

Chapitre I : Sources de pollution des eaux souterraines et superficielles

I.1 Les principales sources de pollution

La pollution est la dégradation d'un **écosystème** par diffusion directe ou indirecte de **substances chimiques, physiques** ou **biologiques** susceptibles de porter atteinte à la **santé humaine** ou perturber de manière plus ou moins importante le fonctionnement **naturel des écosystèmes**. Cette pollution due, essentiellement, à **l'activité humaine**.

I.1.1 Pollution domestique et urbaine :

En ville, les **ordures ménagères** accumulées dans des **décharges sauvages** ou non aux normes libèrent des **lixiviats riches en polluants** qui peuvent être transférées à la nappe. D'autre part, la contamination des nappes peut être induite par les **fuites de cuves de carburants**, les **routes** et par les **cimetières**.

I.1.2 Pollution industrielle :

Elle est la plus importante et générée principalement par les **industries minières**, par les transformations des **métaux** et par les installations de **traitement des minerais métalliques (l'activité métallurgique)**. Les installations industrielles génèrent des pollutions des eaux et du sol dont l'ampleur est difficilement connue a priori. Cette pollution se produit quand l'eau utilisée par les **activités économiques** modernes est retournée au cycle hydrologique **sans traitement** ou quand le **transport** et le **stockage** de la **matière employée** dans la fabrication est perdue par **débordement**, par **fuite** ou par **mauvaise manipulation**.

Les polluants d'origine industrielle sont de nature et de gravité très variés selon le type d'activité : **substances organiques, produits organiques de synthèse, hydrocarbures, sels minéraux, métaux lourds**. Les plus courants sont les **dérivés pétroliers** contenus dans les **carburants** et les **dérivés industriels** présents dans les **plastiques** ou les **revêtements (PVC, polystyrène, phtalates, polyamides...)**.

I.1.3 Pollution agricole :

Est due à l'utilisation intensive des **engrais** et des **produits phytosanitaires** et **pesticides**. La pratique de **l'irrigation intensive** influence fortement sur la qualité des eaux par l'accélération du **transfert** des **résidus** de ces produits utilisés en agriculture vers la nappe. Ce transfert se fait soit par **infiltration** sur l'ensemble de la **surface cultivée** ou par **rejet** dans des **puits perdus, des gouffres et/ou bétoires**. Cette pollution peut résulter du **débordement** des **engrais** et des **pesticides** pendant la **manipulation**,

de l'utilisation de **pesticides**, du **stockage de produits chimiques agricoles** près des conduits d'eaux souterrains et dans des **secteurs découverts**, non protégés, du **vent** et/ou de la **pluie**. D'autre part, l'utilisation de **déjections azotées**, produit par **l'élevage intensif**, comme **engrais** ou **aliments** affecte aussi la qualité des eaux souterraines.

I.2 Les principaux types de polluants

I.2.1 Les polluants physiques

I.2.1.1 Polluants radioactives: Les **substances radioactives**, les plus **dangereux** des **polluants physiques**, sont **très toxiques** du fait qu'ils se **désintègrent** au cours du temps en rendant leur entourage **radioactif (Atteia, 2005)**. Les sources de ces **isotopes radioactifs** proviennent, en grande partie, des **eaux résiduares des hôpitaux** ou de certaines **roches (radon dans les granits)** et aussi des **centrales nucléaires**.

I.2.1.2 Les matières solides en suspension (MES) : Les particules fines en suspension sont soit **d'origine naturelle (l'érosion des sols, les poussières emportées par le vent ou les incendies de forêt)** ou produites par **l'industrie agroalimentaire, l'industrie chimique et les stations d'épuration**. En effet, les matières en suspension sont responsables de la **turbidité** de l'eau et peuvent perturber la **photosynthèse** et la **respiration des organismes aquatiques** et véhiculer d'autres contaminants (**métaux lourds**).

