

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Khider-Biskra



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et d'Hydraulique

Support de cours

Management intégré des ressources en eau
2^{ème} Année Master- Hydraulique (Urbaine et Ouvrages)

Elaboré par : Dr. Masmoudi Toufik

Septembre 2024

Avant-propos

Le management intégré des ressources en eau (GIRE) est une approche qui a émergé face aux défis croissants de gestion durable des ressources en eau. Avec une population mondiale en constante augmentation et une pression grandissante sur les écosystèmes aquatiques, il devient urgent de revoir nos méthodes traditionnelles de gestion de l'eau. La GIRE propose une méthode holistique et participative visant à coordonner les usages de l'eau de manière équitable, efficace et durable.

Ce concept repose sur l'idée que l'eau est à la fois une ressource vitale et une composante clé des écosystèmes naturels et des activités humaines. Il prend en compte les dimensions environnementales, sociales et économiques, et vise à optimiser la disponibilité, la qualité et la durabilité de l'eau. La GIRE préconise une gestion par bassin versant, ce qui permet d'aborder les problématiques de manière intégrée, en tenant compte des besoins de tous les acteurs concernés : gouvernements, entreprises, agriculteurs, communautés locales, et la société civile.

L'objectif de ce document est d'explorer les principes et les pratiques de la GIRE, de montrer ses avantages face aux enjeux globaux tels que le changement climatique et la dégradation des écosystèmes, ainsi que de présenter des exemples concrets de projets réussis. Par le biais de la GIRE, il est possible de créer des solutions durables et collaboratives qui protègent les ressources en eau tout en répondant aux besoins actuels et futurs de la population.

Sommaire

Chapitre I : Développement durable

1.1. Introduction au développement durable

1.1.1. Définition et historique

1.1.2. Objectif principal

1.1.3. Historique de la notion de développement durable

1.2. Les enjeux globaux du développement durable

1.2.1. Enjeux environnementaux

1.2.2. Enjeux économiques

1.2.3. Enjeux sociaux

1.3. Les trois piliers du développement durable

1.3.1. Piliers environnementaux

1.3.2. Piliers sociaux

1.3.3. Piliers économiques

1.4. Les objectifs du développement durable (ODD)

1.4.1. Présentation des 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) de l'ONU

1.4.2. Intégration des ODD dans la gestion de l'eau

Chapitre 2 : Les stratégies du développement durable

2.1. Les politiques de développement durable

2.1.1. Politiques nationales et internationales

2.1.2. Acteurs et institutions impliqués

2.2. Les outils pour une gestion durable

2.2.1. Évaluation de l'impact environnemental

2.2.2. Certifications et normes environnementales (ISO 14001, etc.)

2.2.3. Méthodes d'analyse des cycles de vie et d'empreinte écologique

2.3. Stratégies de gouvernance

2.3.1. Partenariats public-privé

2.3.2. Participation citoyenne et concertation des parties prenantes

2.3.3. Les lois et réglementations en matière de gestion de l'eau

2.4. Les objectifs et cibles de développement durable

Chapitre 3 : La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE)

3.1. Définition et principes de la GIRE

3.1.1. Notion de gestion intégrée et participative

3.1.2. Approche écosystémique et de gestion par bassin versant

3.2. Les objectifs de la GIRE

3.2.1. Assurer une gestion équilibrée des ressources hydriques

3.2.2. Améliorer la qualité de l'eau, assurer sa disponibilité et sa durabilité

3.3. Les défis de la GIRE

3.3.1. Défis environnementaux : pollution, surexploitation

3.3.2. Défis sociaux : accès équitable à l'eau, gestion des conflits d'usages

3.3.3. Défis économiques : coûts de gestion, financements durables

3.4. Historique de la GIRE

3.5. Les principes de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau

3.6. Concepts de la GIRE

3.6.1. Équité sociale

3.6.2. Efficacité économique

3.6.3. Durabilité écologique

Chapitre 4 : La mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau

4.1. Les étapes de la mise en œuvre de la GIRE

4.1.1. Diagnostic de la situation hydrique et cartographie des ressources

4.1.2. Développement d'un plan d'action intégré

4.1.3. Coordination entre les acteurs et parties prenantes

4.2. Études de cas de la GIRE

4.2.1. Exemples de projets réussis de gestion intégrée de l'eau (ex. : bassin du Nil, Rhône)

4.2.2. Analyse des facteurs de réussite et des obstacles rencontrés

4.3. Suivi et évaluation

4.3.1. Indicateurs de performance pour la gestion de l'eau

4.3.2. Processus de suivi, d'évaluation et d'amélioration continue

4.4. Perspectives et innovations

4.4.1. Nouvelles technologies dans la gestion des ressources en eau (capteurs, intelligence artificielle)

4.4.2. Développement des infrastructures vertes pour la protection des ressources en eau

Chapitre 1 : Développement durable

1. Introduction au développement durable

1.1. Définition du développement durable :

Le développement durable est un concept qui vise à satisfaire les besoins actuels des populations sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Il repose sur une approche intégrée de progrès économique, de préservation de l'environnement et de bien-être social, permettant de répondre aux défis globaux.

1.2. Objectif principal :

Concilier croissance économique, protection de l'environnement et équité sociale, en garantissant la durabilité des ressources naturelles essentielles, telles que l'eau, l'air, et la biodiversité.

1.3. Historique de la notion de développement durable :

1. *Rapport Brundtland (1987)* : Publié par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement des Nations Unies, ce rapport intitulé "Notre avenir à tous" a introduit pour la première fois la notion de développement durable. Il met en avant l'urgence de protéger l'environnement tout en permettant le progrès économique et social.

2. *Sommet de la Terre de Rio (1992)* : Cette conférence a rassemblé des dirigeants mondiaux pour adopter des principes et des conventions internationales sur la gestion durable de l'environnement, aboutissant à l'Agenda 21 et à des accords comme la Convention sur la biodiversité.

3. *Conférences et accords subséquents* : Kyoto (1997), Johannesburg (2002), l'Accord de Paris (2015) sont d'autres étapes importantes qui ont renforcé les engagements mondiaux pour la lutte contre les défis environnementaux, comme le changement climatique.

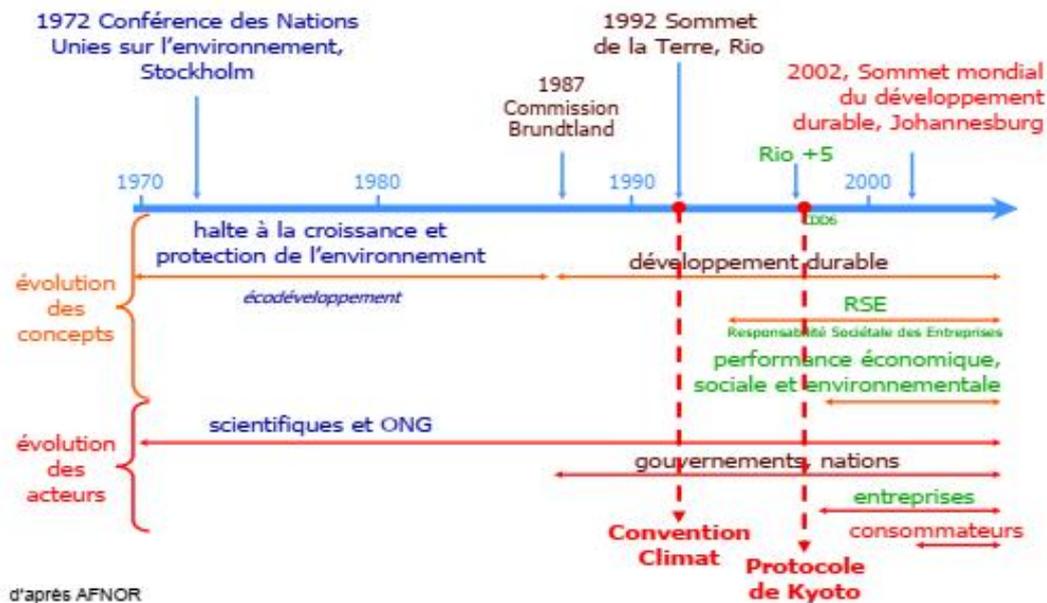


Fig. 01 : Les grandes dates du développement durable d'après AFNOR

1.2. Les enjeux globaux du développement durable

1.2.1. Enjeux environnementaux

1. *Changement climatique* : Conséquence des émissions de gaz à effet de serre, le changement climatique entraîne des catastrophes naturelles accrues, une montée du niveau des mers et des conditions météorologiques extrêmes.

2. *Déforestation et perte de biodiversité* : La déforestation pour l'agriculture, l'exploitation forestière et l'urbanisation conduit à la disparition des habitats naturels, à une perte de

biodiversité et à une diminution de la capacité de la planète à absorber le CO₂.

3. *Épuisement des ressources naturelles* : La surexploitation des ressources, comme l'eau, les sols et les énergies fossiles, met en péril leur disponibilité future et favorise l'insécurité alimentaire et énergétique.

1.2.2.Enjeux économiques

1. *Croissance équitable et inclusive* : Trouver des modèles économiques qui permettent de générer des richesses tout en réduisant les inégalités est crucial pour assurer un développement durable.

2. *Économie verte et circulaire* : La transition vers une économie respectueuse de l'environnement favorise l'innovation, la réduction des déchets et l'utilisation rationnelle des ressources.

3. *Rôle de l'innovation durable* : Encourager les innovations dans les énergies renouvelables, l'agriculture durable, et la réduction de la pollution pour une économie résiliente et durable.

1.2.3.Enjeux sociaux

1. *Réduction des inégalités* : Un des piliers du développement durable est la lutte contre les inégalités pour garantir des conditions de vie décentes pour tous.

2. *Accès aux besoins fondamentaux* : Le droit à l'eau potable, à la nourriture et aux soins de santé est essentiel

pour une vie digne et constitue une base pour le développement économique et social.

3. Éducation et sensibilisation : Éduquer les citoyens sur les enjeux environnementaux et sur la manière dont leurs choix individuels impactent les ressources est crucial pour une société durable.

1.3. Les trois piliers du développement durable**

1.3.1. Piliers environnementaux

- *Protection de la biodiversité* : Essentielle pour le maintien des écosystèmes, la biodiversité soutient la production alimentaire, les ressources médicinales, et contribue au cycle de l'eau et du carbone.

- *Gestion durable des ressources naturelles* : Exploiter les ressources en eau, en sols, et en minéraux de manière responsable pour éviter leur épuisement.

- *Réduction de la pollution* : Lutter contre la pollution de l'air, de l'eau et des sols est une priorité pour protéger la santé humaine et environnementale.

1.3.2. Piliers sociaux

- *Justice sociale et réduction des inégalités* : Favoriser des conditions de vie équitables, garantir l'accès aux ressources de base et améliorer les conditions de travail pour tous.

- *Accès aux ressources* : L'eau, la nourriture, et les soins de santé sont essentiels pour assurer une qualité de vie adéquate.

-
- Réduction de la pauvreté : Assurer un accès équitable aux opportunités économiques et améliorer les infrastructures de base dans les zones vulnérables.

1.3.3.Piliers économiques

- *Économie verte* : Basée sur des technologies et des pratiques qui minimisent l'empreinte écologique et optimisent l'utilisation des ressources.
- *Économie circulaire* : Modèle visant à recycler, réutiliser et valoriser les déchets pour prolonger le cycle de vie des produits et réduire la pression sur les ressources naturelles.
- *Encourager l'innovation durable* : Soutenir les recherches et le développement de solutions qui permettent une croissance économique respectueuse de l'environnement.

1.4. Les objectifs de développement durable (ODD)

1.4.1.Présentation des 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) de l'ONU

Les ODD sont un ensemble d'objectifs globaux adoptés par les Nations Unies en 2015 pour éradiquer la pauvreté, protéger la planète et garantir la prospérité pour tous d'ici 2030. Les objectifs comprennent, entre autres, l'éducation de qualité (ODD 4), l'égalité des genres (ODD 5), et la lutte contre le changement climatique (ODD 13).

Objectif lié à l'eau (ODD 6) : "Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et gérer durablement les ressources en eau."

Cet objectif vise à :

- Assurer un accès équitable à une eau potable de qualité pour tous d'ici 2030.
- Protéger les écosystèmes aquatiques et renforcer la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE).

1.4.2. Intégration des ODD dans la gestion de l'eau

1. *Exemples de projets* : Programmes d'assainissement en milieu rural pour améliorer l'accès à l'eau potable ; projets d'infrastructures vertes pour restaurer les zones humides.
2. *Initiatives pour la gestion durable de l'eau* : Encouragement des pratiques de gestion de l'eau basées sur la recharge des nappes phréatiques, la réduction de la pollution de l'eau et la résilience aux changements climatiques.
3. *Impact sur la sécurité hydrique* : Réduire la vulnérabilité face aux crises d'eau et renforcer l'adaptation au changement climatique.

Le développement durable est essentiel pour construire une société qui protège l'environnement, favorise la justice sociale et permet une croissance économique responsable. Ce modèle repose sur trois piliers interdépendants – environnement, société, et économie – et s'articule autour des ODD, qui servent de feuille de route pour un avenir plus durable. La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) incarne bien

cette approche et permet de répondre aux défis de la gestion durable de l'eau dans le cadre des objectifs fixés par les Nations Unies.

1.5.Approches du développement durable

Afin d'assurer un développement économique suffisant aux besoins actuels tout en cherchant constamment à améliorer la condition humaine et à protéger l'environnement et à préserver les ressources naturelles, le développement durable doit être axé sur plusieurs approches résumées comme suit :

- **Approche mondiale** qui cherche à dépasser le clivage Nord-Sud en insistant sur le fait que la dégradation de l'environnement a une dimension planétaire. Au nord, c'est la limitation des déchets et des agents polluants comme le CO₂ (dioxyde de carbone), qui est prioritaire, tandis qu'au Sud c'est la maîtrise de la croissance démographique qui capte l'attention.
- **Une gestion écologique** a comme objectif la transmission intergénérationnelle du capital naturel. Elle vise à promouvoir de nouvelles images sociales de la nature qui voient dans les ressources naturelles une source de bien être comme la beauté d'un site, la santé et les loisirs. Cette gestion cherche en premier lieu à atténuer l'irréversibilité de certaines actions polluantes commises dans le passé et tient compte du fait que nous ne disposons pas de substitutions pour certains écosystèmes à l'heure actuelle.³
- **Une prise de conscience des inégalités sociales et d'une éthique nouvelle** cherche à remédier aux conditions inégales dans lesquelles s'expriment les choix économiques individuels. Seul, le choix libre et non contraint par la pollution, la famine

et l'ignorance est pertinent pour le fonctionnement des marchés. