

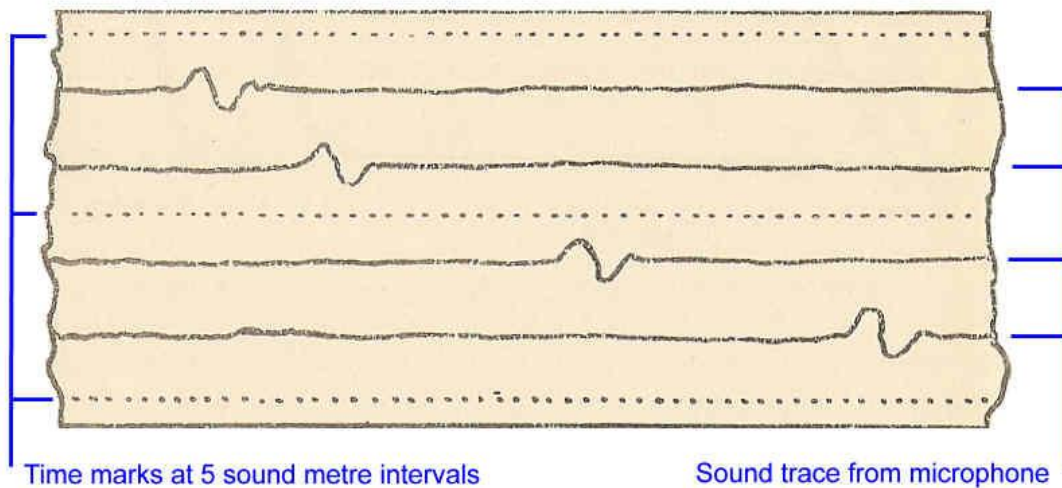
# Repérage de l'artillerie par le son .

Le repérage par le son permet de situer avec précision une batterie ennemie, qu'elle soit ou non bien dissimulée.

Le son se propage avec une vitesse sensiblement constante, de l'ordre de 340 mètres/sec.

Pour repérer l'emplacement d'une pièce d'artillerie, on se base sur le son produit par la bouche à feu au départ du coup, lequel est recueilli par plusieurs micros localisés avec soin sur la carte, et reliés à un système d'enregistrement, de telle façon que le temps mis entre le recueillement du son par les différents enregistreurs soit connu avec précision .

On obtient dans la pratique un rouleau enregistreur comme ceci :



## Installation du matériel de base

Un système de localisation acoustique nécessite l'équipement suivant.

- Un réseau de microphones
- Un système capable de mesurer les différences de temps d'arrivée de l'onde acoustique entre les microphones.
- Un moyen pour analyser les différences de temps pour calculer la position de la source sonore.

La figure 1 illustre le système de base.

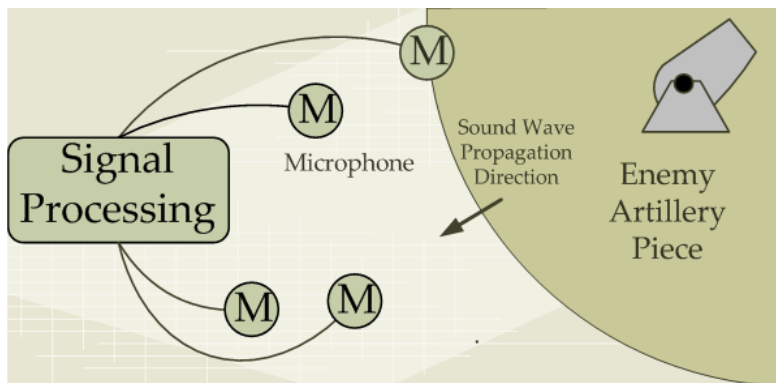


Figure 1: Schéma d'un système de son de Situation typique.

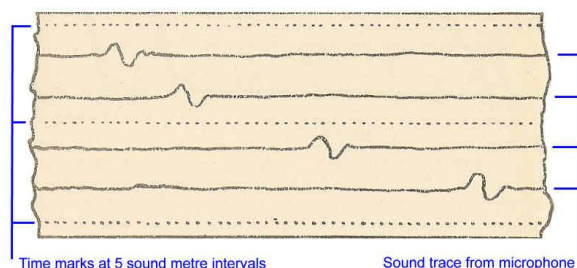
**Certains systèmes peuvent ne pas permettre le placement arbitraire des microphones, mais exiger qu'ils soient placés sur une ligne droite.**

**Le principe est le même mais le calcul est nettement simplifié .**

**Le système marche avec n'importe quel microphone, mais il est beaucoup plus précis avec un microphone qui n'enregistre que les basses fréquences produites par la pièce d'artillerie, et non toutes les fréquences produites sur le champ de bataille .**

