

## Épisode 7 : Les sentinelles invisibles

### Les capteurs du futur pour la surveillance environnementale

*Imaginez de minuscules capteurs installés dans une rivière, sur un arbre ou même sur un animal marin, capables de mesurer en continu la qualité de l'eau, de l'air ou des sols. Ce sont ces « sentinelles invisibles » que les chercheurs développent aujourd'hui.*

#### Contexte et enjeux

Face au changement climatique, à la pollution et à la pression croissante sur les ressources naturelles, il devient essentiel de mieux comprendre l'état de notre planète. Pour cela, les scientifiques doivent observer en continu les milieux naturels (forêts, océans, rivières) mais aussi les milieux transformés par l'être humain (villes, zones agricoles, sites industriels).

L'objectif est de mesurer précisément ce qui se passe dans les différentes « parties » du système Terre : l'eau, l'air, les sols et le vivant (micro-organismes, plantes, animaux), sans oublier les sociétés humaines qui interagissent avec ces milieux.

Cinq grands enjeux structurent ces recherches :

- La qualité et la disponibilité de l'eau,
- La qualité de l'air et ses propriétés physico-chimiques,
- L'état du vivant, de l'échelle microbienne aux écosystèmes,
- La qualité et l'usage des sols (agriculture, urbanisation, industrie),
- Le rôle de l'humain, à la fois acteur et observateur de ces changements.

Pour relever ces défis, il faut inventer une nouvelle manière d'observer l'environnement : plus précise, plus continue, capable de fonctionner à différentes échelles, du site local à l'échelle planétaire.

#### Les recherches menées

Les chercheurs doivent donc développer une nouvelle génération de capteurs environnementaux. Ces petits dispositifs mesurent en continu différents paramètres (température, humidité, pollution, présence de certaines molécules, activité biologique...) directement sur le terrain.

Ces capteurs doivent présenter plusieurs innovations majeures :

- Autonomie énergétique : ils fonctionnent sans batterie en récupérant l'énergie présente dans leur environnement : vibrations mécaniques, différences de température, lumière ou réactions électrochimiques. Cette autonomie leur permet de fonctionner longtemps, avec un impact environnemental réduit.
- Miniaturisation et intelligence embarquée : les capteurs sont de très petite taille et intègrent des systèmes électroniques capables d'analyser et de transmettre les données en temps réel. Ils sont conçus pour consommer très peu d'énergie tout en restant précis et fiables.
- Déploiement dans des environnements variés : ils peuvent être installés dans des stations fixes ou sur des plateformes mobiles. Certains peuvent même être placés sur des animaux marins ou terrestres afin d'explorer des zones difficiles d'accès, comme les grandes profondeurs océaniques : l'objectif est de mesurer sans perturber les écosystèmes étudiés.
- Approche multi-échelles : les mesures sont réalisées à différentes échelles de temps (du suivi en temps réel aux évolutions sur plusieurs années) et d'espace (du champ agricole à la planète entière). Cela permet de mieux comprendre les interactions complexes entre climat, pollution et biodiversité.
- Des données accessibles à tous : les informations collectées doivent être compréhensibles par les citoyens et les décideurs, afin d'alimenter des systèmes d'alerte et d'aider à la prise de décision face aux risques environnementaux.

Ces « sentinelles invisibles » représentent donc un outil essentiel pour mieux comprendre les transformations de notre planète et accompagner la transition écologique grâce à des données fiables, continues et accessibles.

Laurent Nicolas

CNRS Ingénierie

Laboratoire Ampère, CNRS – ECOLE CENTRALE LYON – INSA LYON – UNIV LYON 1