



# La géolocalisation

ou comment localiser quelque chose/quelqu'un quelque part

le **cnam**

Olivier Maridat – 20 octobre 2011

# Aperçu

- Présentation
  - Qui suis-je ?
  - Trialog
- La géolocalisation
  - La géolocalisation en général
  - Différentes méthodes de géolocalisation
- Cas concrets
- Et la vie privée dans tout ça ?

# Présentation

## Partie 1



# Qui suis-je ?

- Olivier Maridat
- 2011 : ENSIIE – CNAM Master SEM
- Stage à Trialog
  - sur la protection de la vie privée
  - et donc la géolocalisation

# Trialog

- Conseil, étude et ingénierie
- Etude et développement
  - l'électronique automobile et grand public
    - *voitures communicantes Renault*
  - les télécommunications,
  - la domotique
    - *EHS, MonAMI*
  - et la distribution d'énergie
    - *Linky : compteurs intelligents EDF*
- Projets industriels / Projets européens
- Stage ?

# Pendant ce cours...

- Vous connaissez des choses sur la géolocalisation...
  - repartir du début pour formaliser tout ça,
  - et aller plus loin !
- Des questions, des remarques ? N'hésitez pas !

# La géolocalisation

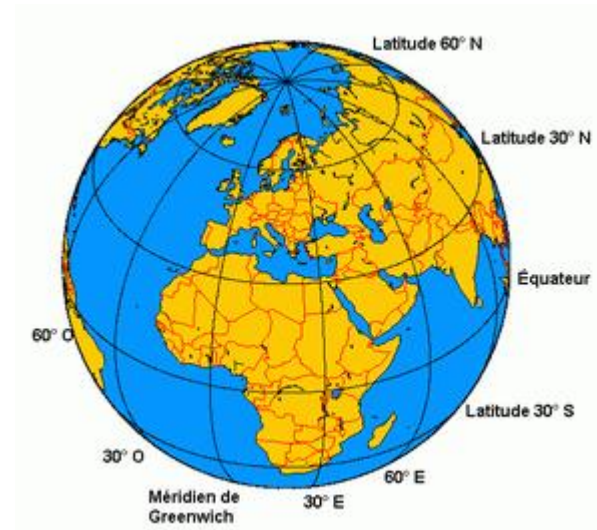
## Partie 2

- Définition
- Exemples d'utilisation
- Formalisation des concepts
  - Géolocalisation logique, physique, conceptuelle
  - Conversions
  - Ontologie
- Méthodes de géolocalisation



# Définition

- Géolocaliser
  - situer une position à la surface d'une planète...
    - généralement la planète Terre !
  - très souvent à l'aide de coordonnées géographiques
    - Latitude
    - Longitude
    - Altitude

