

---

# Les réseaux de capteurs

---

Préparé par

Elhdhili Mohamed Elhoucine

---

# PLAN

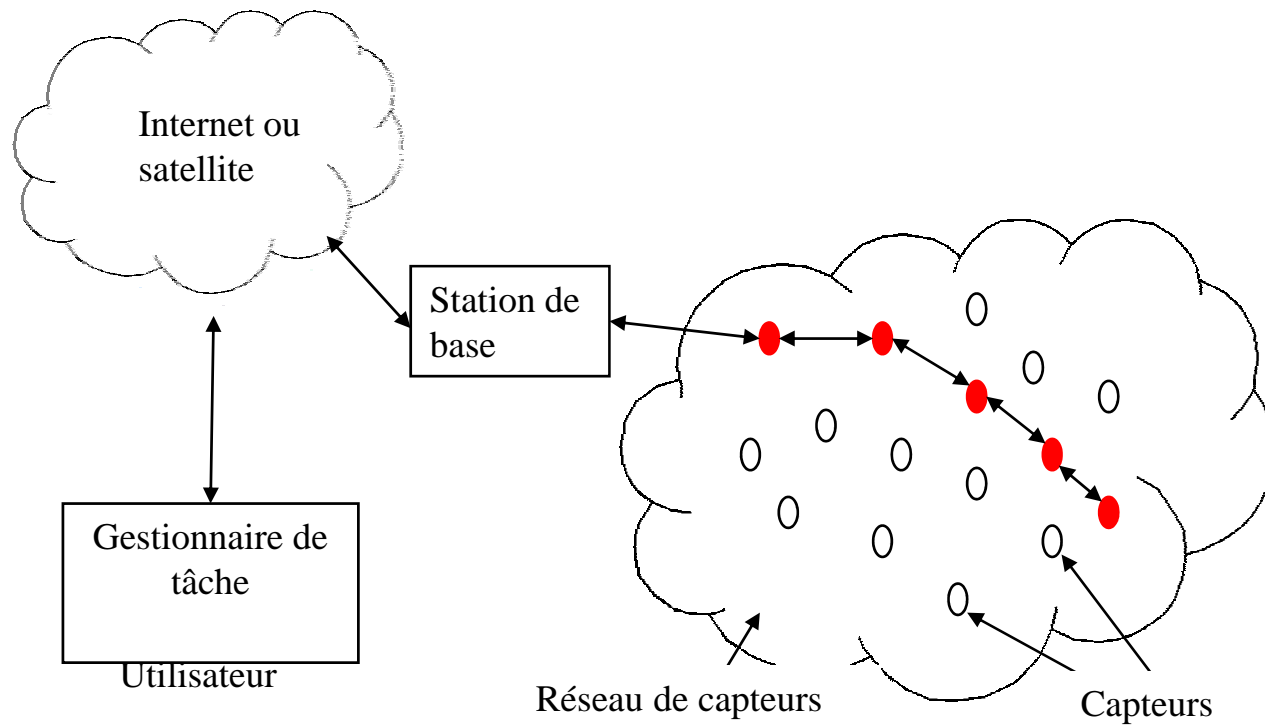
- Définition
- Applications
- Caractéristiques et contraintes
- Comparaison entre réseaux de capteurs et réseaux ad hoc.
- Routage dans les réseaux de capteurs
- Conclusion

---

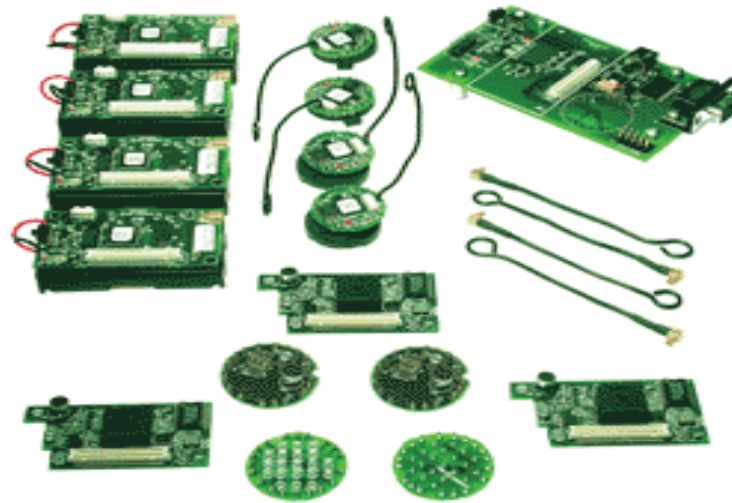
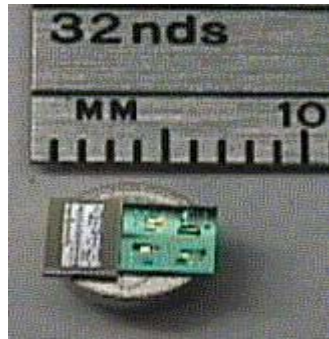
# Les réseaux de capteurs

