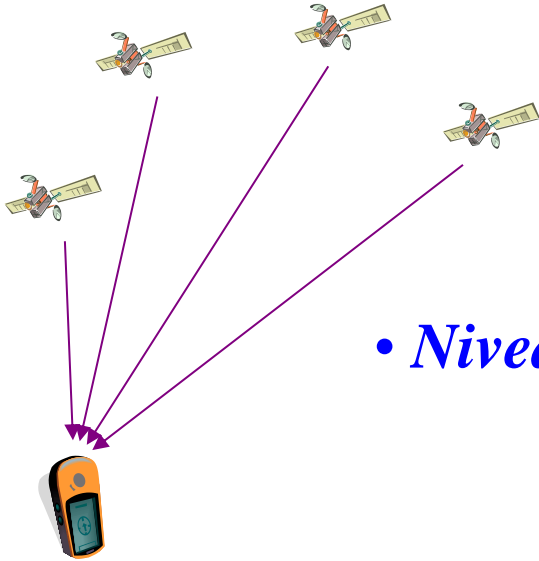


Quelles difficultés et idées *nouvelles* pour la localisation de l'homme connecté ?

Nel SAMAMA

Groupe Navigation
INSTITUT Mines-Telecom

Limitations des GNSS



- Besoin de N satellites
- Mesures de *temps* de parcours
- *Niveaux* de réception très *faibles* (-130 dBm)
- Des *difficultés* vont ainsi apparaître dès qu'il y aura *atténuations, obstacles ou réflexions multiples*
- A l'*extérieur* déjà, on utilise *GPS & Carte & Capteurs*

Les (très) nombreuses solutions

De nombreuses solutions ont été proposées

Source: *Global Positioning*, Wiley

Techniques	Indoors	Outdoors
Network of sensors	1 cm to few meters	Not Suitable*
Vision based	few cm	< 1m
QR Code / Bar Code	few cm to 1 m	few cm to 1 m
RF ID	< 1 m	< 1 m
WLAN	few m	Not Suitable*
UWB	≈10 cm	Not Suitable*
Cell-Id	500 m to 10 km	100 m to 10 km
Radar	few cm	few cm to few m
E-OTD (2G) / TDOA (3G)	>> 200 m	< 100 m
GNSS	Not Available	few m
A-GNSS	few m to Not Available	few m
Pseudolites	≈10 cm	few m
Transmitters	few dm to few m	few m
Inertial	< 1 m (time dependent)	< 1 m (time dependent)
...

Brève discussion

Beaucoup de critères de classement sont possibles:

- Infrastructure locale requise ou pas
 - ❖ GSM/UMTS, HS-GNSS, A-GNSS, WLAN, Inertiel, UWB, SLAM, LiFi, etc.,
 - ❖ Réseaux de capteurs, Pseudolites, Répéteurs, etc.
- Précision de positionnement
 - ❖ 100 m : GSM/UMTS,
 - ❖ quelques mètres, voire moins : les autres !
- Technique GNSS ou pas
 - ❖ HS-GNSS, A-GNSS, Pseudolites, Répéteurs,
 - ❖ GSM/UMTS, Réseaux de capteurs, WLAN, Inertiel, UWB, SLAM, LiFi, etc.

Cas idéaux : 1/ technique GNSS sans infrastructure locale !
2/ pas d'infrastructure locale additionnelle !
avec une précision métrique.

