

LFSAB 1508 – Projet P4
MS1: debriefing

**C. Craeye, C. Oestges, L. Vandendorpe
T. Feuillen, G. Monnoyer, M. Drouguet
(EPL - ICTEAM/ELEN)**

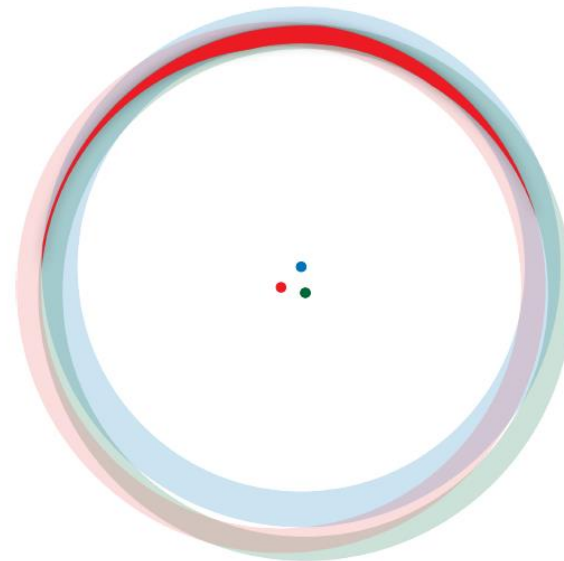
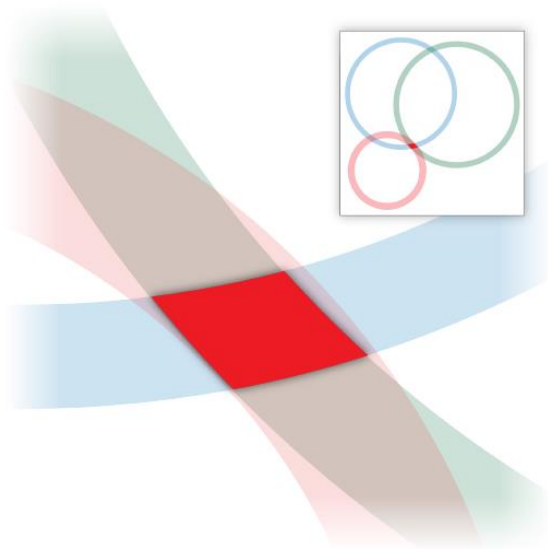
Trilatération

- Les positions des récepteurs sont connues
- **Question 1:** on souhaite localiser une cible en 2 dimensions (dans le plan)
 - Q1.1: De combien de récepteurs ou de mesures d_i a-t-on besoin ?
 - Q1.2: Appelant $\mathbf{z} = (x; y)$ la position de la cible à estimer, $\mathbf{z}_i = (x_i; y_i)$ les coordonnées du récepteur i , établissez les équations qui unissent les vecteurs \mathbf{z} , \mathbf{z}_i et les mesures (supposées idéales) d_i
 - Q1.3: Proposez une méthode de résolution de ces équations
 - Q1.4: Représentez graphiquement les lieux qu'on obtiendrait en présence de bruit (l'épaisseur du trait représentant l'amplitude de l'erreur)