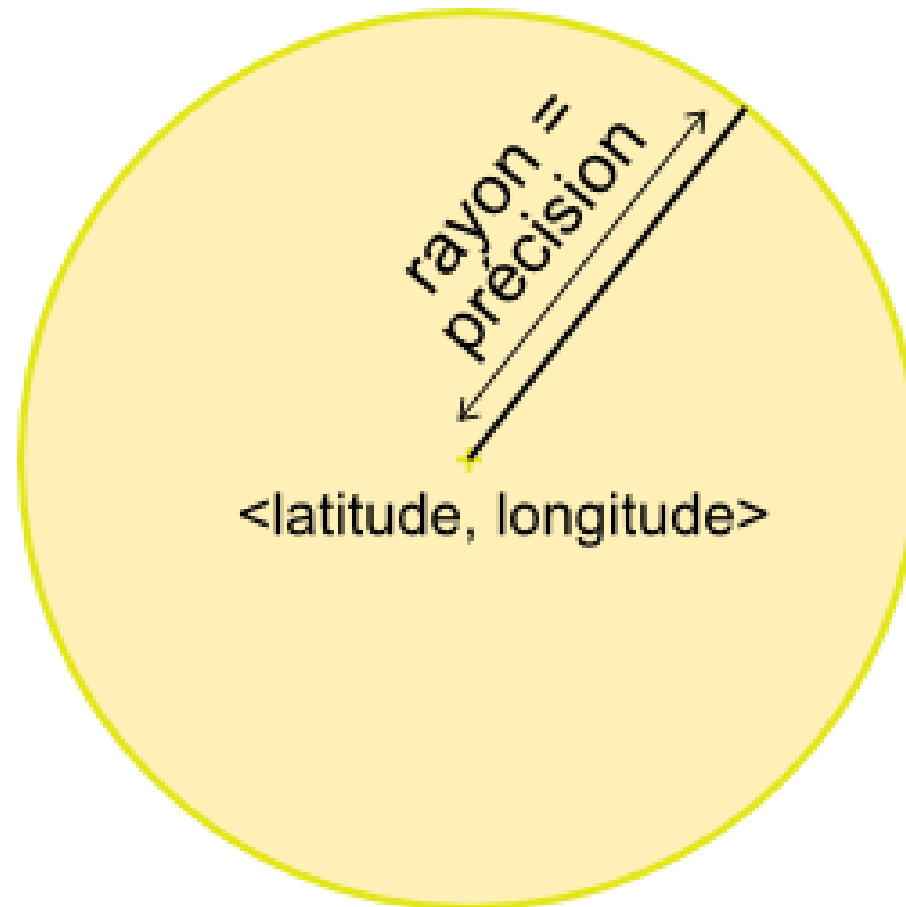




En réalité



# En réalité : un cercle



# Exemples d'utilisation

- Navigateurs GPS
- Services Internet
  - Foursquare
  - Gowala
  - Facebook, Google, Twitter, ...
- Retrouver des voitures volées
- Terrains de golf
- Grands magasins
- Jeux pervasifs
- ...

# Données de géolocalisation

## 1. Brutes :

- données renvoyées par le capteur

## 2. Logiques :

- latitude, longitude, altitude

## 3. Physiques :

- adresse postale (ex : 292, rue Saint-Martin - 75003 Paris)

## 4. Conceptuelles

- nom du lieu (ex : « Le CNAM », « Chez moi ! »)

# Conversions : Géocodage - Géocodage inverse

**Geocoding**

3 et 4

Données  
physiques et  
conceptuelles



2

Données  
physiques

**Reverse geocoding**

2

Données  
logiques



3 et 4

Données  
physiques et  
conceptuelles

# Conversions : Géocodage - Géocodage inverse

- Comment ça marche ?
  - Bases de données liant
    - des données logiques (latitude, longitude, ...)
    - et des données physiques ou conceptuelles (adresse, nom de lieu)
- Concrètement : comment géocoder ?
  - Créer sa propre base de données de connaissances
  - OU
    - Google Maps Geocoding API
    - Openstreetmap
    - et d'autres

# Google Maps Geocoding API

- Exemple : 1600 Amphitheatre Parkway, Mountain View, CA
- Réponse de Google Maps Geocoding API

```
"types": [ "street_address" ],
"formatted_address": "1600 Amphitheatre Pkwy, Mountain
  View, CA 94043, USA",
"address_components": [
  {
    "long_name": "1600", "types": [ "street_number" ], ...
  },
  {
    "long_name": "Amphitheatre Pkwy", "types": [ "route"
  ], ...
  },
  ...
],
"geometry": {
  "location": {"lat": 37.4219720, "lng": -122.0841430},
  ...
}
```

# Géolocalisation logique

Libellé	Unité	Intervalle	Description
latitude	degré	[-90, 90]	Angle formé par l'équateur et la position à localiser par rapport au centre de la Terre
longitude	degré	[-180, 180]	Angle formé par le méridien de Greenwich et la position à localiser par rapport au centre de la Terre
précision	mètre	$\geq 0$	Puisque l'on effectue une mesure, celle-ci est plus ou moins précise. La véritable position de l'utilisateur est donc quelque part dans le cercle de centre <latitude, longitude> et de rayon « précision »
altitude	mètre		Altitude de la position à localiser par rapport au niveau de la mer
<i>vitesse</i>	<i>mètre / seconde</i>		<i>Vitesse du déplacement s'il y en a un</i>
<i>timestamp</i>			<i>Date de la mesure</i>



# Géolocalisation physique : extérieur

<b>Libellé</b>	<b>Description</b>	<b>Exemple</b>
Country	Le pays	France
State	Correspond à la région	Ile-De-France
County	Correspond au département	Essone
District		
City	La ville	Evry
SubLocality		
Zip	Le code postal	91000
Street	La rue	Boulevard de l'Yerres
House No	Le numéro de la rue	9
OverlapWidth	Distance de recouvrement	

# Géolocalisation physique : intérieur

<b>Libellé</b>	<b>Description</b>	<b>Exemple</b>
Building	Nom du bâtiment	Bâtiment 21
Floor	Nom ou numéro de l'étage dans le bâtiment	2
Room	Nom ou numéro de la pièce dans le bâtiment	23
Corridor	Nom ou numéro du couloir dans le bâtiment	
OverlapWidth	Distance de recouvrement	

# Géolocalisation conceptuelle

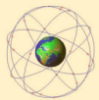
- Pas de formalisation a priori
- Formalisation possible au cas par cas
  - Grands magasins : étage, type de magasin, ...
- Nécessite la création d'une base de données de connaissances

Comment géolocaliser  
quelqu'un, quelque chose ?

**Des idées ?**



# Méthodes de géolocalisation



**GPS**



**GSM**



**Wi-Fi**



**Bluetooth**



**Adresse IP**



**MAC des cartes réseaux**



**Tag RFID actif**



**QrCode, FlashCode, Tag RFID passif**

Légende :

**Pas de connaissances a priori**

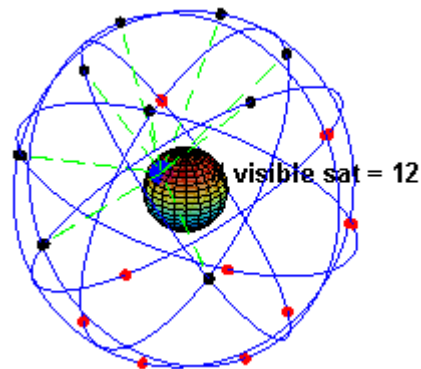
**Connaissances a priori requises**

# GPS

- GPS = *Global Positioning System*
- Conçu par le département de la défense américaine
- Ouvert aux civils en 1995
- Communications directes avec des satellites via un capteur GPS pour se localiser
  - Code spécifique pour les militaires et les civils
- « Concurrents »
  - GLONASS : système Russe
  - Galileo : projet Européen (disponible en 2014 ?)

# GPS

- Au moins 24 satellites à 20 200 km d'altitude
- Le capteur GPS doit communiquer avec au moins 4 d'entre eux pour trouver sa position



