

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

Nel SAMAMA

Groupe Navigation  
INSTITUT Mines-Telecom

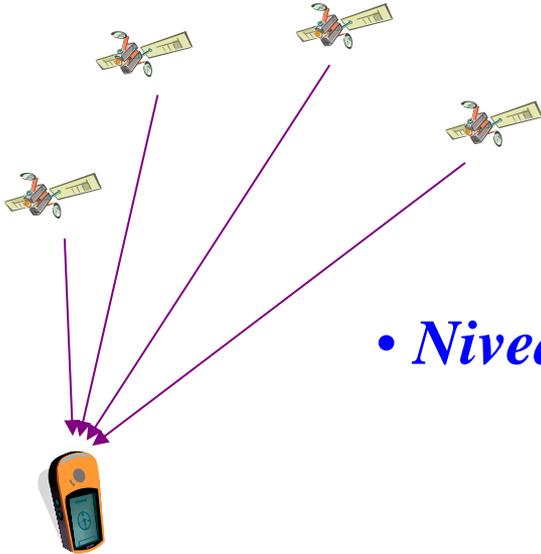
# Les nouveaux utilisateurs

*Omniprésence du GPS ... et de GLONASS ou Galileo ... et Beidou ?*



Le problème à résoudre: la **continuité** de la localisation

## 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*

*Navigation Group*

*De nombreuses solutions ont été proposées*

*Source: Global Positioning, Wiley*

<b>Techniques</b>	<b>Indoors</b>	<b>Outdoors</b>
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

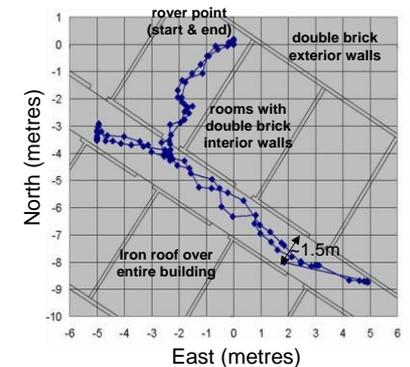
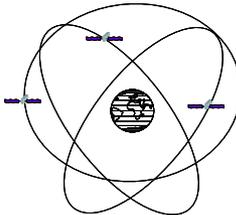
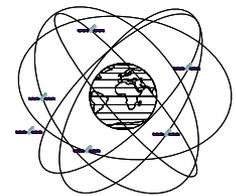
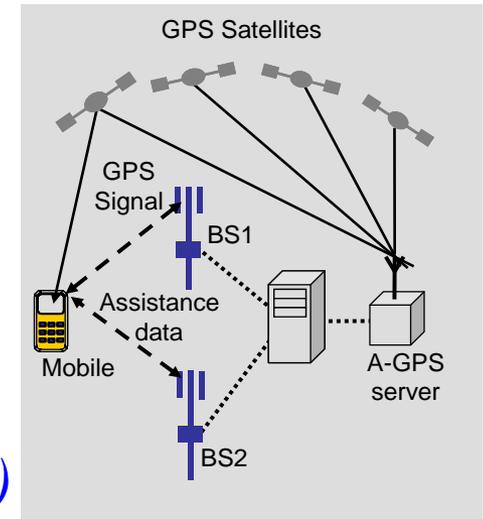
- Récepteurs Haute Sensibilité (HS-GNSS)