Trilatération

- **Question 1 (suite):**

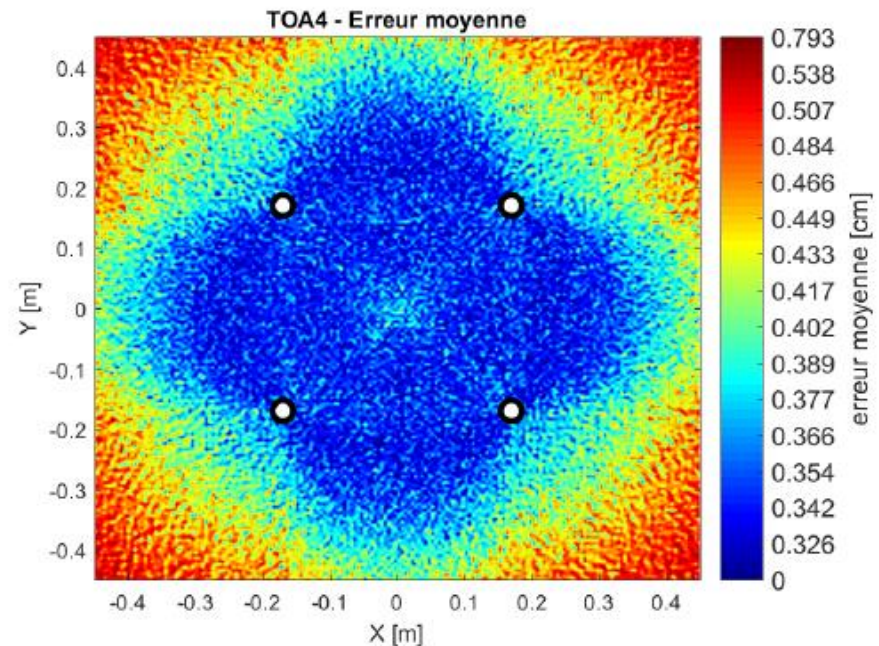
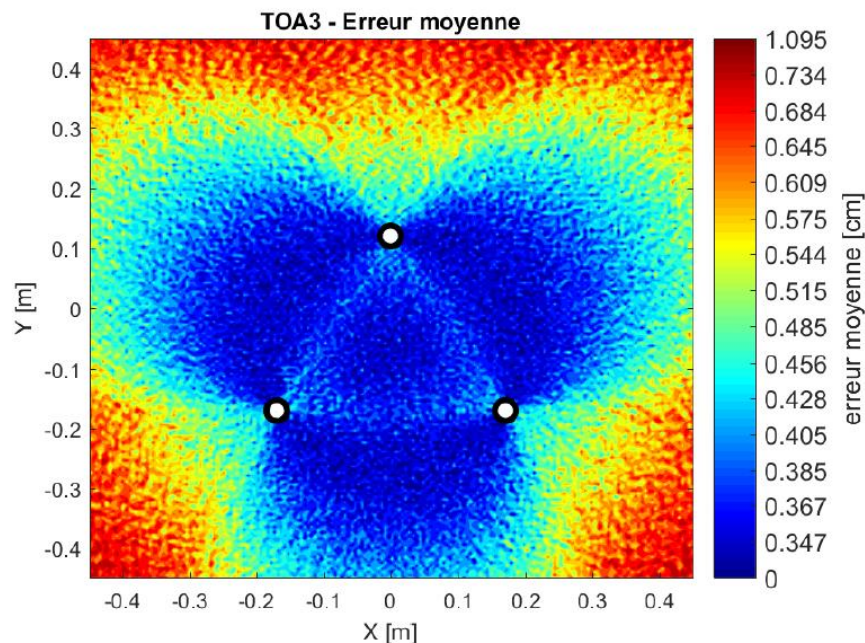
- Q1.5: Sur base du schéma, quelles sont des situations favorables/défavorables de positionnement des récepteurs par rapport aux émetteurs ?
- Q1.6: Comment pourrait-on traiter le cas de mesures non-parfaites (c.-à-d. comment résoudre les équations dans ce cas) ?



Trilatération

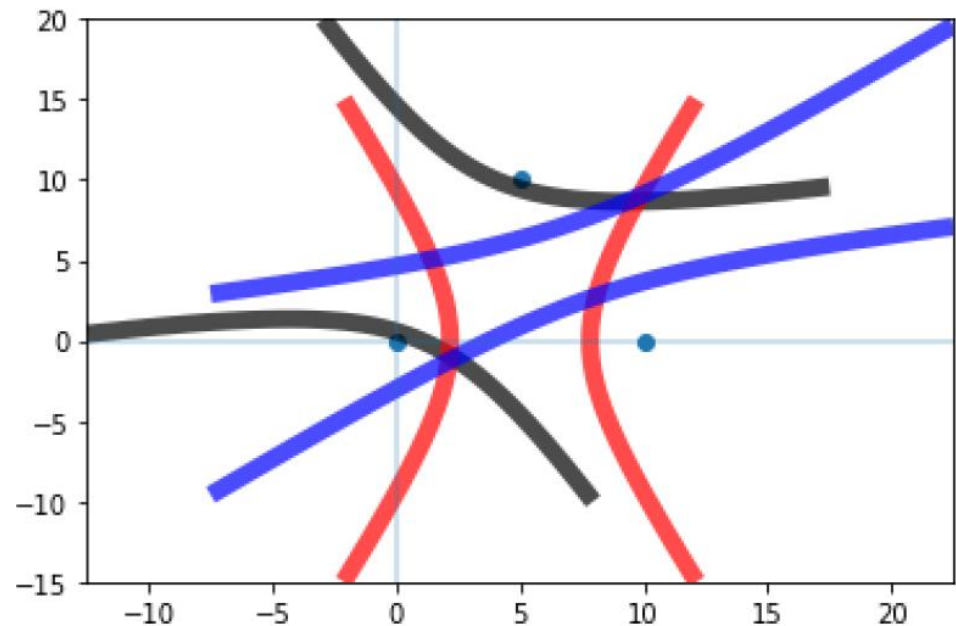
- **Question 1 (suite):**

- Q1.5: Sur base du schéma, quelles sont des situations favorables/défavorables de positionnement des récepteurs par rapport aux émetteurs ? (bruit équivalent : 10 cm)