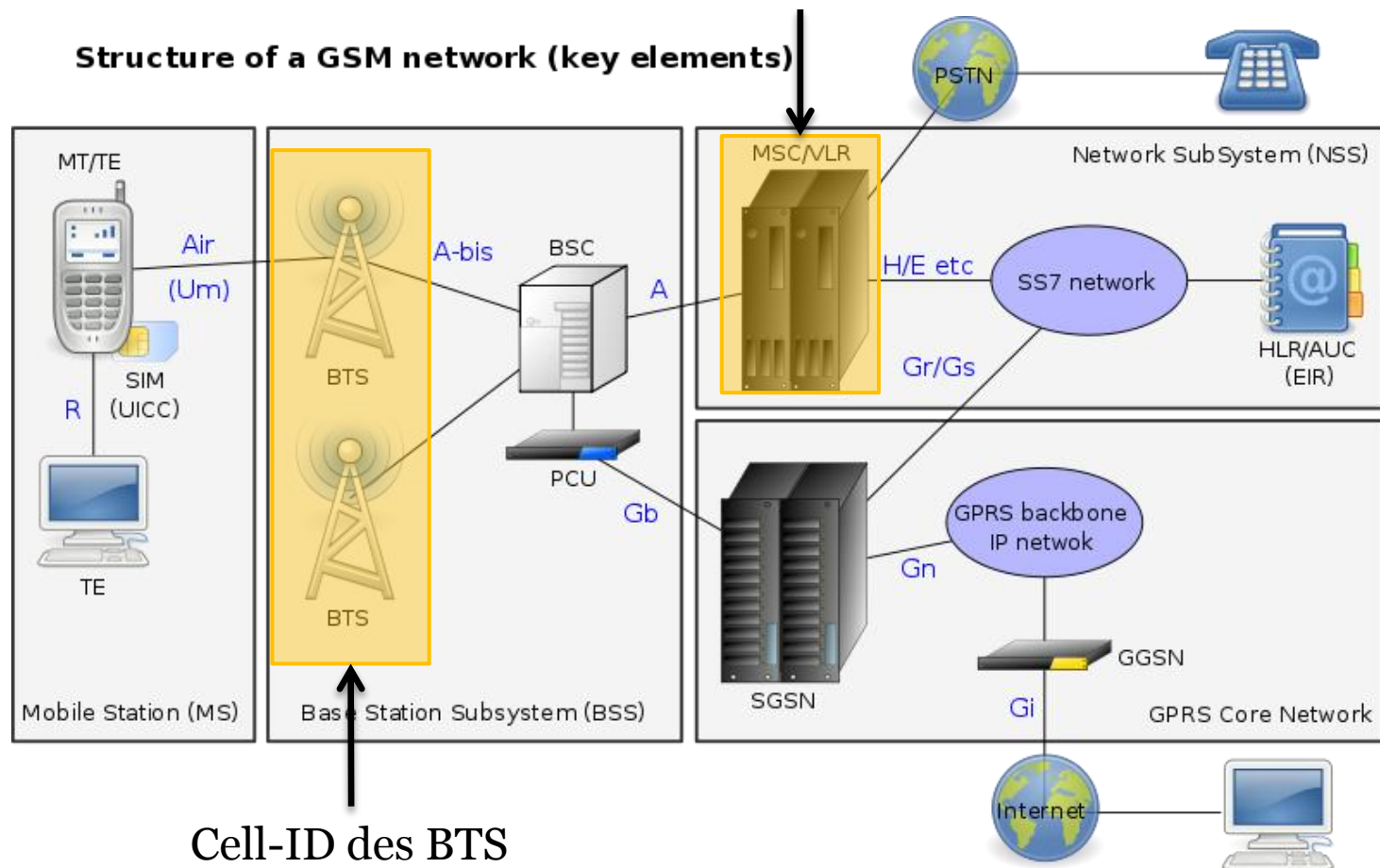
# GPS

- Précision : quelques mètres, c'est très précis !
- Ne fonctionne pas en intérieur



# GSM

## LAC (Location Area Code) des VLR



# GSM



- La localisation des BTS et des VLR est bien connue
- Base de données de connaissances
  - Cell-ID et LAC
  - localisation associée
- Exemple : OpenCellID

# GSM

- Comment géolocaliser ?
  - En écoutant les BTS à proximité (Cell-ID, LAC, puissance de réception, orientation de la réception)
  - Comparaison à la base de données de connaissance
- Précision générale : 100-700 mètres (milieu urbain) à plusieurs kilomètres (milieu rural)
- Utilisable en intérieur



# Méthodes GSM : 1 station

## Cell-ID ou « Cellule d'origine »

- La localisation sélectionnée est celle de la BTS actuellement utilisée. (celle qui répond le plus vite)
- Simple, rapide (moins de 5 secondes) mais peu précis.