I.2.1.3 La chaleur : la chaleur peut être une source de pollution de l'eau. Quand la **température** de l'eau monte, le **taux d'oxygène dissous diminue**. La **pollution thermique** peut être **naturelle**, dans le cas des **sources chaudes** ou lié à l'utilisation de **l'eau comme liquide de refroidissement** dans les **centrales thermiques et nucléaires**. L'élévation de la température de l'eau réduit la **diversité de la vie aquatique** dans l'eau (**développement des microorganismes comme les algues, la mort des poissons,....**).

I.2.2 Les polluants chimiques

La pollution chimique est due aux polluants chimiques de **nature organique et minérale** générés par les différentes **activités anthropiques**. Les polluants chimiques sont nombreux et d'origine diverses : **sels minéraux dissous, métaux lourds, pesticides et détergents et hydrocarbures**. **Métaux lourds, pesticides et détergents** constituent les **micropolluants**.

I.2.2.1 Métaux lourds : les métaux lourds les plus souvent rencontrés dans la nature sont : le **cadmium (Cd)**, le **manganèse (Mn)**, le **cobalt (Co)**, le **chrome (Cr)**, le **cuivre (Cu)**, le **plomb (Pb)**, le **Zinc (Zn)**, le **mercure (Hg)**, le **nickel (Ni)**, l'**aluminium (Al)**, le **bore (B)**, le **molybdène (Mo)**, le **sélénium (Se)**. Certains de ces métaux lourds sont associés aux processus naturels (l'**altération** de la **roche mère**), tandis que, d'autres résultent des **activités anthropiques (déchets des industriels métallurgiques, pratiques agricoles ...)**. Ces produits sont utilisés comme **matières premières** pour de nombreux produits industriels ou comme **catalyseurs** dans l'**industrie chimique (Jackson, 1980)**. Les **métaux lourds** sont des polluants dangereux du fait qu'ils sont **toxiques** à faible concentration et en plus ils ne sont pas **biodégradables** et ils sont **bioaccumulables** dans **les sols** et dans **tissus des organismes vivants**.

Les **micropolluants** sont **dangereux**, même à l'état de **traces**, car la **chaîne alimentaire** à un effet **cumulatif**. L'ingestion répétée des métaux lourds par l'homme provoque des **stockages nocifs** dans le **squelette (plomb)**, les **reins et le foie (cadmium)** ou les **cellules nerveuses (mercure)**, le **chrome cancérigène** sous sa forme **polyvalente (chromates et bichromates)**, les **cyanures très toxiques (rejets interdits)**.

I.2.2.2 Les sels minéraux dissous : Leur présence dans l'eau souterraine est susceptible de la rendre impropre à la consommation humaine (**nitrate (NO₃⁻)**, **nitrite (NO₂⁻)**, **phosphate (PO₄³⁻)**, **fluorure (F⁻)**, les **cyanures...**). Ces polluants ne sont pas toxiques, mais présentent un danger pour l'**environnement** s'ils sont employés d'une façon trop **intensive**.

Les composés d'azote : **nitrate (NO₃⁻)** et **nitrite (NO₂⁻)** sont responsables de la dégradation de l'**hémoglobine du sang** et **production de méthémoglobine toxique**. Ils peuvent être à l'origine de **nitrosamines cancérigènes**. Les composés de l'**azote** ne sont pas présents dans **les roches**; ils proviennent principalement des **engrais** utilisés en **agriculture** et quelques fois d'intenses **activités bactériennes** liées à l'**azote de l'air**.

I.2.2.3 Les hydrocarbures ou huiles minérales : Les **hydrocarbures ou huiles minérales** regroupent différents produits pétroliers (**pétrole brut, pétrole raffiné, kérosène, essences, fuel, lubrifiants, huiles à moteurs**) qui composent la plupart des mélanges de **combustibles, carburants et lubrifiants**. Leur présence dans un **sol contaminé** est liée aux **industries de raffinage** et de **transformation**, à leur **transport**, à leur **stockage** ou à leur **distribution**.