Multilatération – TDOA

- **Question 2:** on souhaite (toujours) localiser une cible en 2 dimensions sur base des mesures de TDOA
 - Q2.1: pour un τ_{ij} donné (ou mesuré), que peut-on déduire de la localisation de la cible vis-à-vis des 2 récepteurs i et j ?
Autrement dit, quel est le lieu des points caractérisés par le fait qu'ils sont à même différence de temps ou de distance vis-à-vis des 2 récepteurs ?



Multilatération – TDOA

- **Question 2 (suite):**

- Q2.2: De combien de différences de temps/distance d'arrivée doit-on disposer au minimum pour une localisation 2-D ?

→ 3 récepteurs sont suffisants !

- Q2.3: Proposez une méthode de résolution des équations établies à la Q2.1 (ne pas résoudre!), en supposant que les mesures τ_{ij} soient parfaites

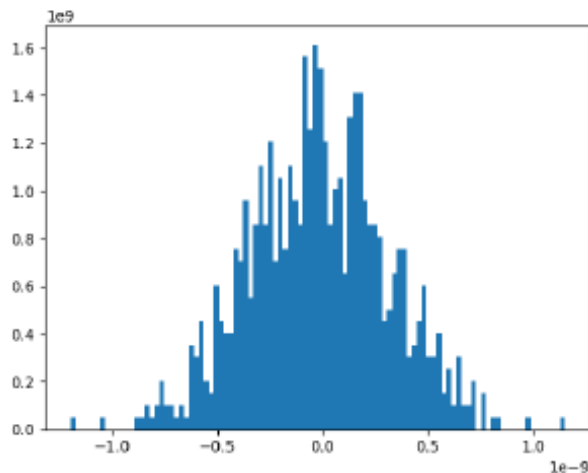
Q2.3 Les équations mentionnées ci-dessus sont non-linéaires. Différentes méthodes s'offrent à nous.

Il est possible d'isoler dans chaque équations y , afin d'obtenir un système de $y_i = f_i(x)$, soit à la main soit avec un solveur symbolique. Il nous suffit alors de résoudre $f_i(x) = f_j(x)$ pour une seule combinaison de i, j avec $i \neq j$ car les TDOA sont supposés sans erreurs.

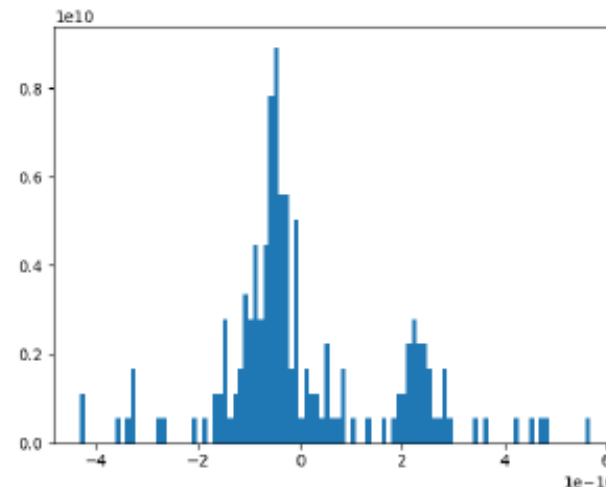
Une autre méthode consiste à employer un solveur numérique.

Multilatération – TDOA

- **Question 3:** en réalité, les TDOAs seront affectés d'une erreur
 - Q3.1: Sur base des données fournies (synthétiques et mesurées), quel est l'ordre de grandeur de cette erreur ? Cette erreur est-elle acceptable ?
 - Q3.2: Représentez graphiquement les lieux qu'on obtiendrait en présence de bruit (l'épaisseur du trait représentant l'amplitude de l'erreur)