**Tous les microphones peuvent aboutir à un appareil disposant d'une seule aiguille, mais c'est beaucoup plus précis si chaque micro a son aiguille propre, car en plus du son de départ, chaque micro reprend un bruit de fond qui peut devenir très important en cas de sommation des micros sur une seule piste .**

**C'est donc « possible », mais ce n'est pas « conseillé » ..**

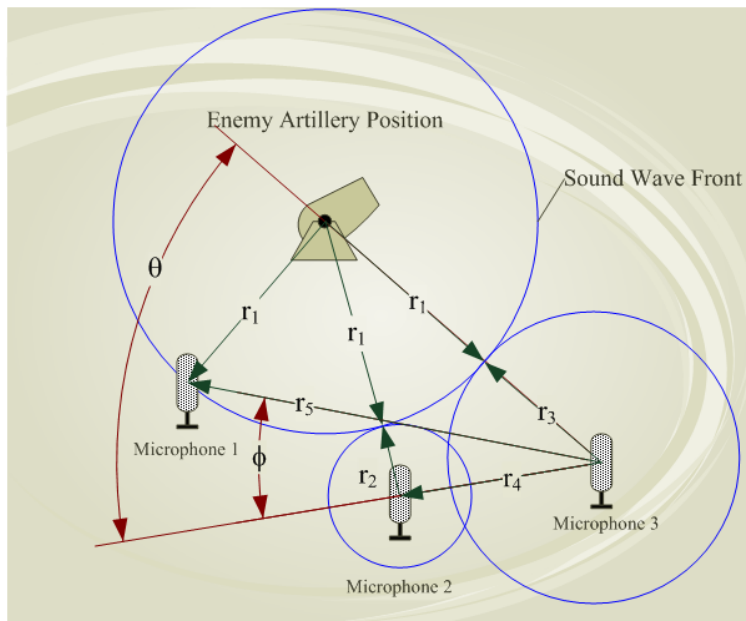


**4 micros distincts  
enregistrés par un seul appareil  
avec 4 pistes distinctes ...**

## Exemple

Supposons la position suivante de nos trois microphones , positions bien connues .  
(toutes les mesures faites par rapport aux Microphone 3).

- Distance du micro 1 à 3:  $r_5 = 1267.9$  mètres (mesuré au préalable)
- Distance du micro 2 à 3:  $r_4 = 499.1$  mètres (mesuré au préalable)
- Angle entre le micro 1 et 2 mesuré à partir du micro 3:  $16,177^\circ$  (mesuré au préalable)



Supposons la vitesse du son à 330 m/sec.

Supposons que l'onde de son (sphérique) touche le micro 1 en  $1^\circ$ , puis le micro 2 après 0.455 sec , puis le micro 3 après 0.606 sec .

On en déduit que la position de micro 2 est de  $0.455 \times 330 = 150$  m plus loin par rapport à la position de l'onde quand elle a frappé le micro 1.

On trace un premier cercle de rayon 150 sur la carte .

On en déduit de la même façon que la position de micro 3 est lui en arrière de  $0.606 \times 330 = 200$  m .

On trace un cercle de rayon 200 sur la carte .

Que ces cercles se coupent ou pas, on en a strictement rien à faire .

Tout ce qui intéresse, c'est que on est « sur » qu'un cercle dont le rayon est celui de la distance du canon au micro 1 (chose qu'on ne connaît pas encore) est à une position telle (donc à un angle tel par rapport au micro 3) que le cercle ainsi créé sera juste tangent aux 2 premiers (que par contre on a déjà tracé) .

**Nous disposons déjà d'un sérieux paquet de données ....  
Et on peut solutionner l'affaire par calcul ou dessin ...**

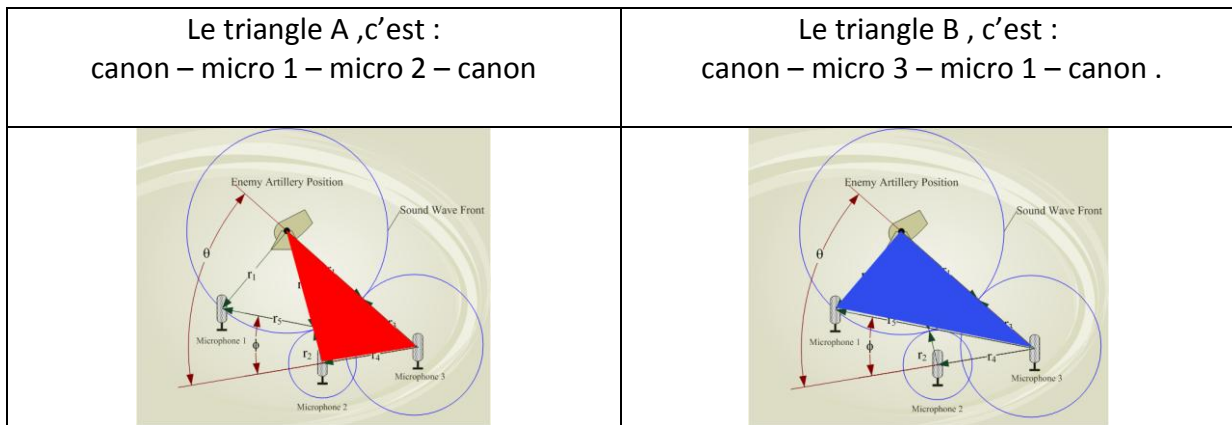
# Solution par calculs

Il y a 2 triangles, et ce ne sont pas des triangles rectangles !!!!:

Il y a une ligne « r1 » : canon - micro 1 qui donne la distance exacte .

Seulement on ne la connaît pas .

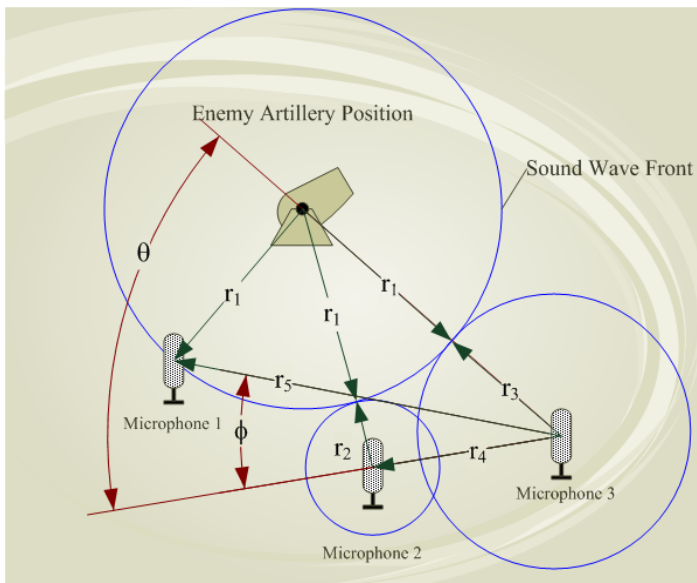
Les autres lignes qui contiennent « r1 » contiennent aussi des angles ... ce qui sous entend des relations trigonométriques ...

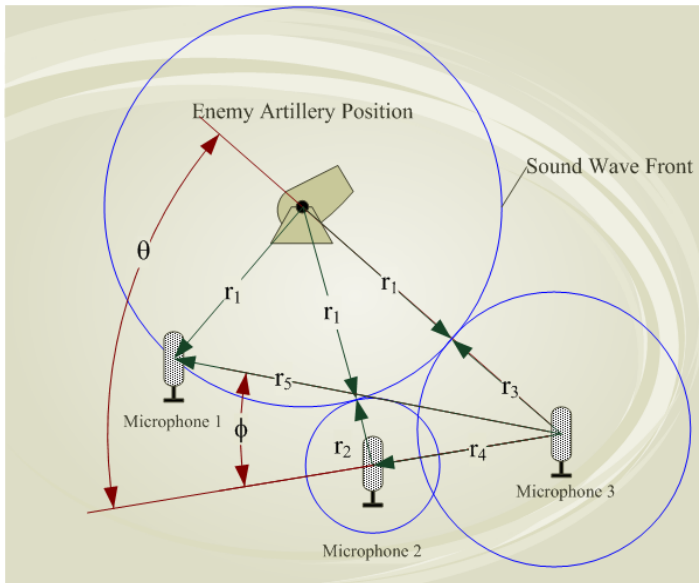


Les 2 inconnues , c'est  $r_1 = x$  et l'angle tau (cad l'angle : micro 3 – canon

Ce qu'on connaît pour les avoir mesuré avant le tir ,c'est  $r_4 = 499.1 \text{ m}$  , $r_5 = 1267.9 \text{ m}$  et l'angle phi =  $16^\circ,177'$  .

Ce qu'on connaît pour l'avoir mesuré juste après le tir, c'est  $r_2 = 150 \text{ m}$  et  $r_3 = 200 \text{ m}$  et  $r_4 = 499.1 \text{ m}$





$$(r_1 + r_2)^2 = (r_1 + r_3)^2 + r_4^2 - 2 \cdot (r_1 + r_3) \cdot r_4 \cos \theta \text{ (Equation 1)}$$

$$r_1^2 = (r_1 + r_3)^2 + r_5^2 - 2 \cdot (r_1 + r_3) \cdot r_5 \cos \phi \text{ (Equation 2)}$$

Bien que cette approche serait utilisable avec les ordinateurs d'aujourd'hui, il aurait été un problème dans la Première Guerre mondiale .

## Solution par le dessin .

On dispose d'une caisse contenant plusieurs exemplaires de cercles avec le centre percé (pour permettre un positionnement précis) ,et ces cercles ont des diamètres (repris sur leur surface) bien précis .

On commence par prendre dans la boîte les cercles ,dont le diamètre correspondant (en mètres) aux retards (en secondes) des différents micros par rapport au 1° micro qui a recueilli un son .



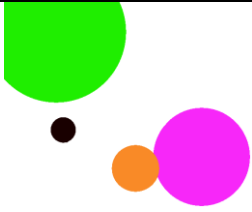

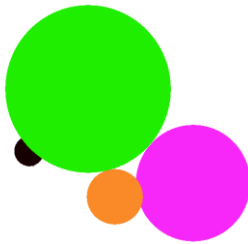
Pour le positionnement de ces cercles, c'est très facile : la position des micros est reprise sur la carte ...

Une fois que c'est fait, il faut maintenant prendre successivement chacun des cercles correspondant à une distance « possible » du canon ennemi (**théoriquement on ne sait pas du tout où il est,mais dans la pratique on sait plus ou moins à quelle distance et plus ou moins à quelle position ... on ne travaille donc pas dans le noir absolu ...**)

On le fait glisser sur la carte .

Et on essaye de trouver le seul et unique qui correspond à tous les critères ...

**Solution page suivante ...**

|  |   |
|--|---|
| <p>Au départ ,avant le tir, on a la position des 3 micros .</p>  |   |
| <p>Quand le tir a eu lieu, on examine le tracé et on détermine les retards par rapport au 1° micro qui a reçu le son .<br/> Comme il y a 3 micros et que le 1° alerté n’a forcément aucun retard, il y a 2 cercles dont le rayon correspond au retard et le centre correspond à sa position réelle sur le terrain ...<br/> Ces cercles ont des diamètres « connus » et des centres « connus » .On les matérialise sur la carte .</p>   |   |
| <p><b>On sait que le point et les cercles sont tangents au cercle dont le centre est le canon qu’on cherche .</b></p> <p>On va prendre maintenant successivement toute une série de cercles de taille successive, du plus grand (celui qui a la taille de portée maximum du canon qu’on cherche), jusqu’au plus petit, et plus précisément jusqu’à ce qu’on en trouve « 1 » qui corresponde aux critères : tangent à tous les cercles de retard et touchant le point le 1° atteint ....</p> <p>Va falloir chipoter ...<br/> N’oublions pas que sur le dessin j’ai énormément agrandi le point « noir » et ce qui compte c’est donc son centre et non son bord</p> <p>On a essayé tout plein de cercles, jusqu’à ce qu’on trouve le cercle vert .<br/> <i>La plupart du temps, il est bien évidemment « en dessous » (et non juste à la portée maximum ...) de la portée maximum de ce type de canon .</i></p> <p>Ce cercle correspond pile poil à tous les critères .<br/> Le canon cherché est donc en son centre .</p> |  <p>on commence à chipoter avec le cercle vert</p> <p>+++++</p>  <p>Ca se présente relativement bien ...</p> <p>+++++</p>  <p>Voilà ... Ca correspond à tous les critères,<br/> On a trouvé ....</p> |

## **Problèmes techniques .**

- la vitesse du son varie avec la température et la pression de l'air.
- le bruit d'une arme à feu n'est pas un claquement sec, mais un long grondement ,ce qui rend difficile de mesurer avec précision l'heure d'arrivée exacte du front d'onde sur les différents capteurs.
- l'artillerie est souvent déclenché en grand nombre, ce qui rend difficile la détermination de front d'onde qui est associée à laquelle la pièce d'artillerie

Dans des cas favorables, la position est repérée en 14-18 à 50 m près ...

## **Utilisation combinée son et flash .**

Si on peut enregistrer le flash du départ, même en partie masqué par des collines et qu'en fait on ne puisse voir que le halo lointain du départ ,si on est sur (mais ce n'est pas évident) que cet halo a créé ce bruit ,alors on peut jouer sur la différence entre le ton lumineux et le temps sonore pour établir la distance .

## **Organisation pratique de l'unité de repérage .**

Il faut que les postes d'écoute soient à grande distance les uns des autres, pour que les différences de temps ne soient pas trop faibles entre l'arrivée du son sur les différents micros .

## **Dissimulation et consignes de tir :**

Aussi l'artilleur n'a-t-il plus le droit de tirer quand bon lui semble ; toutes les batteries commencent leurs tirs au même moment pour rendre les sons indiscernables et les liens sons- flash de départ plus encore indiscernables .

Quand un coup isolé se fait entendre, c'est qu'il est issu, soit d'une pièce nomade qui ne sera plus là dans quelques instants , soit d'un pétard qu'un sapeur astucieux aura fait partir pour faire croire au départ d'un coup.