Le positionnement en milieux contraints

- GNSS

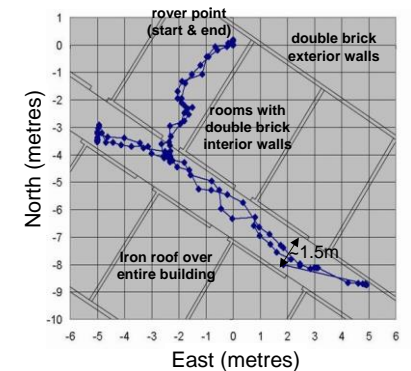
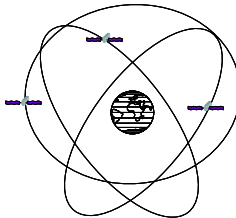
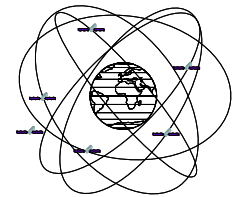
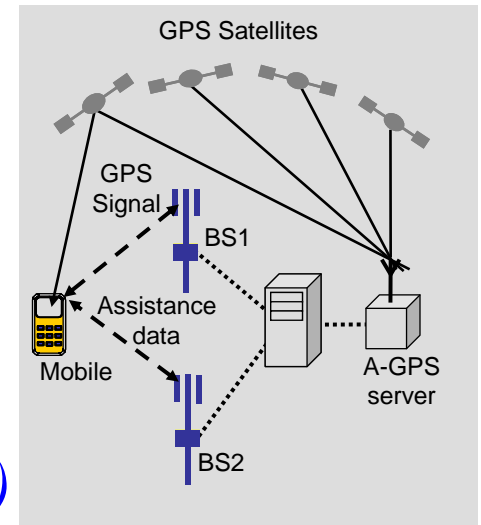
- Récepteurs Haute Sensibilité (HS-GNSS)

- Récepteurs Aidés (Assisted-GNSS)

- GLONASS, BEIDOU et Galileo

- Générateurs "locaux" (Pseudolites, Transmetteurs)

- Hybridation



Hybridation

On cherche cependant toujours à répondre à un *seul problème* (positionnement)

→ Il y a en peut-être *plusieurs*?

Aujourd'hui *GNSS + Réseaux télécom/INS* a la préférence « commerciale »

→ « Qui paye » et « qui déploie »?

→ Intérêt et usage de l'utilisateur un peu oublié ?

Crowd sourcing en déploiement industriel ...

Il reste d'autres points ...

➤ Maturité, Potentiel (actuel/futur), Standardisation, Orientation du terminal ou même du regard ...

➤ Lien entre foisonnement technologique et implémentations réelles

➤ Qu'attendent les utilisateurs ?

Pour un déploiement à grande échelle pour le grand public

- *pas d'infrastructure spécifique (ou alors très légère)*
- *pas de problèmes dus à l'environnement*
 - Sensibilité aux obstacles, propagation, ...*
- *une précision typiquement métrique*
- *une « certaine » fiabilité du positionnement*
- *des technologies matures (et standardisées)*
- *des technologies peu coûteuses à intégrer et à opérer*
 - Côté terminal principalement*

Quelles solutions de réelle continuité ?

Les solutions ...

Pour un déploiement à grande échelle pour le grand public

- ✓ Pas vraiment de solution qui satisfasse l'ensemble des critères
 - ✓ De réels besoins clairement exprimés maintenant
 - ✓ De très nombreuses pistes technologiques explorées
-
- ▶ Il semble manquer l'analyse d'un « socle » commun pour que les technologues s'organisent pour trouver une (des) réponse(s) valable(s) ...
 - ▶ ... pour un ensemble minimal d'applications et de services

Encore quelques questions

Positionnement

Précepte issu du GPS: *Si la position est disponible, alors (presque) tout est possible!*
Mais si elle ne l'est pas, rien n'est possible ?

Continuité dans le temps et dans l'espace

Est-il toujours nécessaire d'avoir une *position tout le temps et partout* ?

Positionnement « géographique »

Doit-on connaître la « *localisation géographique* » des entités (terminaux, nœuds, etc.) ou simplement leur « *géométrie relative* » ?

Tentons de modifier l'angle de vision

Précision

Mesures de phases

Infrastructure et coût des terminaux

Les terminaux eux-mêmes, « presque » d'aujourd'hui

Maturité et standardisation

Les signaux actuels

Relativité géographique

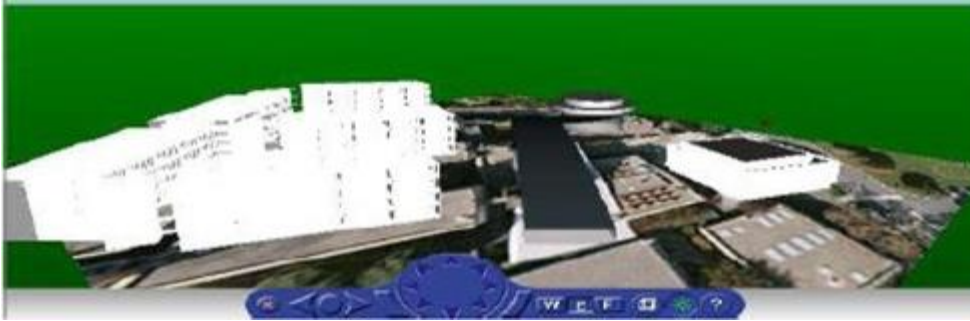
Uniquement des mesures entre deux entités proches (en « visibilité »)

Approches Réseaux Connectés/Collaboratifs

Navigation Group

Exploitation de l'ensemble des liens radio entre terminaux

Définition d'un « environnement » de simulation

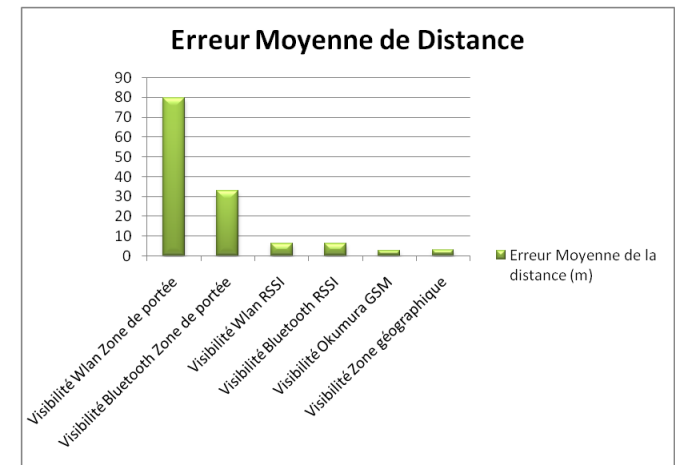
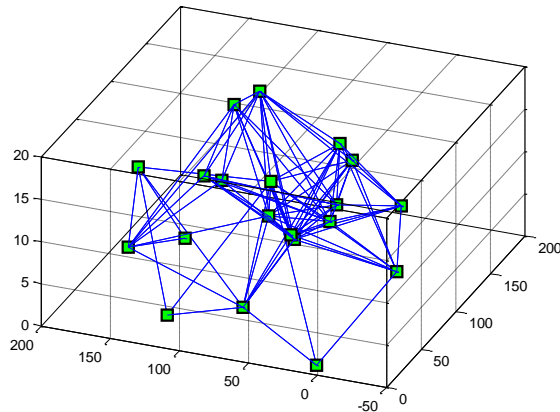


Utilisation de diverses
« technologies »

→ WiFi, BT, UWB, GSM/UMTS,
GPS, Pseudolites, etc.

Choix d'une densité de nœuds de diverses technologies

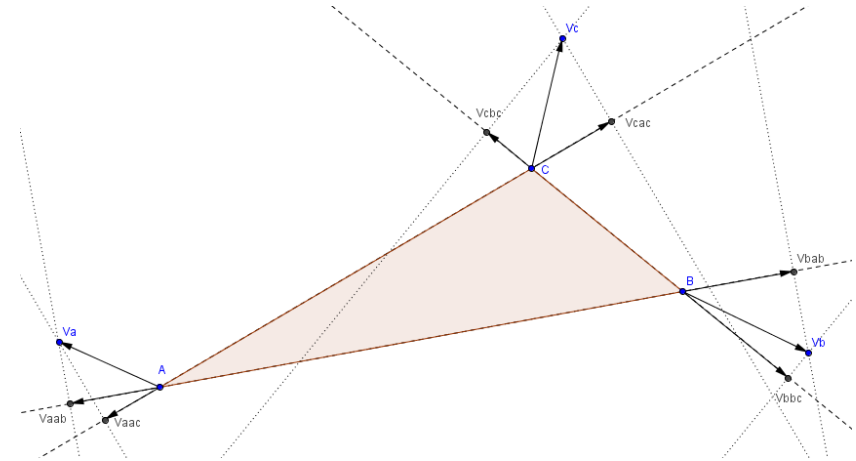
Graphe géographique estimé et liens



Quelques propositions en ce sens

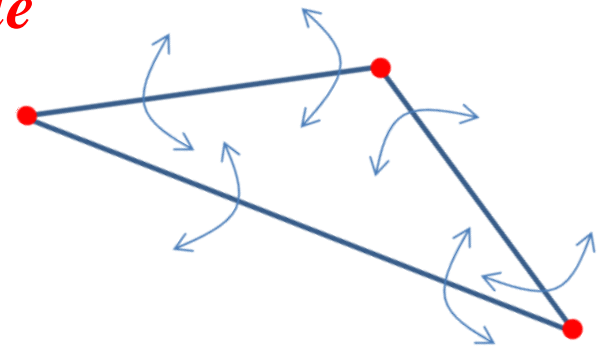
Les mesures point à point envisageables entre terminaux