$\sigma = 0.33 \text{ ns} \rightarrow 10 \text{ cm}$

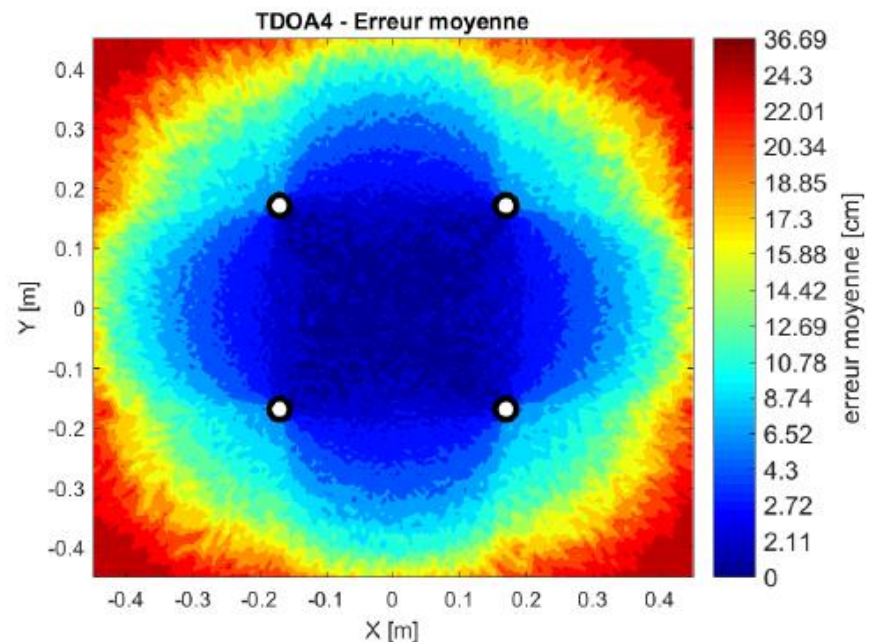
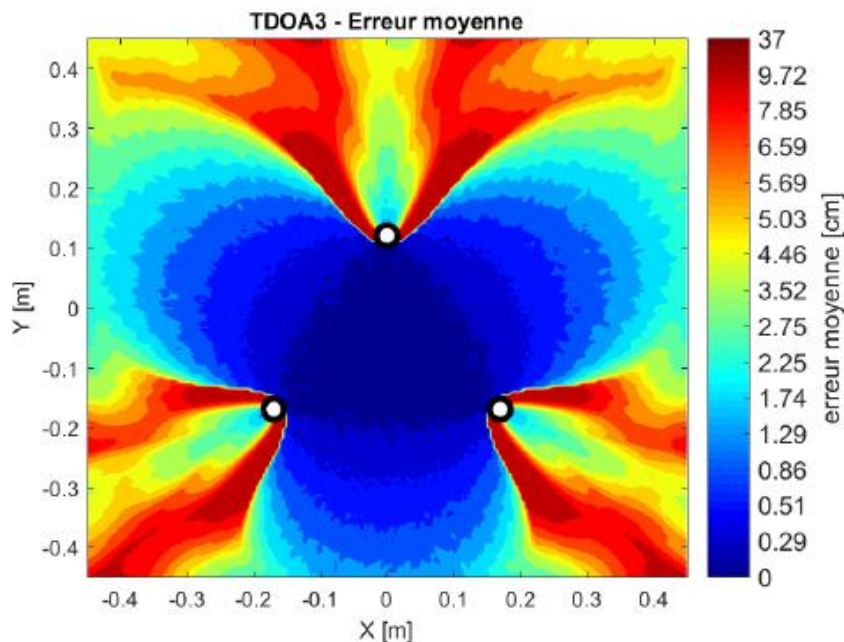


Gaussien ? Ordre de grandeur 0.1 ns

Multilatération – TDOA

- **Question 3 (suite):**

- Q3.3: Sur base du schéma, quelles sont des situations favorables/défavorables de positionnement des récepteurs par rapport aux émetteurs ?



Multilatération – TDOA

- **Question 3 (suite):**

- Q3.3: Sur base du schéma, quelles sont des situations favorables/défavorables de positionnement des récepteurs par rapport aux émetteurs ?
- Q3.4: Afin d'améliorer la précision, comment peut-on exploiter les TDOAs additionnels obtenus pour un émetteur de position connue ? Proposez une méthode de résolution des équations dans ce cas (avec la résolution) et illustrez vos résultats avec les données fournies