- C'est quoi ?
  - Un réseau de nœuds sans fils dédiés à une application
- Pourquoi faire ?
  - Acquérir des données
  - Traiter / agréger
  - Transmettre à la station de base

# Les réseaux de capteurs



# Capteurs



---

# Applications

Déploiement des réseaux de capteurs dans différents domaines:

- Applications environnementales
- Application médicales
- Applications militaires
- Applications commerciales
- ...

---

# Applications environnementales

- Surveillance d'habitat: habitat monitoring
- La détection des feux dans les forêts
- L'agriculture de précision « precision agriculture
- Systèmes de prédiction et observation de l'environnement

---

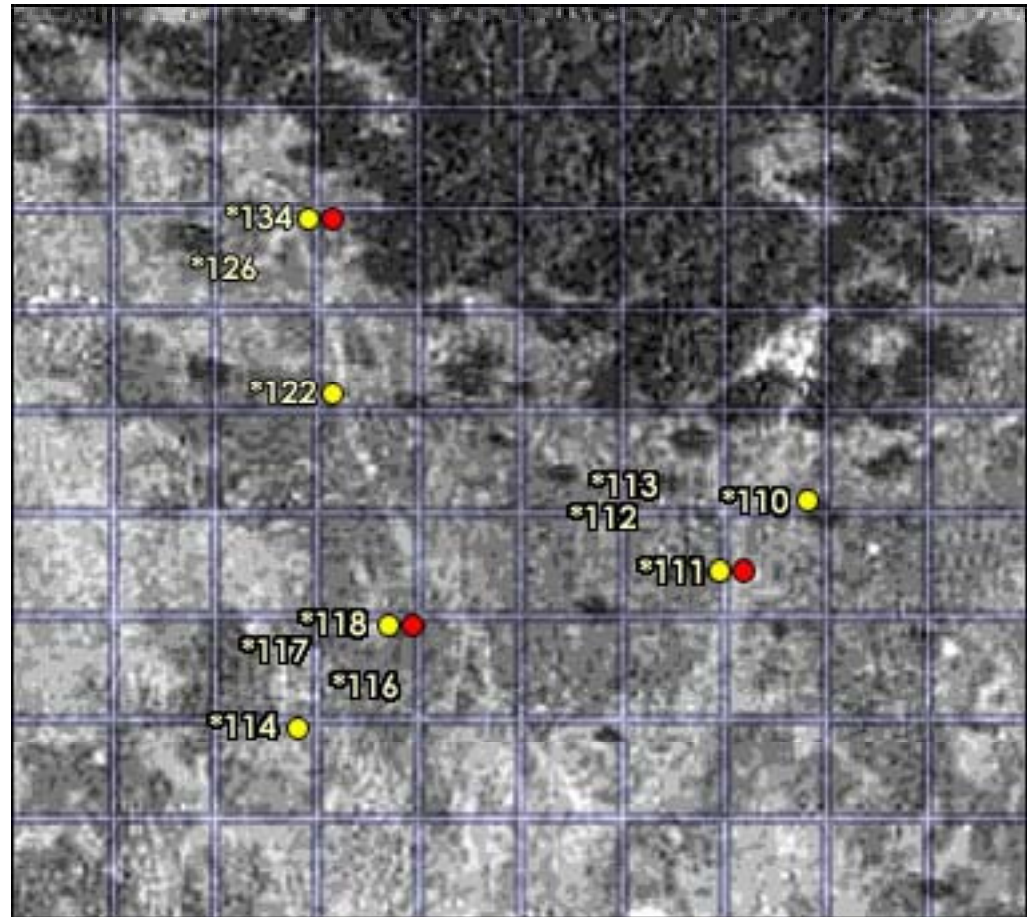
# Exemple: Surveillance d'habitat

- Déploiement dans les parcs nationaux, les îles, etc.
- Assurer la couverture de larges étendues pendant de longues périodes.
- Détecter les variations microclimatiques.
- Surveiller le comportement animal
- Reporter les événements inusuels ou saisonniers tel que la migration des oiseaux.
- Détecter les états d'urgence tel que les feux ou la contamination des eaux ou des sols.
- ...