- Doppler (implique mouvement ...)
- Distance (UWB par exemple)



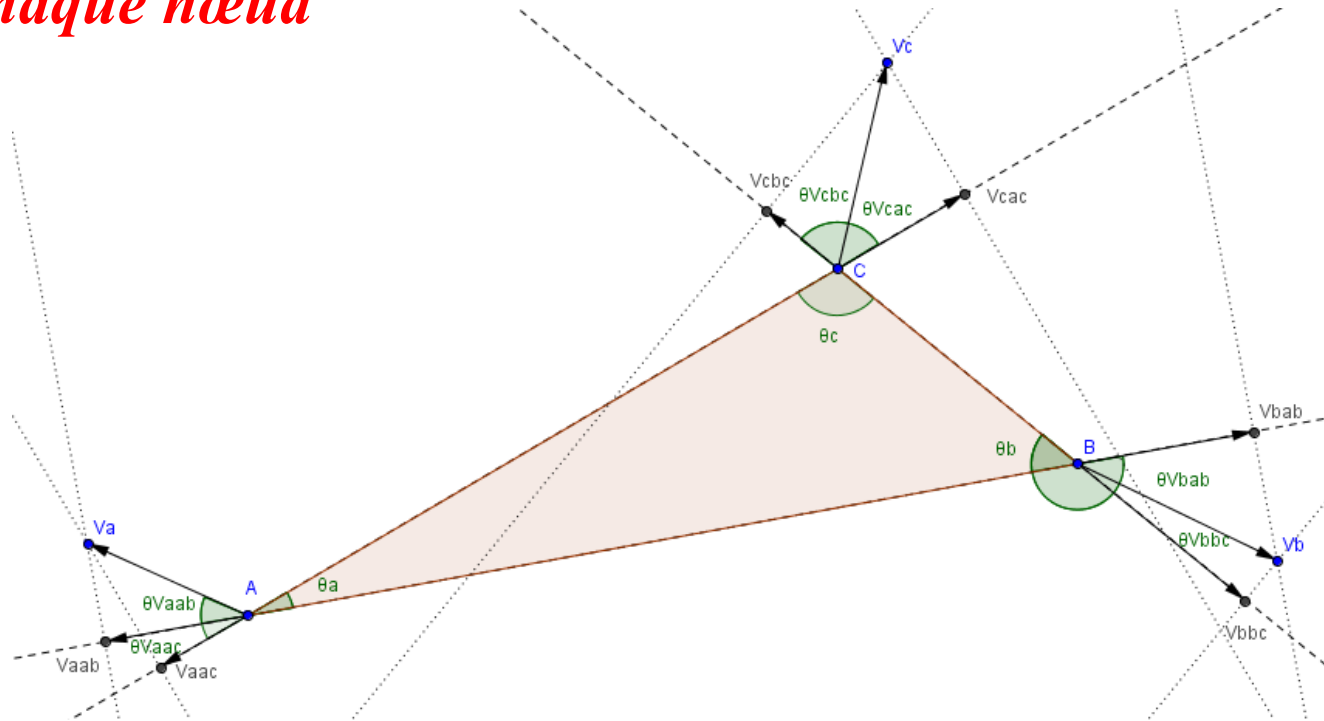
Une autre approche reposant sur la géométrie

- Analyse de la déformation d'un réseau



Doppler et estimation des vitesses

On cherche à déterminer l'amplitude et la direction relative des vitesses de chaque nœud