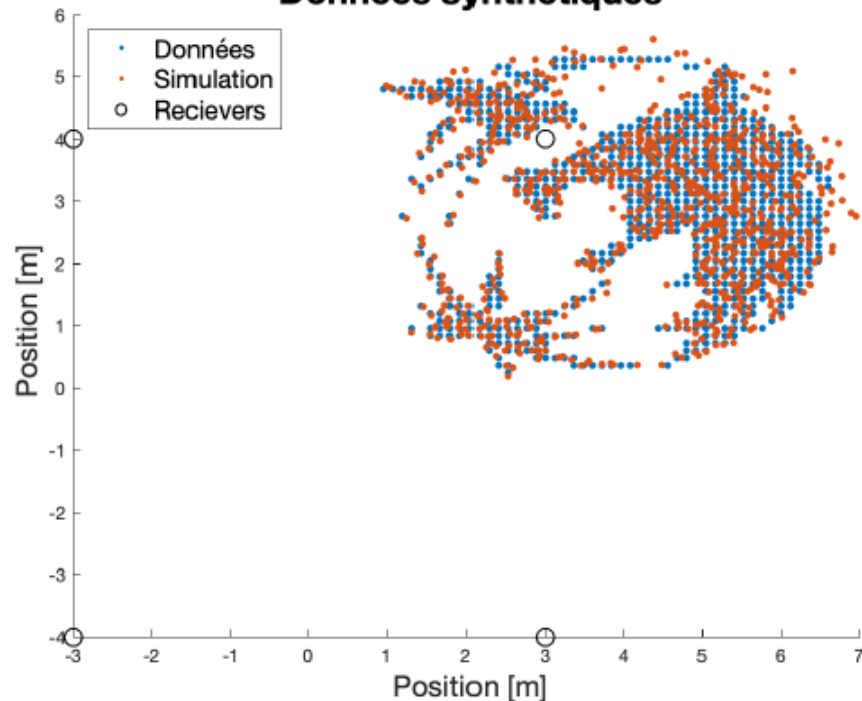
→ correction de l'erreur statique (biais) due aux différentes longueurs de câbles/connecteurs, ...

$$TDOA_{loc-ij-corr} = TDOA_{loc-ij-mes} - \overbrace{(TDOA_{cal-ij-mes} - TDOA_{cal-ij-exact})}^{biais}$$

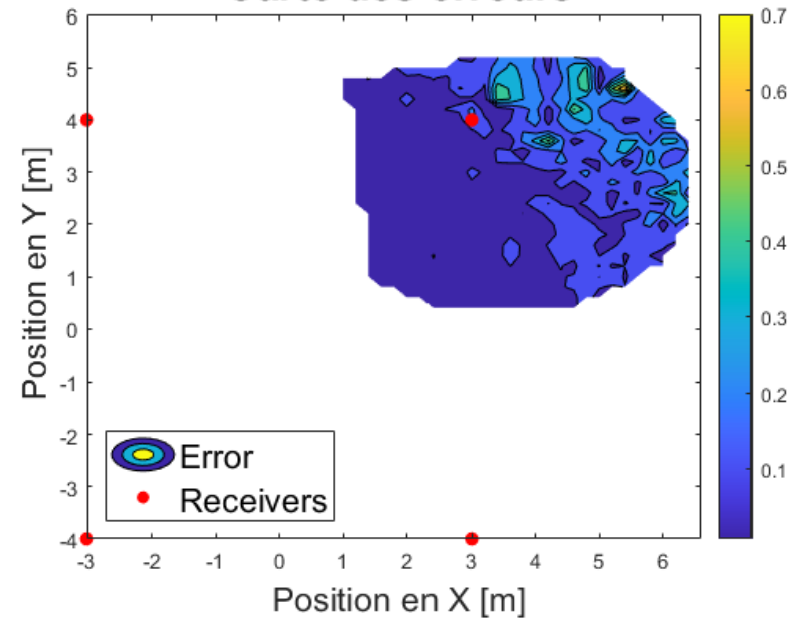
Multilatération – TDOA

- Utilisation des données fournies: donnés synthétiques

Données synthétiques



Carte des erreurs



Multilatération – TDOA

- Utilisation des données fournies: donnés mesurées

Nom	Erreur	Description
Levenberg-Marquardt	9,3 cm.	Algorithme de résolution d'une système d'équation au sens des moindre carrés.
Centre de gravité, rayon de cercle	22,74 cm.	Centre de gravité ou le poids est le nombre de solution dans un rayon autour de celle-ci.
Centre de gravité, distance min.	36,15 cm.	Centre de gravité, le poids est défini comme la distance minimale à une autre solution
Centre de gravité au carré	87,55 cm.	Idem que le précédent mais la distance est au carré
Centre de gravité	117,7 cm.	Centre de gravité des points, le poids est défini comme l'inverse de la somme des distances à toutes les autres solutions
MLE	170,76 cm.	Maximum likelihood