- 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

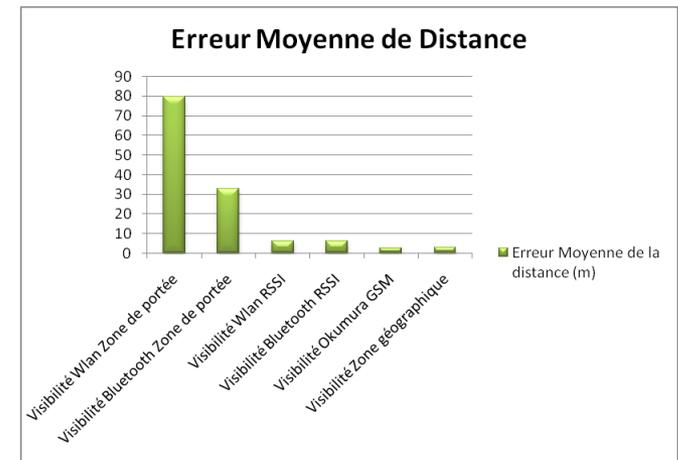
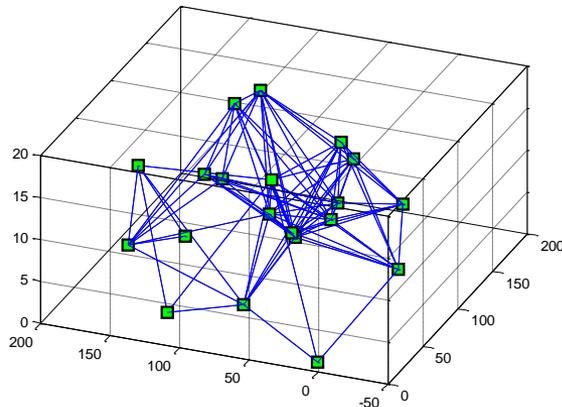


Utilisation de diverses  
« technologies »