On cherche les V_i à partir des diverses projections V_{ijk}

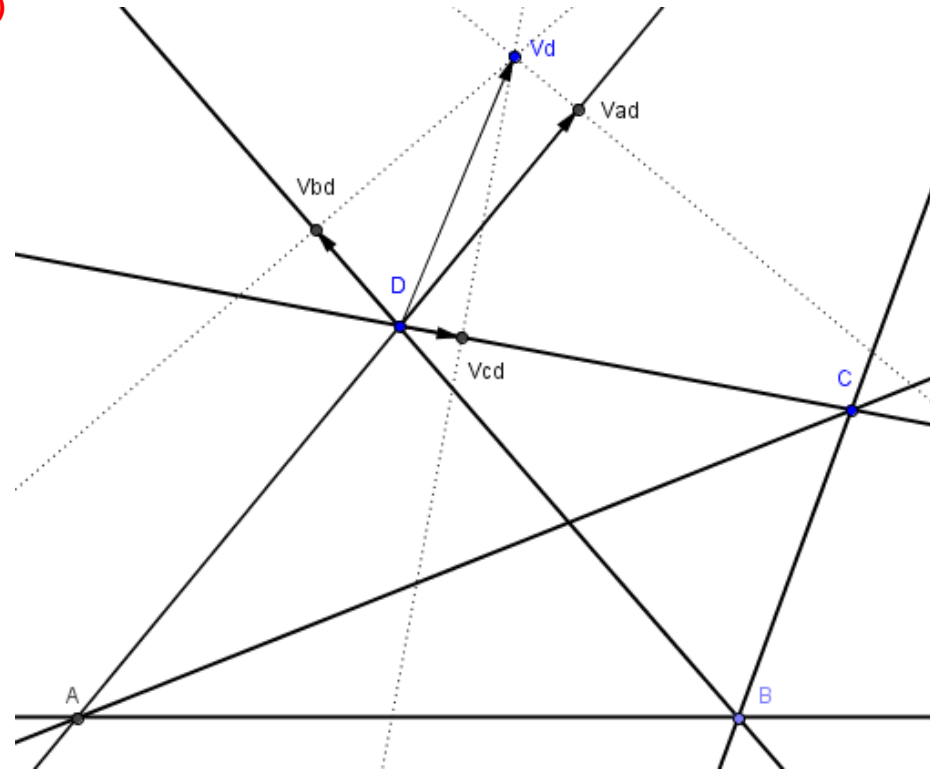
Il existe de nombreuses symétries

Toutes les estimations sont « relatives »

Sans hypothèses supplémentaires, c'est compliqué

Doppler et estimation des vitesses

*Un cas particulier: trois terminaux sont fixes et leurs positions
connues (cas classique)*