I.2.2.4 Les polluants organiques

Les pesticides : La plupart des pesticides sont des **molécules organiques de synthèse** variés et incluant parfois des **métaux** dans leur structure dont les propriétés toxiques permettent de lutter contre les **parasites** des **cultures** et des **animaux**. L'origine de ces substances se trouve dans les **activités agricoles**, mais aussi **non agricoles** comme le **désherbage** des **espaces verts** et des **jardins**. Leur **dégradation** est très complexe et fait intervenir de **nombreux enzymes** et peut former des produits intermédiaires appelés **métabolites**. Plusieurs auteurs, ont montré que la **biodégradation** dépend de la **température du sol**, la **vie biologique des horizons du sol**, la **profondeur** et le **pH**.

I.2.3 Les polluants microbiologiques

Elle provient de plusieurs sources comme les **rejets des hôpitaux**, ainsi que les **rejets d'eaux usées**. L'eau se charge alors de **microorganismes pathogènes (bactéries, virus ,parasites)** qui peuvent être dangereux pour l'environnement et pour la santé humaine.

Les **bactéries**, les **virus**, les **champignons** rencontrés dans les eaux souterraines proviennent essentiellement de **fosses septiques, des décharges, des épandages d'eaux usées**, de **l'élevage**, de **matières fermentées**, de **cimetières** et du **rejet d'eaux superficielles**. Cette contamination est la cause d'importantes **maladies épidémiques d'origine hydrique**.

I.3 Modes de transfert des polluants

I.3.1 Pollution ponctuelle, constituée d'une source de taille **restreinte** et **concentrée** résultant d'un apport massif de produit dans l'eau à la suite d'un **déversement accidentel (Atteia, 2005)**. Elle est **accidentelle** ou **chronique** et facilement identifiable ;

Elles sont définies par une origine précise : **dépôts d'ordures, décharge sauvage, rejets industriels, gros élevages, puits abandonnés, des fuites sur des conduites** ou des **cuves**.

I.3.2 Pollution diffuse, causée par la **diffusion** de **multiples polluants** dans le **temps** et dans **l'espace**. Elle se présente sur de grandes étendues avec des concentrations beaucoup plus faibles à la source (**Atteia, 2005**). Les sources précises de ce type de pollution sont très difficiles à identifier et à quantifier. D'autant plus qu'elles sont régies par des **phénomènes complexes de transferts de produits** présents dans le **sol** vers la ressource en eau (**le ruissellement, le drainage et le lessivage**).

Les principales pollutions diffuses concernent **l'agriculture : herbicides, nitrates, pesticides, phosphore, micro-organismes.**

I.3.3 Pollution temporaire, peut être causée par **l'émission exceptionnelle de matière polluante** à la suite d'un **incident (mauvaise manœuvre en usine, accident de la circulation...)** ;

I.3.4 Pollution chronique est une **pollution permanente** due aux **émissions répétées** ou constantes des polluants très rémanents (qui persistent après la **disparition de la source**). Elle est plus **insidieuse** et plus **dommageable**, moins spectaculaire et peut passer inaperçue (**pollution agricole par les nitrates ; contaminations par hydrocarbures à partir de sols pollués**) ;