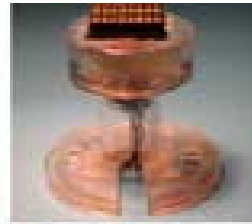
# Example: GreatDuckIsland

- = microphone
- = camera



# Applications médicales

- Le suivi et la surveillance des médecins et patients dans les hôpitaux
- La télésurveillance médicale
- Diagnostique des maladies
- ...



DEPIC: Détecteur précoce d'infection cutanée en Dialyse Péritoneale



Microcapteur non invasif d'étude du système nerveux autonome



Forceps intelligent et sécurisé à capteurs de pression d'interface



Microcapteur pour l'étude de la phonation

---

# Applications militaires

- La surveillance de champs de bataille
- La surveillance des forces alliées, des équipements et des munitions
- Reconnaissance et détection des attaques nucléaires, biologiques et chimiques
- ...

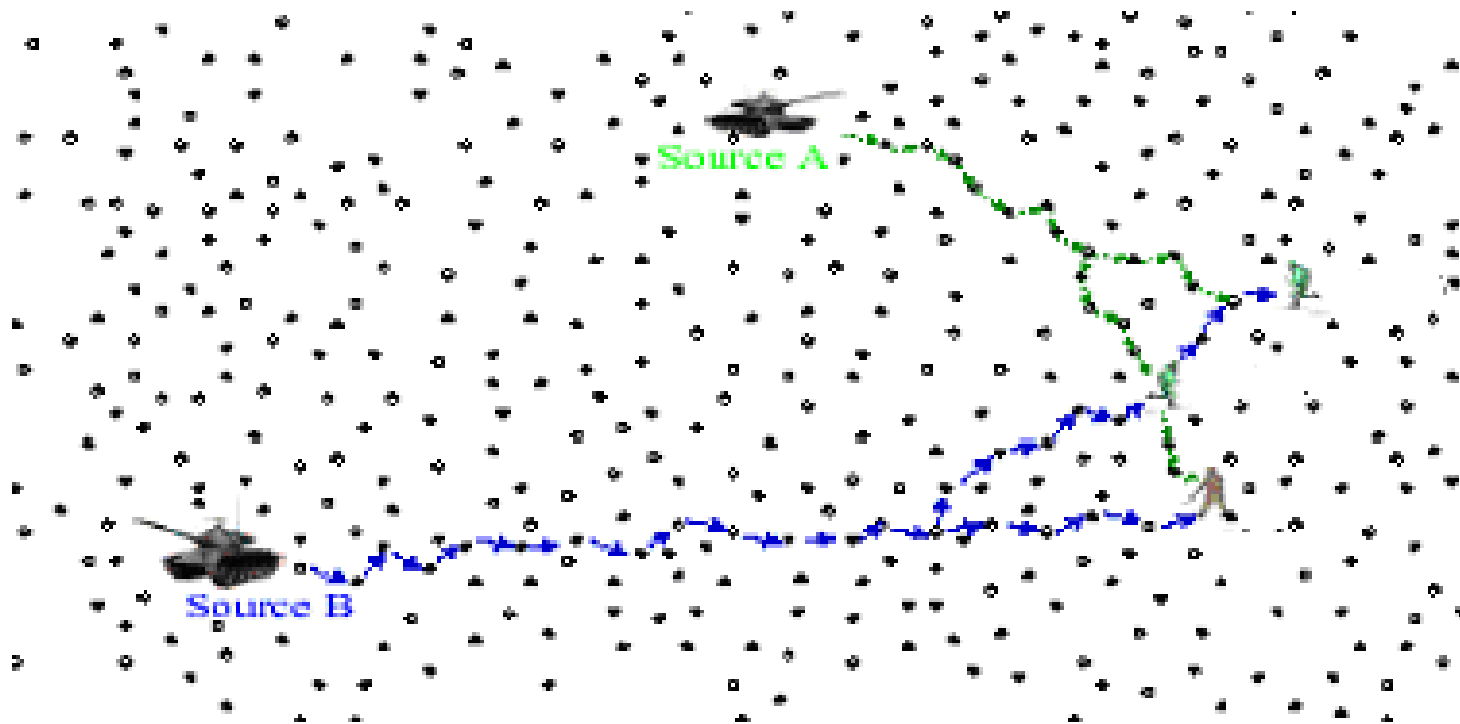
---

## Exemple: Surveillance

- Reporter les mouvements des troupes et chars de combat ennemis
- Munir les soldats de données sur les positions des ennemis.
- Fournir des données sur les dégâts causés par les batailles.
- ...

---

# Exemple: Surveillance



---

# Applications commerciales

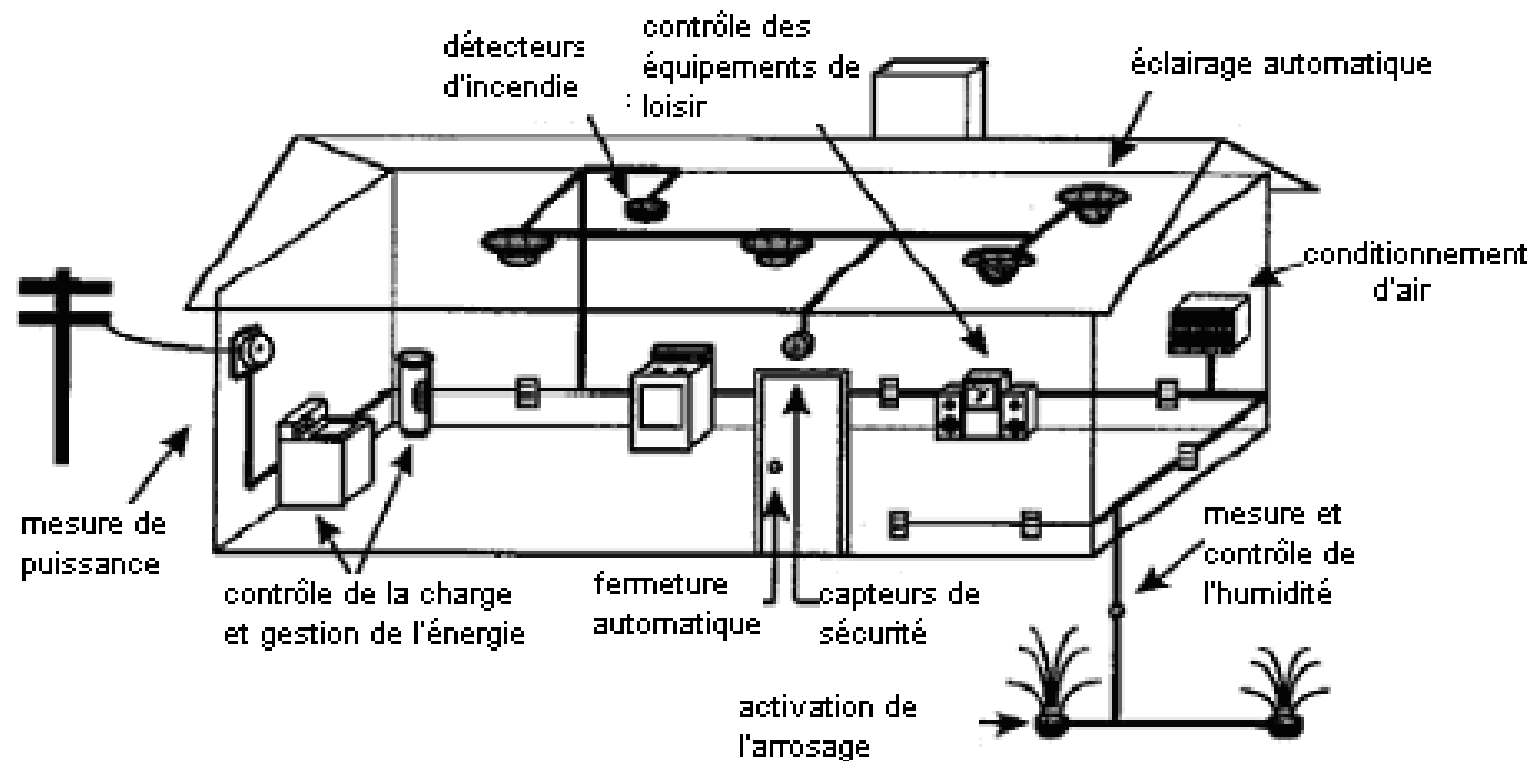
- Les maisons intelligentes « smart homes »
- La surveillance et le contrôle du trafic routier « traffic control and monitoring »
- La détection d'intrusion « intrusion detection »
- Les musées interactives
- La gestion de stock

---

# Exemple: Les maisons intelligentes

- Utiles pour les personnes handicapées ou même ordinaires.
- Assurer la sécurité,
- Contrôler automatiquement l'ouverture et la fermeture des portes et des rideaux.
- Activer ou arrêter les appareils électroménagers, la télé ou la lumière suite à un simple claquement des doigts ou via une télécommande.
- Déclencher l'arrosage des plantes du jardin.
- Mettre en marche le système de chauffage ou de climatisation.
- ...

# Exemple: Les maisons intelligentes





---

# Mode de transmission de données

- Transmission périodique
  - Durée de la période selon la nature de l'application: quelques ms → des jours
- Transmission événementielle
  - Transmission à l'occurrence d'un phénomène particulier.
- Transmission basée sur les requêtes
  - Suite à la réception d'une requête de la station de base.
- Transmission hybride
  - deux ou plusieurs méthodes de transmission coexistent

---

# Caractéristiques et contraintes

## ■ Plan

- ❑ Absence de schéma d'adressage
- ❑ Tolérance aux pannes
- ❑ Facteur d'échelle
- ❑ Consommation d'énergie
- ❑ Coût de fabrication
- ❑ Technique de transmission
- ❑ Topologie du réseau
- ❑ Environnement

---

# Absence de schéma d'adressage

- Déploiement d'un grand nombre de noeuds.
- Problème: impossible de pouvoir attribuer des adresses différentes et uniques à chaque capteur.
  - Solution: Communiquer ensemble sans utiliser des adresses.

---

# Tolérance aux pannes

- Les capteurs peuvent tomber en panne à tout moment par:
  - Déplétion d'énergie
  - Suite à des dégâts physiques causés par des facteurs externes.
- Plus le nombre de nœuds en panne augmente, plus il y a présence de trous (région du réseau où tous les capteurs sont en panne)
- Problème: Comment assurer la fiabilité du réseau?
- ➔ Trouver des mécanismes pour détourner les trous créés

---

# Facteur d'échelle

- Le nombre de capteurs déployés pour une application donnée varie de quelques centaines jusqu'à des milliers de nœuds.
- Trouver un mécanisme adéquat pour pouvoir travailler avec un nombre de nœuds aussi important.
- A haute densité, trouver des mécanismes pour minimiser et réduire au plus les risques d'interférences et collisions entre les paquets échangés dues à cette densité élevée.
- Dans de larges étendues, trouver un mécanisme qui assure l'acheminement des données entre ces différents capteurs sur de longues distances jusqu'à atteindre la station de base.

---

# Consommation d'énergie

- Les capteurs sont contraints en terme d'énergie.
- C'est une ressource critique non renouvelable dans la plupart des scénarii.
- La durée de vie d'un capteur dépend fortement de la durée de vie de sa batterie.
- Utiliser des techniques pour assurer une conservation et une bonne gestion d'énergie pour maximiser la durée de vie du réseau.

---

# Coût de fabrication

- Grand nombre de capteurs dans un même réseau.
- réduire au plus le coût d'un unique capteur (reflète le coût investi dans le réseau déployé).
  - coût < 1\$.

---

# Technique de transmission

- Par radio
- Par médias infrarouges
  - Peu chers
  - Robustes aux interférences dues aux composantes électriques des capteurs
  - Problème: vulnérabilité aux obstacles.
- Par médias optiques.
  - Problème: vulnérabilité aux obstacles.



---

# Topologie du réseau

- Le déploiement d'un grand nombre de capteurs requiert une attention au niveau du maintien de la topologie du réseau.
    - Phase de pré déploiement et déploiement :
      - Jet en vrac depuis un hélicoptère ou missile
      - Placement manuel un à un par un humain ou un robot dans le champ.
  
    - Phase de post déploiement :
      - Après le déploiement des capteurs
      - Changements de topologie dû au changement des positions des capteurs, de leur énergie restante, de leurs portées (à cause d'obstacles mouvants, de brouillage, etc.), des malfonctionnements.
  
    - Phase de redéploiement de nœuds supplémentaires :
      - Ajout de capteurs pour substituer des nœuds en panne ou à cause d'un changement de la tâche du réseau.
-

---

# Environnement

- Déploiement des capteurs soit à l'intérieur du phénomène à étudier soit trop près de lui
- Fonctionnement le plus souvent **sans surveillance** dans des zones géographiquement isolées
  - à l'intérieur d'une grande machine,
  - au fond de l'océan,
  - dans un champ contaminé biologiquement ou chimiquement,
  - dans un champ de batailles, ou
  - à la maison et dans d'immenses bâtiments, etc...)
- ➔ L'environnement dépend étroitement de l'application à laquelle le réseau de capteurs est dédié.

# Réseaux de capteurs vs réseaux Ad-hoc

Capteurs	Ad-hoc
1. Objectif ciblé	1. Générique / communication
2. Nœuds collaborent pour remplir un objectif	2. Chaque nœud a son propre objectif
3. Flot de données « Many-to-one »	3. Flot « Any-to-any »
4. Très grand nombre de nœuds n'ayant pas tous une ID	4. Notion d'ID
5. Energie est un facteur déterminant	5. Débit est majeur
6. Utilisation du broadcast	6. Communication point à point

---

# Routage dans les réseaux de capteurs

- Familles de routage:

- Routage plat:

- Basé sur les requêtes
    - Minimiser les redondances des données
    - Exp: SPIN, Directed Diffusion, MCF,..

- Routage hiérarchique:

- Supporter une charge supplémentaire et couvrir une zone plus large.
      - Gérer la consommation d' énergie des noeuds capteurs.
      - Communication directe ou à plusieurs sauts intra et inter cluster.
      - Techniques d'agrégation et de fusion de données
      - Exp: LEACH, TEEN, PEGASIS, HEED,..
-

---

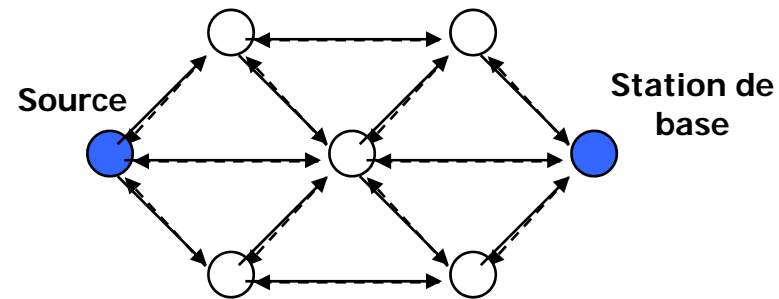
## Routage dans les réseaux de capteurs(2)

- **Caractéristiques du routage:**
  - ❑ Basé sur les requêtes: Directed Diffusion ..
  - ❑ Basé sur la négociation: SPIN ..
  - ❑ Basé sur la localisation: GEAR ..
  - ❑ A qualité de service (QOS): SPEED ..

---

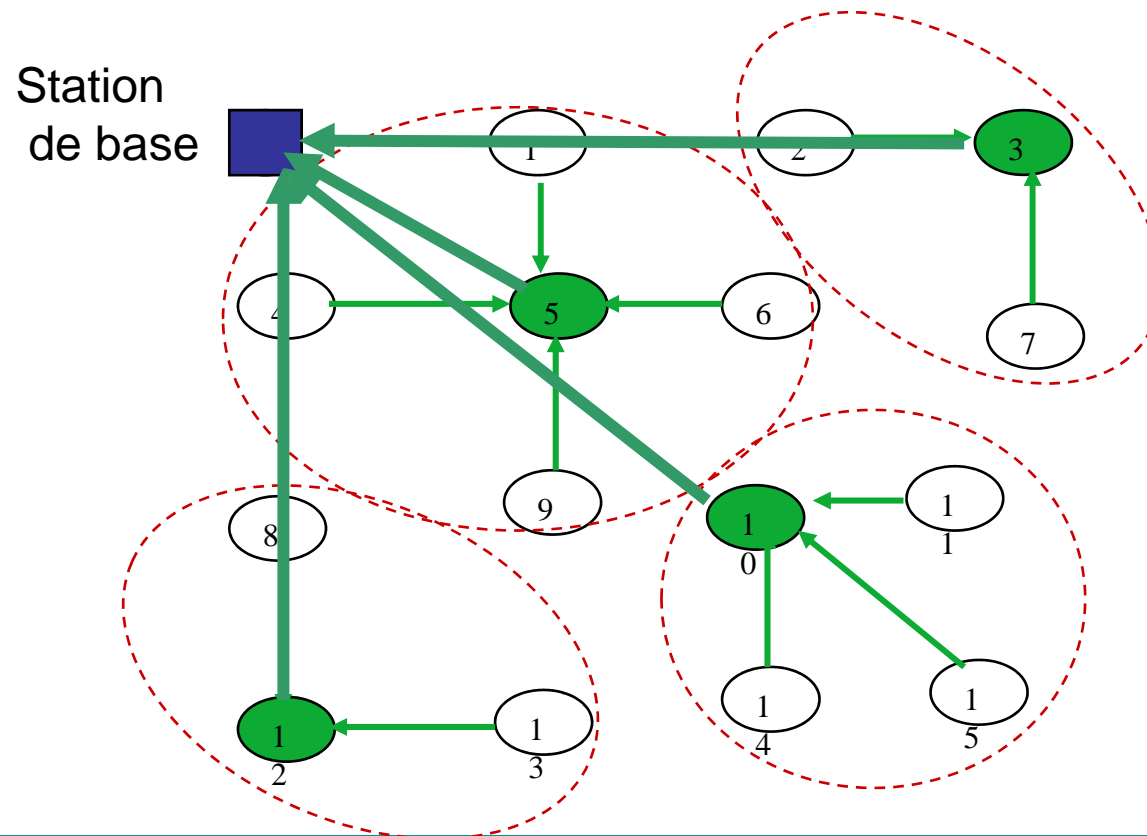
# Directed Diffusion

- ◆ inondation locale pour trouver les meilleurs chemins.
- ◆ consolider un des meilleurs chemins



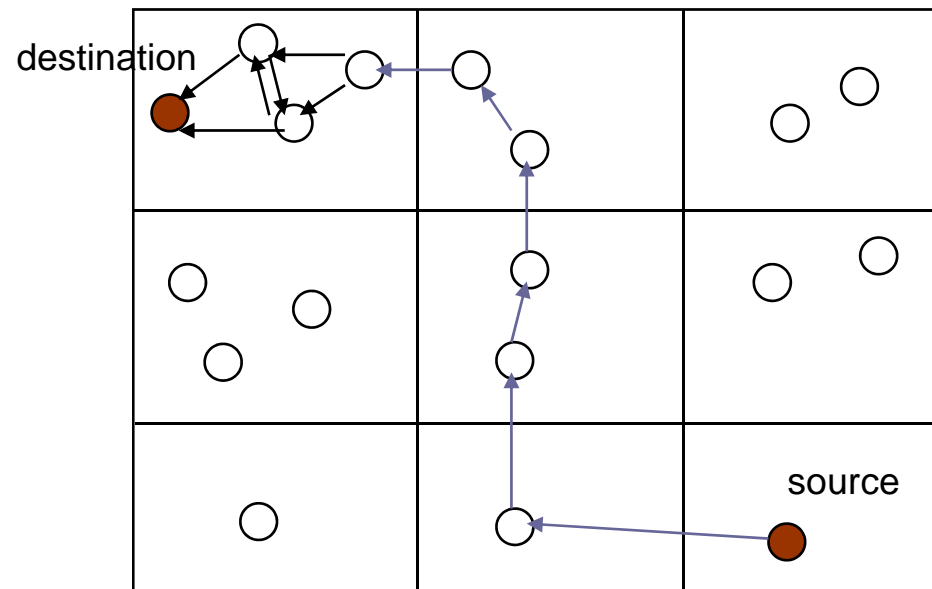
# LEACH

- ◆ formation d'agglomérats, avec un choix aléatoire du chef pour un traitement local des données.



# GEAR

- ◆ considère **l'énergie et la localisation** des nœuds pour décider vers quel voisin router le paquet pour atteindre la région cible.





---

# Conclusion

- Domaines de recherches ouverts:
  - ❑ Augmenter la durée de vie du réseau
  - ❑ Conservation d'énergie
  - ❑ Facteur d'échelle
  - ❑ Routage ..