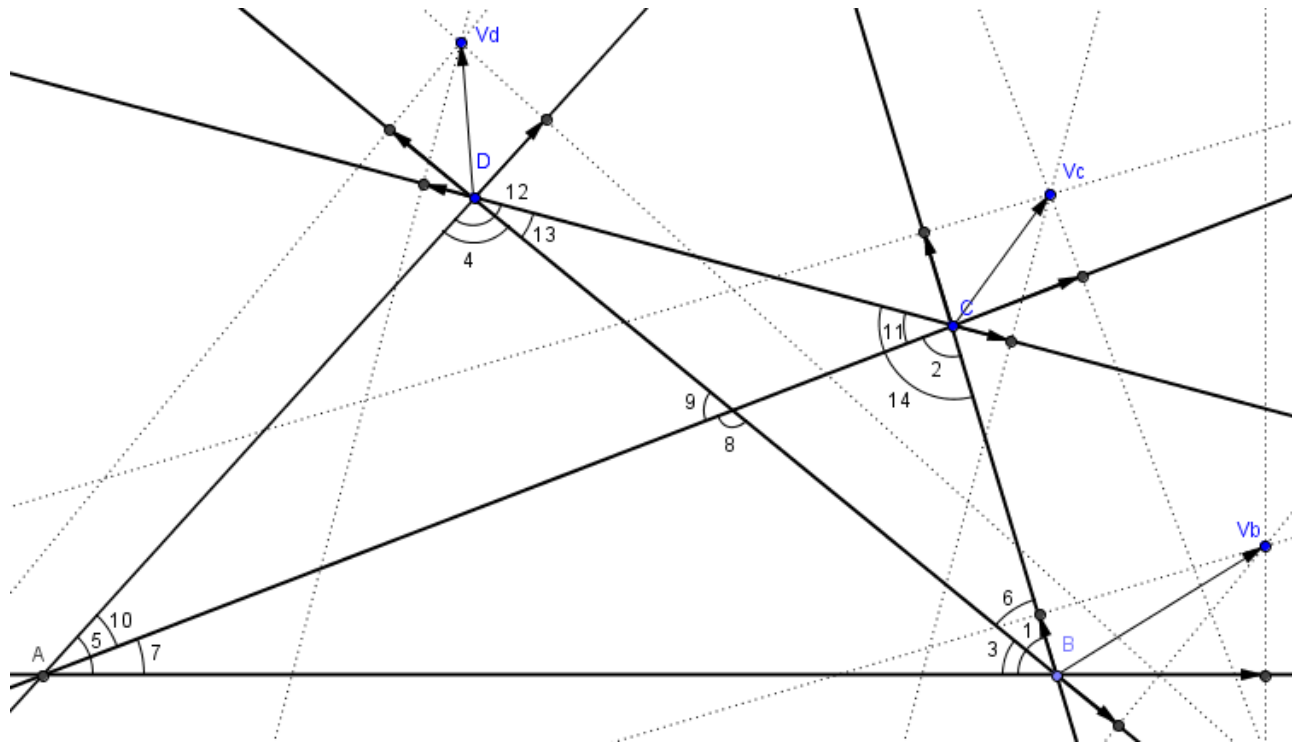


On cherche (x_D, y_D) à partir des diverses projections V_{id} et des coordonnées (x_i, y_i) des points fixes

On peut calculer V_d et (x_D, y_D)

Doppler et estimation des angles

On cherche à déterminer la « forme » du réseau



On cherche les θ_i à partir des diverses projections V_{ijk}

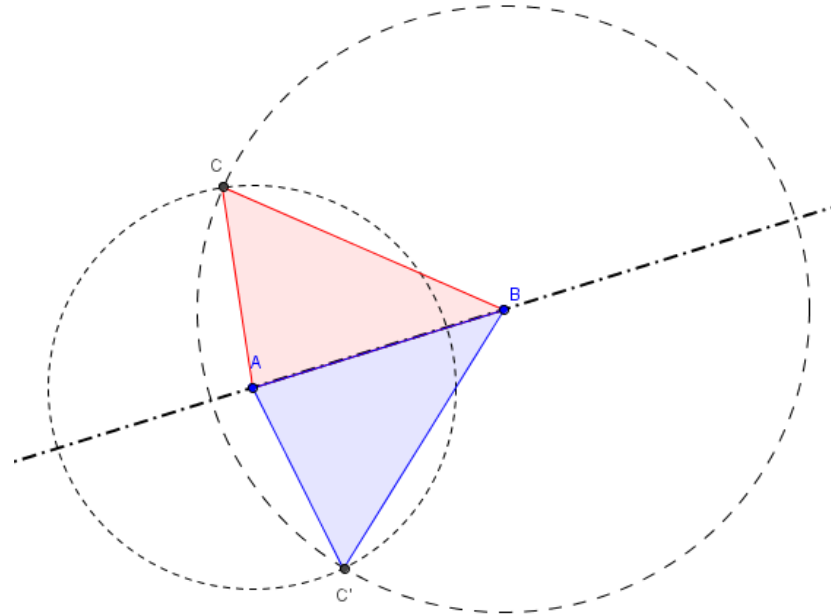
On considère un nœud comme « référence »

Sans valeurs « orientées », il existe des symétries

Une hypothèse sur $[AB]$ permet d'avancer dans la résolution des θ

Distances et estimation des positions

On cherche à déterminer l'amplitude et la direction relative des vitesses de chaque nœud



On cherche (x_i, y_i) à partir des diverses distances d_{ij} entre nœuds

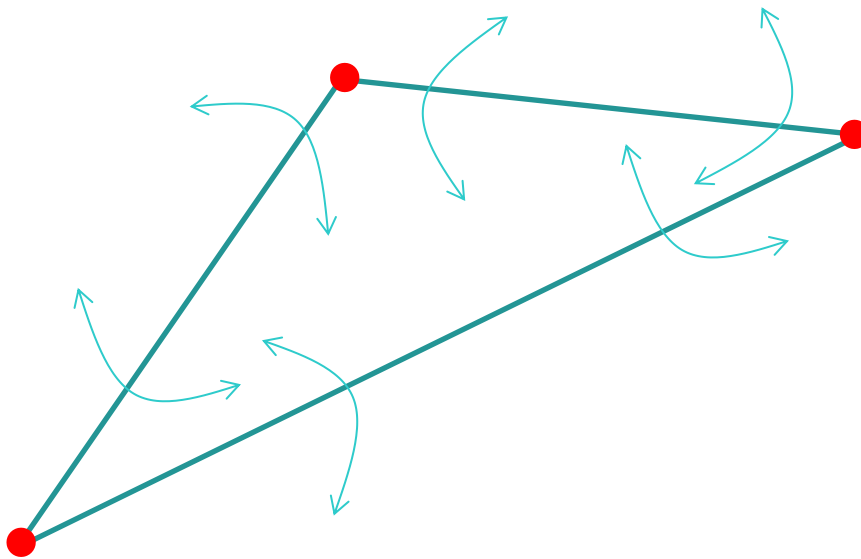
Toutes les distances et les coordonnées sont « relatives »

On peut calculer (x_i, y_i) avec ambiguïté

On revient à un cas classique si certains nœuds sont « absolus »

Analyse de la déformation d'un réseau

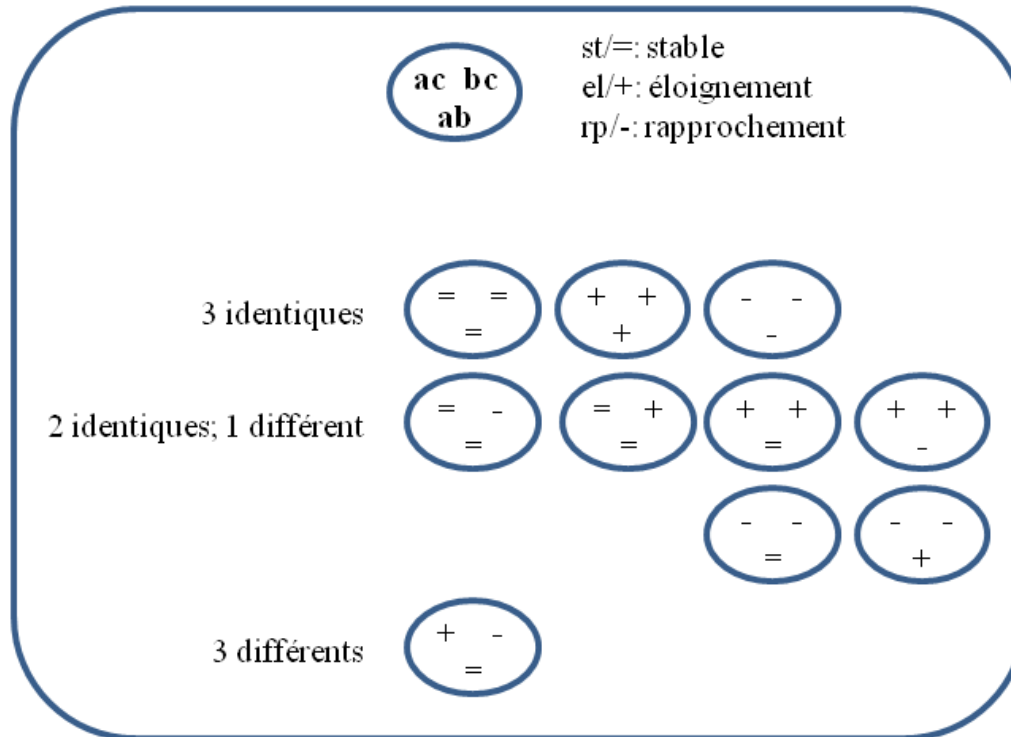
On souhaite simplement savoir comment le réseau se « déforme »



*Mesures Doppler donnant « éloignement », « rapprochement » ou
« stabilité » de la distance entre deux nœuds
On ne cherche ni des angles, ni des positions
Il existe de nombreux cas similaires si on ne privilégie personne*

Analyse de la déformation d'un réseau

On souhaite simplement savoir comment le réseau se « déforme »



Les mesures permettent de connaître l'ampleur des déformations ...
... si nécessaire !

Il faut ensuite « propager » les déformations
Si ancrés, possibilité de revenir à des positions ?

Conclusion - Perspectives

Le foisonnement des technologies est-il utile ?

Non

*Industriels, foncez !
Universitaires, allons à la pêche !*

Oui/Peut-être

Pour quoi faire ?

*Ne serait-il pas plus efficace de s'organiser ?
Exploiter les forces de chacun plutôt que les faiblesses des autres*

Orientée applicatif ?

Orientée scientifique ?

Intérêt d'approches « relatives » ?