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

Choix d'une densité de nœuds de diverses technologies

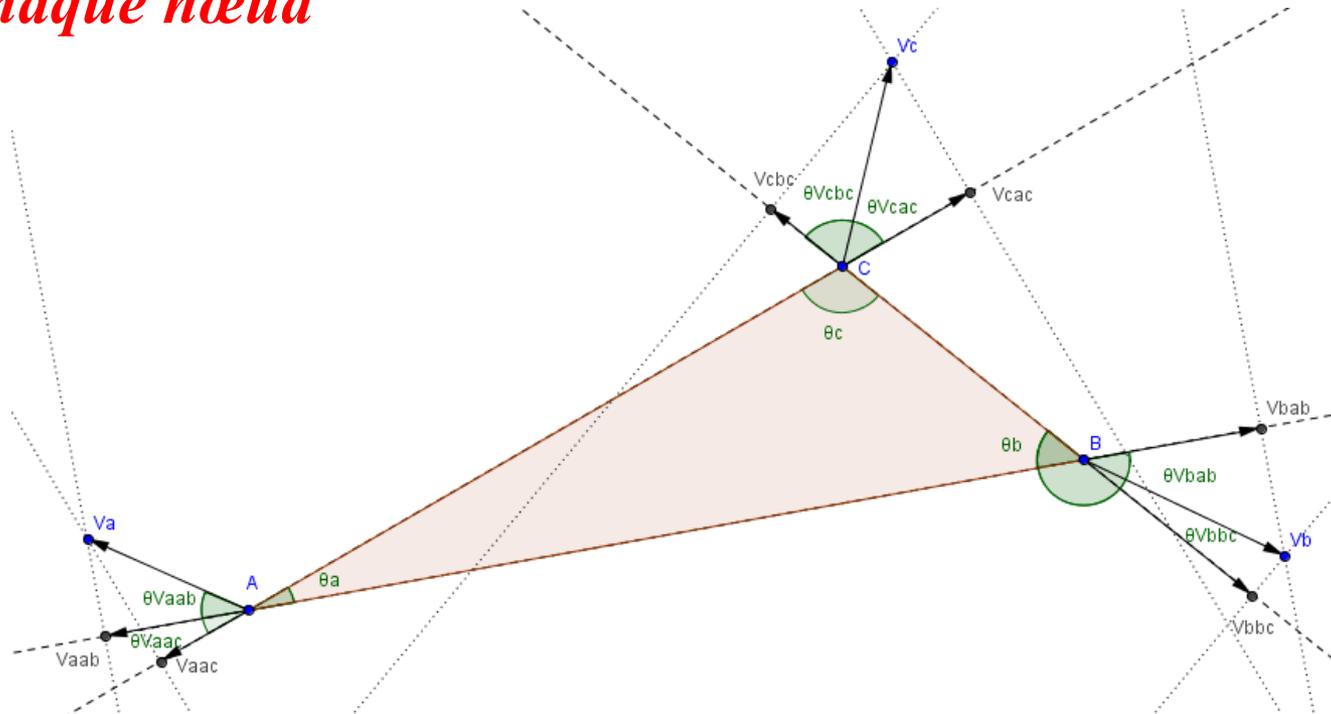
Graphe géographique estimé et liens





# 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  $V_{ijk}$*

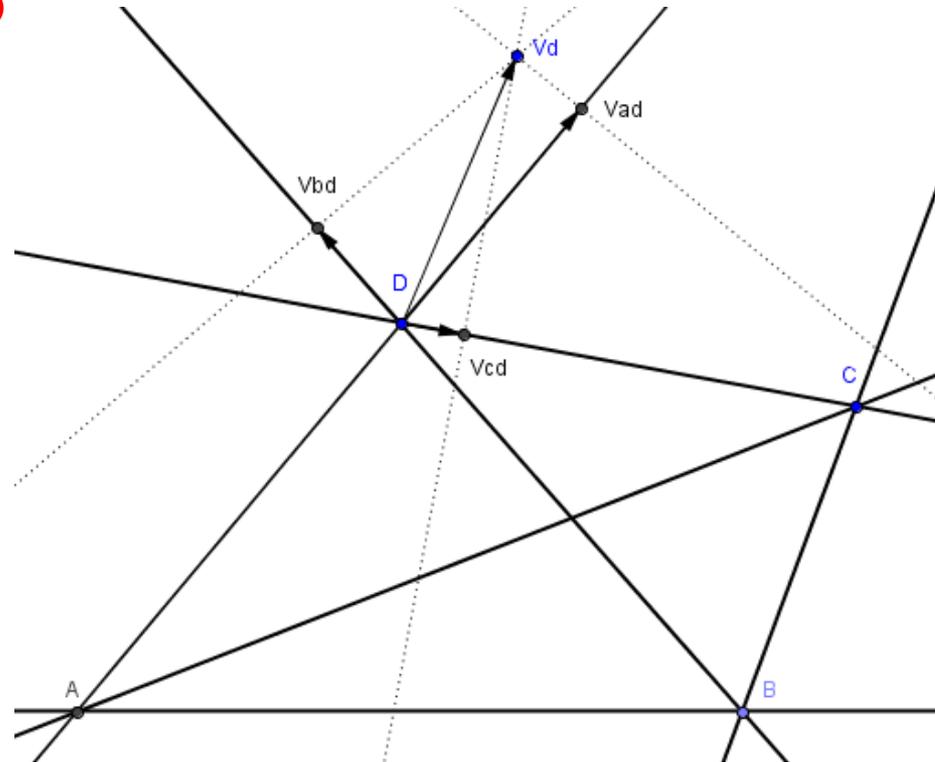
*Il existe de nombreuses symétries*

*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)*

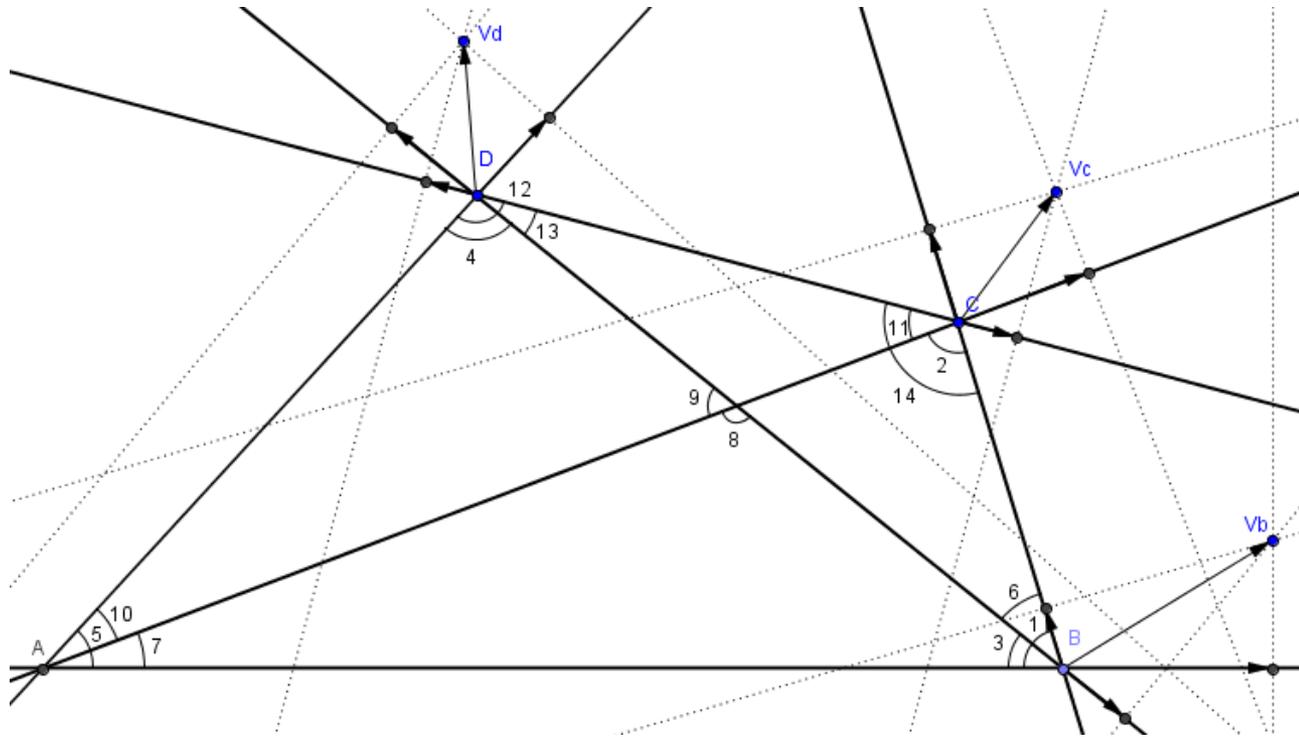


*On cherche  $(x_D, y_D)$  à partir des diverses projections  $V_{id}$  et des coordonnées  $(x_i, y_i)$  des points fixes*

*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  $\theta_i$  à partir des diverses projections  $V_{ijk}$*

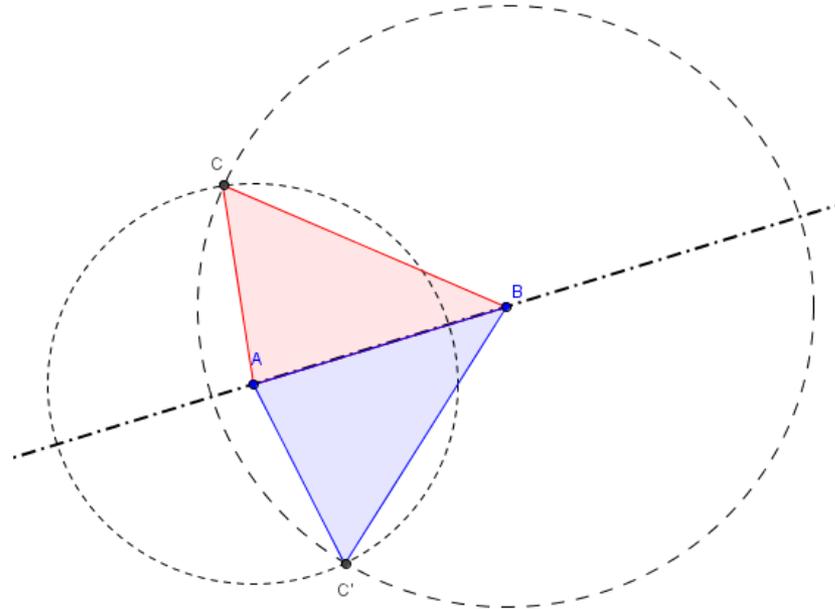
*On considère un nœud comme « référence »*