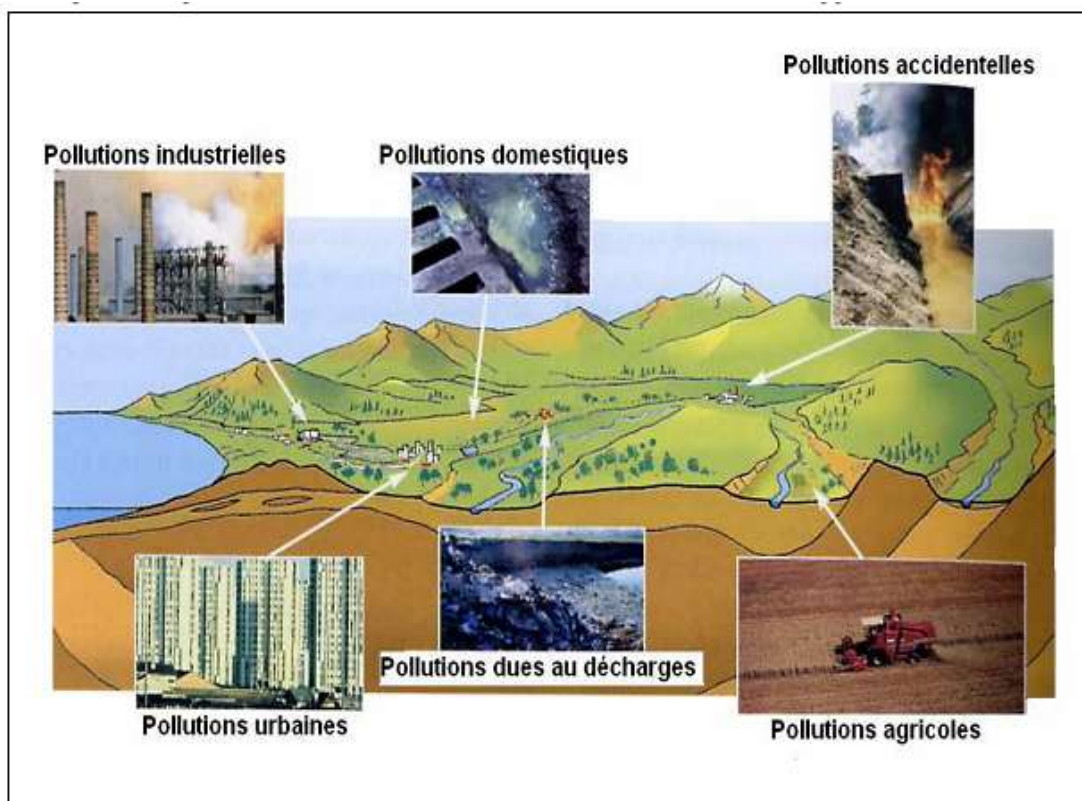


Figure 2 : Principales causes de pollution [36]

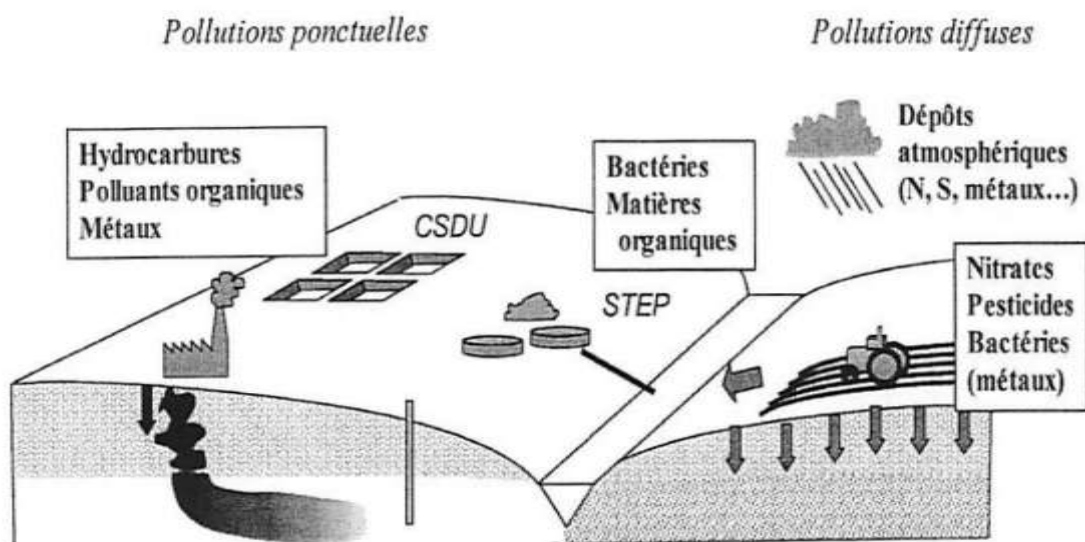


Figure 1 : les grands types de pollution et leurs effets sur l'environnement (Atteia, 2005)