reculer de quelques pas pour l'examiner. S'il paraît droit, il faut se déplacer de 90° autour du jalon et vérifier s'il paraît toujours vertical. Corrigez sa position si nécessaire, jusqu'à ce qu'il paraisse vertical aussi bien de face que de côté.

7. Il faut parfois **fixer un jalon au centre d'un repère** et le laisser en place pendant un certain temps. A cet effet, on peut utiliser une série de **câbles** ou de **fils d'ancrage** qu'il faut attacher autour du jalon et fixer à des piquets plantés dans le sol. On peut

également utiliser des fils d'ancrage lorsque le jalon est placé sur un **sol dur**, ou encore lorsqu'il est impossible de l'enfoncer suffisamment pour le maintenir en position verticale.

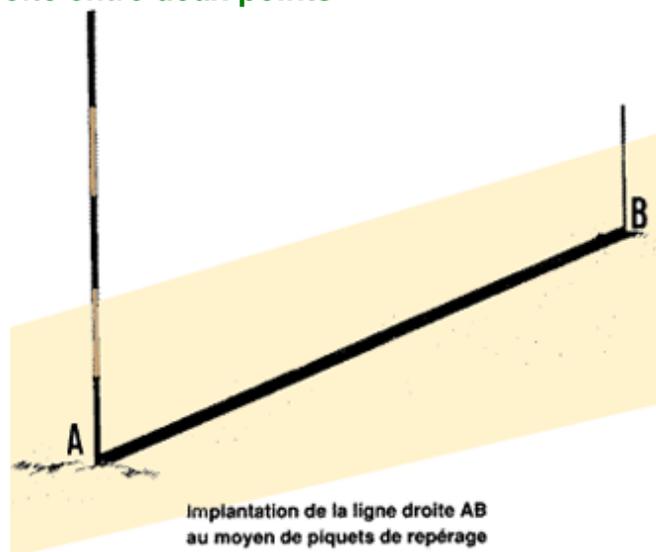


1.6 Comment implanter une ligne droite entre deux points

1 . Pour réaliser un simple levé topographique, il est fréquemment nécessaire **d'implanter des lignes droites entre deux points donnés**, appelés A et B, distants de plus de 50 m. Cette opération implique le **piquetage** de la droite AB. Elle consiste à tracer des **points intermédiaires** le long de la droite AB à intervalle de préférence inférieur à 30 m.

2. Lorsqu'on jalonne une droite, on peut se trouver dans l'une des deux situations suivantes:

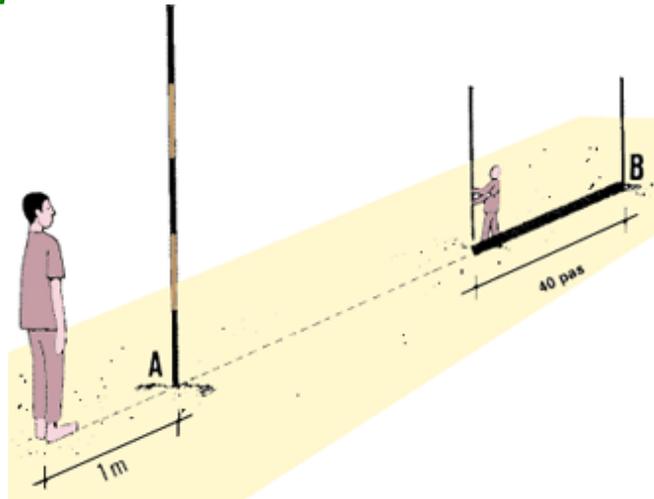
- le point A est visible du point B et vice versa;
- le point A n'est pas visible du



point B; les deux points sont alors séparés par un **obstacle**: une forêt, une rivière, un lac, etc.

Implantation d'une droite entre deux points visibles l'un de l'autre

3. Vous souhaitez implanter la droite AB. Marquez d'un piquet de repérage le point A au début de la droite, puis le point B à l'autre extrémité, avec un autre piquet de repérage. Les autres opérations exigent maintenant le concours d'un assistant.



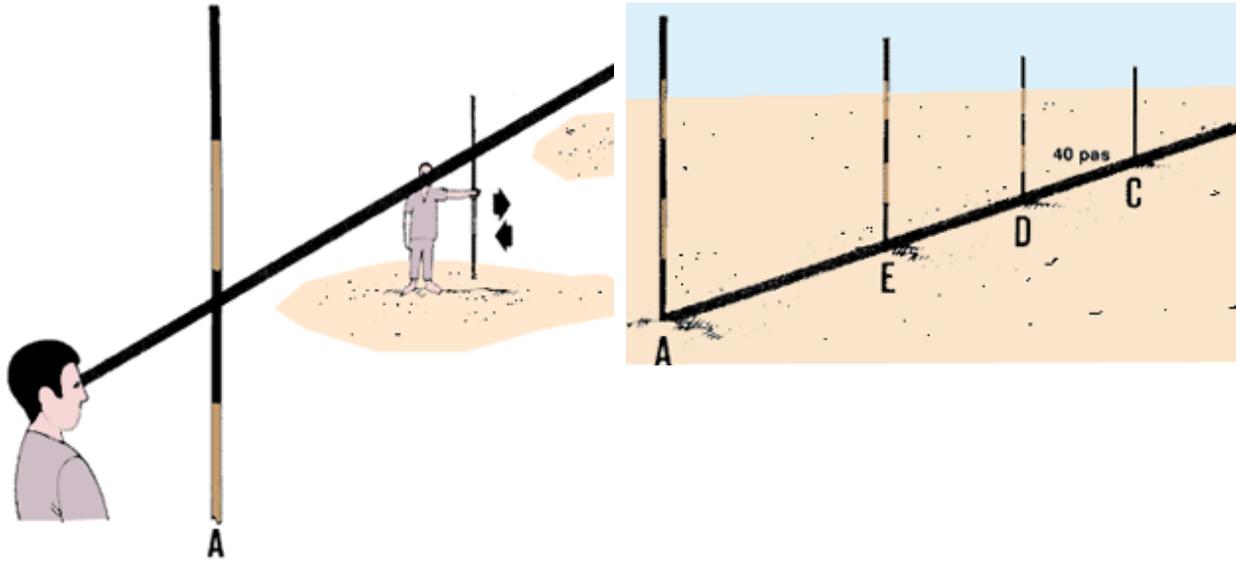
4. Placez-vous à 1 m derrière le piquet de repérage A et regardez en direction du piquet de repérage B, auprès duquel votre assistant doit se trouver. Demandez- lui de prendre un autre piquet de repérage, de s'éloigner d'environ 40 pas en direction du piquet A et de s'arrêter.

5. Demandez à l'assistant de déplacer légèrement le piquet en le prenant entre le pouce et l'index tout en le maintenant vertical. Lorsque le piquet tenu par l'assistant dissimule le piquet **B**, dites-lui de ne plus bouger et de l'enfoncer verticalement dans le sol. Cet emplacement est celui du point intermédiaire C.

6. Demandez à l'assistant de se rapprocher de 40 pas dans votre direction en marchant du point C vers le point A. Répétez les opérations ci-dessus pour installer un quatrième piquet de repérage du nouveau point intermédiaire D.

7. Si D est à plus de 50 m de A, il vous faut de nouveau répéter l'opération et repérer l'emplacement des nouveaux points intermédiaires E, F et G.

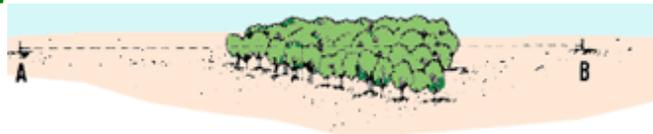
Note: Vérifiez toujours que les piquets de repérage sont parfaitement **verticaux**.



Vérifiez le parfait alignement des piquets de repérage

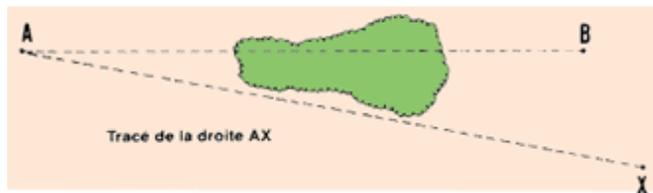
Implantation d'une droite entre deux points dissimulés l'un à l'autre

8. Vous avez implanté la droite AB au travers d'une forêt. Marquez les points A et B avec des piquets de repérage. Choisissez un point X au-delà du point B mais bien visible depuis le point A. Marquez l'emplacement du point X avec un piquet de repérage ou un jalon. Implantez ensuite une ligne droite en procédant comme ci-dessus du point A au point X, en évitant la forêt.

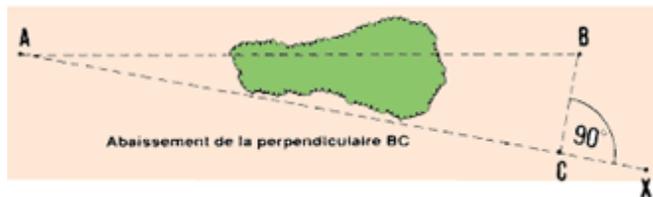


La droite AB traverse une forêt

9. Consultez la section 3.6 du présent manuel où l'on indique comment tracer une perpendiculaire. Implantez ensuite depuis le point B la **droite BC perpendiculaire** à la droite AX. Leur intersection se trouve au point C.

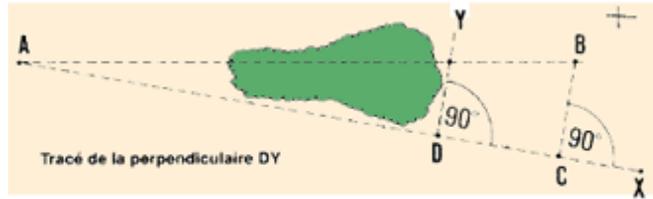


Trace de la droite AX

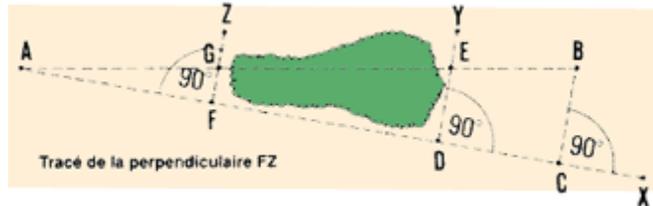


Abaissement de la perpendiculaire BC

10. Choisissez un point D sur la droite AX, à proximité de la forêt et **implantez la perpendiculaire DY**. Le point Y doit se trouver **de l'autre côté** de la droite AB.

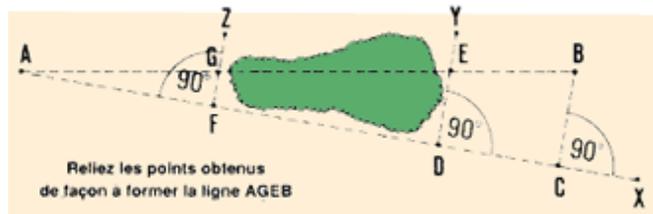


11. **Mesurez les distances horizontales** AD, AC et CB par l'une des méthodes décrites au chapitre 2.



12. Le point intermédiaire E correspondra au point d'intersection de la droite DY et de la droite AB. Pour trouver son emplacement exact, il faut calculer la distance horizontale DE par la formule suivante:

$$DE = AD \times (CB \div AC)$$



13. **Pour repérer l'emplacement du point E**, il faut mesurer la distance DE horizontalement. En partant du point D, parcourez à pied la distance DE en suivant la ligne DY. Marquez l'emplacement du point intermédiaire E avec un piquet de repérage.



14. Traversez la forêt en marchant suivant la droite AX. **Implantez une perpendiculaire** FZ à proximité de la forêt, en utilisant l'une des méthodes décrites à la section 3.6. Le point F est situé sur la droite AX et le point Z se trouve **au-delà** de la droite AB.

15. **Mesurez la distance horizontale** AF (voir chapitre 2).

16. Le point G se trouvera à l'intersection des droites AB et FZ. Pour trouver son emplacement, il faut au préalable calculer la distance horizontale FG par la formule suivante:

$$FG = AF \times (CB \div AC)$$

17. Mesurez horizontalement la distance FG. A partir du point F, mesurez sur la droite FZ la distance en question afin de **déterminer l'emplacement du point G**, c'est-à-dire le point d'intersection de la droite FZ et de la droite AB. Marquez l'emplacement du point intermédiaire G avec un piquet de repérage.

18. Vous allez maintenant tracer clairement et marquer sur le terrain la ligne droite AB suivant la ligne AGEB.

1.7 Comment prolonger une droite tracée sur le terrain

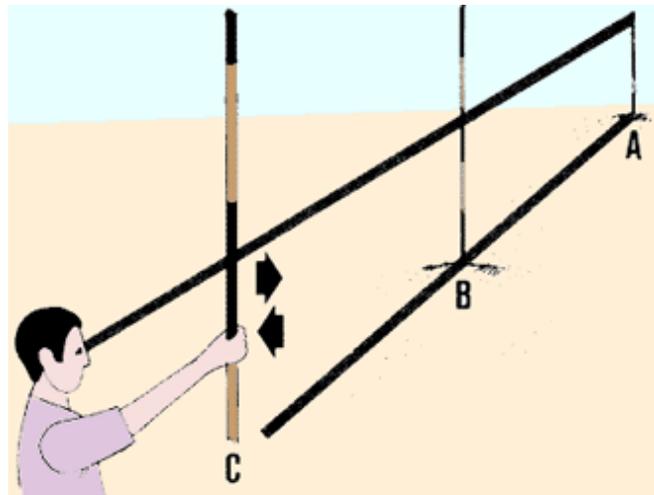
1. Il est souvent nécessaire de **prolonger** une ligne droite déjà tracée. Comme indiqué ci-dessus, il faut alors envisager deux situations différentes:

- prolonger une droite en l'absence d'obstacle;
- prolonger une droite au-delà d'un obstacle.

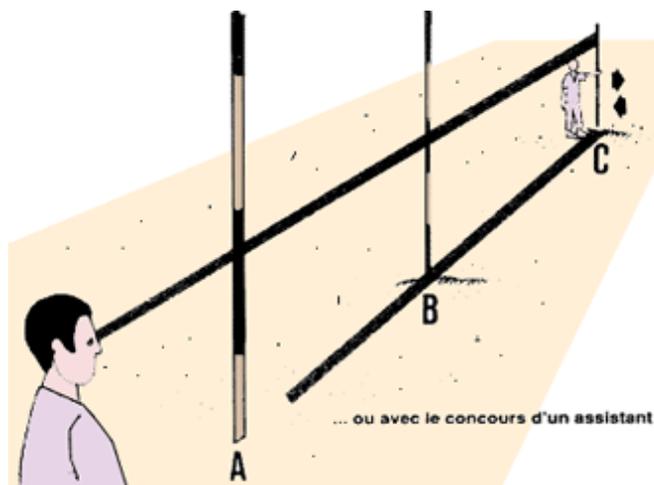
Prolongement d'une droite en l'absence d'obstacle

2. Tracez une droite AB sur le terrain en plaçant un piquet de repérage à chaque extrémité. **Si vous n'avez pas d'assistant**, prenez un piquet de repérage, éloignez-vous du point B en suivant aussi bien que possible la direction AB. A une distance d'environ 40 pas, arrêtez-vous et tournez-vous en direction des piquets B et A.

3. Tenez verticalement votre piquet en le prenant entre le pouce et l'index. Déplacez-le ensuite légèrement de côté, si nécessaire, jusqu'à ce qu'il semble **boucher la vue des piquets B et A**. Enfoncez ensuite le piquet



Comment aligner les trois piquets sans assistant ...



... ou avec le concours d'un assistant

dans le sol verticalement.

4. **Reculez** de 1 à 2 m suivant la ligne droite tracée et vérifiez si les piquets de repérage A et B sont toujours dissimulés par le nouveau piquet. S'ils ne le sont plus, déplacez légèrement ce dernier à gauche ou à droite, puis éloignez-vous et vérifiez de nouveau. Recommencez jusqu'à ce que le piquet soit correctement installé. L'emplacement ainsi déterminé est celui du point C en prolongement de la droite AB.

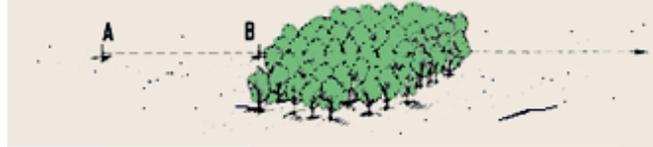
5. **Si vous travaillez avec un assistant**, placez-vous à 1 ou 2 m derrière le piquet de repérage A afin de matérialiser une **ligne de visée AB**. L'assistant doit se tenir auprès du piquet de repérage B.

6. Demandez à l'assistant de prendre un piquet de repérage et de s'éloigner d'environ 40 pas du piquet B vers l'extérieur, puis de s'arrêter et de se retourner vers vous.

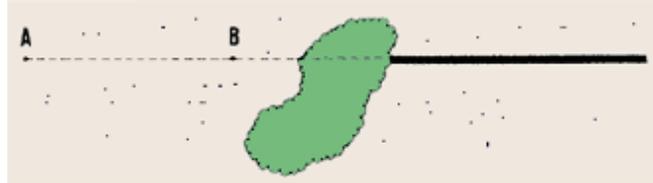
7. Demandez à l'assistant de tenir son piquet verticalement et de le déplacer à gauche ou à droite jusqu'à ce qu'il disparaisse derrière les piquets A et B. Lorsqu'il en est ainsi, demandez-lui d'enfoncer le piquet verticalement dans le sol. L'emplacement ainsi déterminé est celui du point C, en prolongement de la droite AB.

Prolongement d'une ligne droite au-delà d'un obstacle

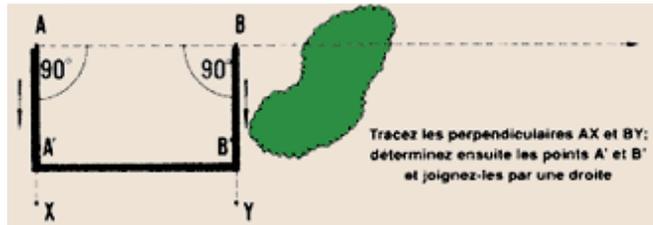
8. Vous souhaitez prolonger une droite AB à travers une forêt. Implantez les droites perpendiculaires AX et BY depuis les points A et B respectivement, suivant l'une des méthodes décrites à la section 3.6.



Vous devez prolonger la droite AB à travers la forêt

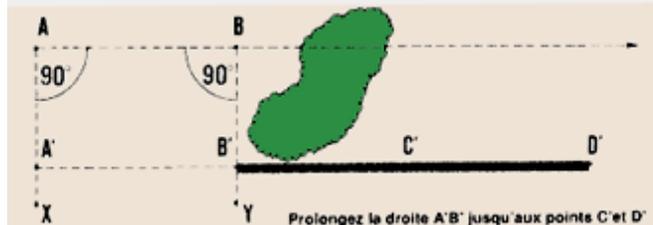


9. Sur ces deux droites perpendiculaires, mesurez des distances horizontales égales $AA' = BB'$. Il faut vérifier que cette distance est largement suffisante pour que le prolongement de la droite joignant les points A' et B' évite l'obstacle.



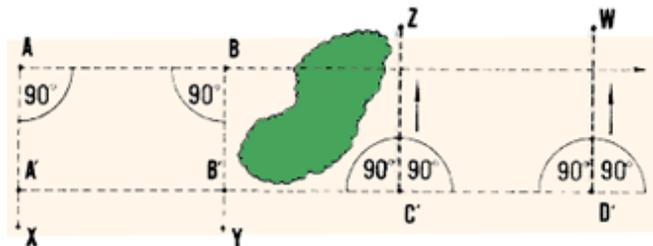
Tracez les perpendiculaires AX et BY; déterminez ensuite les points A' et B' et joignez-les par une droite

10. Prolongez la droite A'B' en la faisant passer par C' et D', nettement au-delà de l'obstacle, suivant la méthode décrite ci-dessus aux points 2 à 7.



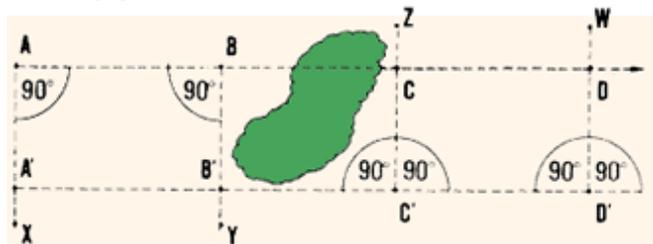
Prolongez la droite A'B' jusqu'aux points C' et D'

11. Implantez en C' et D' les perpendiculaires C'Z et D'W (voir section 3.6).



Tracé des perpendiculaires C'Z et D'W

12. Sur ces deux droites perpendiculaires, mesurez les distances horizontales égales à AA' (voir point 9 ci-dessus) et déterminez l'emplacement des points C et D. Marquez ces points avec des piquets de repérage. Le segment AB est maintenant prolongé par le segment CD.



Déterminez les points C et D et reliez ces deux points de façon à prolonger la droite AB