*Sans valeurs « orientées », il existe des symétries*

*Une hypothèse sur  $[AB]$  permet d'avancer dans la résolution des  $\theta$*

# *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*

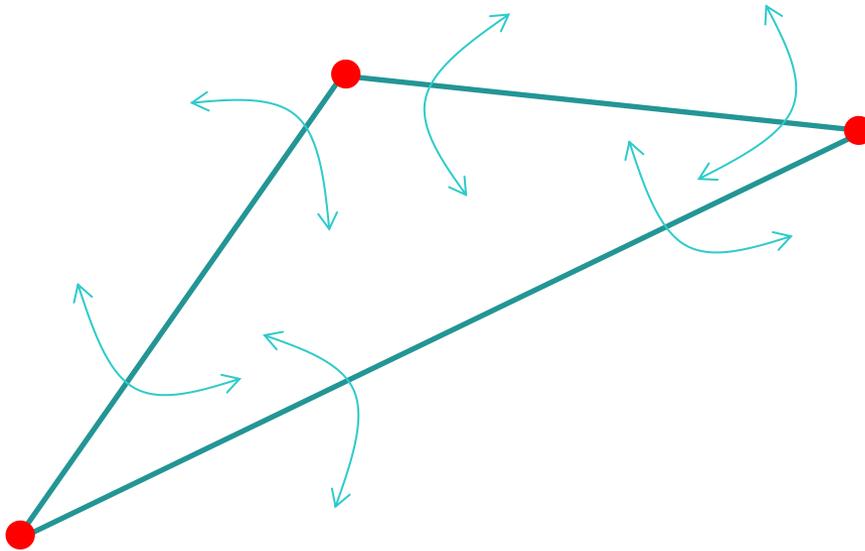
*Toutes les distances et les coordonnées sont « relatives »*

*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*

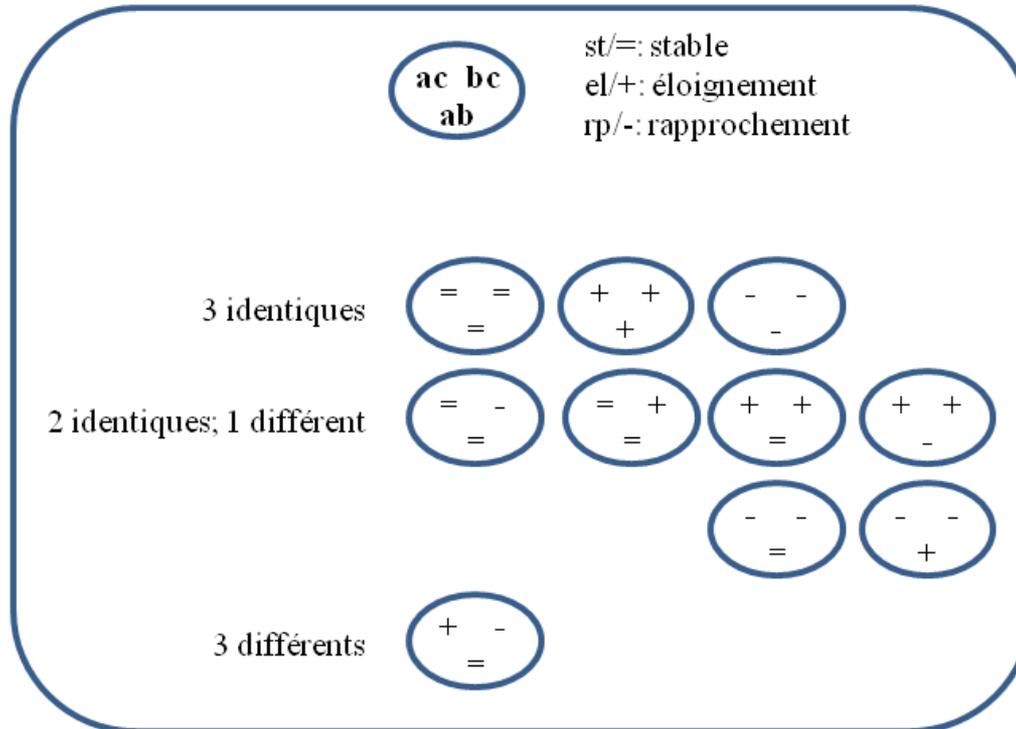
*On souhaite simplement savoir comment le réseau se « déforme »*



*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 » ?*