## Enhanced Observed Time Difference ou EOTD

- Principe similaire mais en se basant sur le temps d'émission/réception du signal pour déterminer une distance approximative entre la source et la BTS.
- Un peu plus précis

Précision : 100-700 m en milieu urbain, 10 km en milieu rural

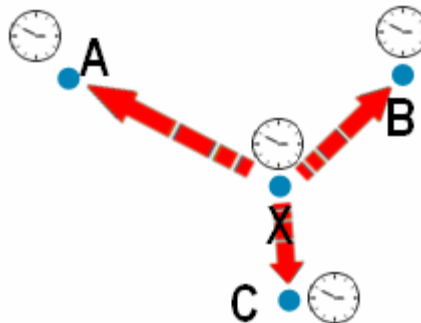
# Méthodes GSM : plusieurs stations

## Time of Arrival ou « Heure d'Arrivée » ou ToA

- Triangulation
- La source émet un signal daté et les récepteurs datent l'heure d'arrivée du signal. Un système de géolocalisation se base sur ces informations pour positionner la source.

## Time Difference of Arrival ou « Différentiel d'arrivée » ou TDoA

- Triangulation
- Principe similaire mais avec un signal émis non daté. Le système de géolocalisation détermine la position de la source en fonction de la différence des temps d'arrivée.

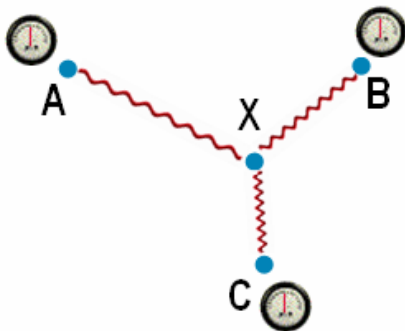




# Méthodes GSM : plusieurs stations

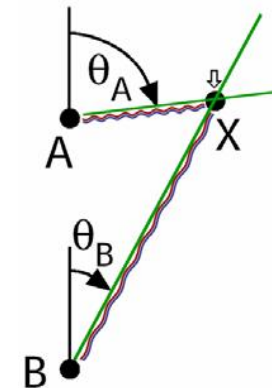
## Received Signal Strength ou « Puissance du Signal Reçu » ou RSS

- Triangulation
- La source émet un signal et les récepteurs calculent la puissance du signal reçue. Un système de géolocalisation se base sur ces informations pour positionner la source.



## Angle of Arrival ou « Angles d'Arrivée » ou AoA

- Triangulation
- La source émet un signal et les récepteurs calculent l'angle de réception du signal. Un système de géolocalisation se base sur ces informations pour positionner la source.





# Méthodes GSM : plusieurs stations

## *Patterning* ou « *Modélisation* »

- Modéliser l'ensemble des lieux en effectuant des mesures à chaque « point de localisation ». On compare ensuite les mesures de la source à cette base de connaissance.
- Long, coûteux, mais efficace

## *Fingerprinting* ou « *Empreinte Radio* »

- Principe similaire mais en utilisant RSS.



## Méthodes GSM : plusieurs stations

- Précision : 100-150 m en milieu urbain, 5 km en milieu rural
- Un peu plus long à calculer (plus de 5 s ?)
- Nécessite une certaine intelligence dans le carte SIM



# Wi-Fi



- Base de données de connaissances des points d'accès Wi-Fi
  - BSSID : correspond à l'adresse MAC du point d'accès
- Création d'une base de données
  - écoute des points d'accès
  - enregistrement de leur BSSID (si besoin SSID)
  - association à une localisation pour l'émission la plus forte
- Exemple : Skyhook, Google
- Affaire « Google Cars »

# Wi-Fi



- Comment géolocaliser ?
  - En écoutant les points d'accès à proximité (BSSID, puissance de réception)
  - Comparaison à la base de données de connaissance
  - Méthode « Différentiel d'arrivée » (TDoA) ou « Puissance du signal reçu » (RSS)
- Précision supérieure à 200 mètres
- Voire 4-5 mètres pour une géolocalisation spécifique à un bâtiment
- Utilisable en intérieur

# Le grand mix

- Constat
  - méthodes avec des précisions variables
  - Et des durées de traitement variable
- Solution envisageable
  - GPS + Wi-Fi + GSM
  - Appelé « Network » sous Android

# Cas concrets

## Partie 3



# Sous Android

- **GPS**
  - Traitement long et consommateur de batterie
  - API solide pour éviter ces problèmes
- **Wi-Fi**
  - Traitement rapide permettant de récupérer les SSID et BSSID des points d'accès Wi-Fi alentours.
  - Résultats variables
- **Cell-ID**
  - Traitement rapide permettant de récupérer les Cell-ID et les LAC (Location Area Code) alentours
- **Network (GPS+Wi-Fi+GSM)**
  - Traitement relativement long mais particulièrement précis
  - API identique à celle du GPS

# Android : tests géolocalisation



# Sous Android

- Autoriser la géolocalisation dans le fichier de configuration « Manifest » de l'application

```
<uses-permission  
    android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION"  
>
```

# Android : GPS et Network

```
LocationListener locationLstnr = new LocationListener() {  
    public void onLocationChanged(Location location) {  
        // Affichage et utilisation  
    }  
    ...  
};
```

```
LocationManager locationManager = (LocationManager)  
    this.getSystemService(Context.LOCATION_SERVICE);  
locationManager.requestLocationUpdates(  
    LocationManager.NETWORK_PROVIDER,  
    0, 0,  
    locationManager);
```



# Android : GPS et Network

- Pour éviter les temps d'attentes et la consommation excessive de batterie
  - Le traitement s'effectue à l'aide d'un « Service Android », c'est-à-dire dans un nouveau thread automatiquement
  - Selon les cas : configurer la précision requise
  - Utiliser tout de suite « `getLastKnownLocation` » et attendre un résultat plus précis

# Android : Wi-Fi

```
WifiManager wifiMngr = (WifiManager)
    getSystemService(Context.WIFI_SERVICE);

List<ScanResult> scanResults = wifiMngr.getScanResults();
for(ScanResult scanResult : scanResults) {
    // Affichage et utilisation
    scanResult.BSSID;
}
```

# Android : Cell-ID

```
TelephonyManager telMngr = (TelephonyManager)  
    getSystemService(Context.TELEPHONY_SERVICE);
```

```
GsmCellLocation gsmCellLocation = (GsmCellLocation)  
    telMngr.getCellLocation();
```

```
// Affichage et utilisation
```

```
gsmCellLocation.getCid();
```

```
gsmCellLocation.getLac();
```

# Android : tests géocodage inverse



# HTML5 : Geolocation API

- API Javascript standardisée par le W3C
- Pour géolocaliser à un instant t
  - `getCurrentPosition`
- Et suivre les déplacements
  - `watchPosition`
- Données
  - latitude, longitude, accuracy
  - Facultativement : altitude, vertical accuracy, heading, speed, timestamp

# HTML5 : Geolocation API



# HTML5 : Geolocation API

```
var options = { enableHighAccuracy: true };
function on_success(position) {
    var latitude = position.coords.latitude;
    var longitude = position.coords.longitude;
    var accuracy = position.coords.accuracy;
    // affichage
}
function on_error(error) {
    // erreur
}

if (navigator.geolocation) {
    navigator.geolocation.getCurrentPosition(
        on_success,
        on_error,
        options
    );
}
else {
    alert('Geolocation API non disponible');
}
```

# Et la vie privée dans tout ça ?

Partie 4

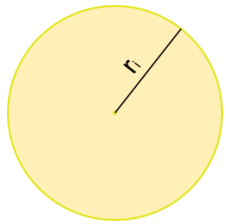




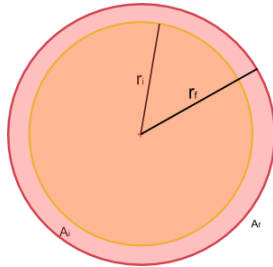
# Obscurcissement de données

- Réduire la teneur en informations personnelles
  - Ex : 48, rue des Lilas, 75008 Paris, FRANCE
  - Niveau d'obscurcissement
- But
  - Éviter « tout ou rien »
  - Accéder à des services utiles en protégeant sa vie privée
- Moyen d'y parvenir
  - À chaque type de données son algorithme et son niveau d'obscurcissement

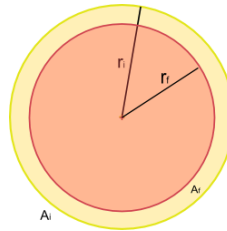
# Obscurcir une géolocalisation



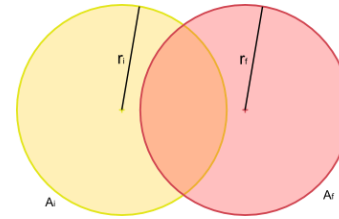
Géolocalisation  
mesurée



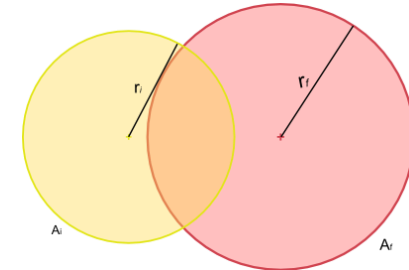
Augmentation  
du  
rayon



Réduction  
du  
rayon



Déplacement  
du  
centre



Combinaison

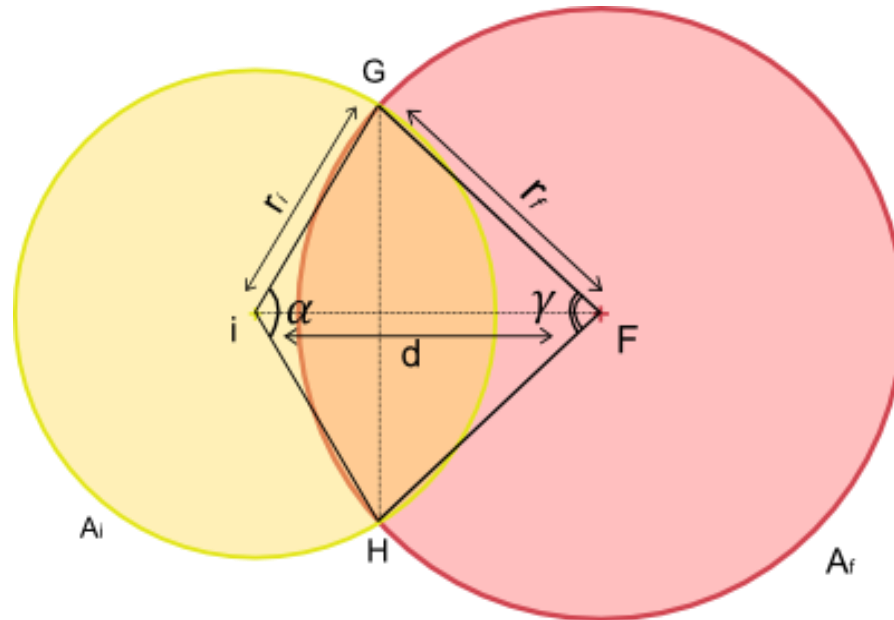
## Niveau d'obscurcissement $L$ :

Le cercle final :

- formera  $L\%$  du cercle initial, OU
- contiendra  $L\%$  du cercle initial

# Systeme d'equations à résoudre

$$\begin{cases} r_i \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = r_f \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right) \\ r_i^2(\alpha - \sin(\alpha)) + r_f^2(\gamma - \sin(\gamma)) = (\pi \times \text{obfuscation level} \times r_f^2) \\ d = r_i \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + r_f \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) \end{cases}$$



Pour conclure

C'est bientôt fini

# Géolocalisation

- De plus en plus utilisé
  - Enjeux économiques (industrie, société de consommation)
  - Enjeux humains (protection de la vie privée)
- De multiples méthodes de géolocalisation
  - à précision variable
  - à coût variable
- Technologie démocratisée et facilement utilisable

Des questions ?

Merci de votre écoute !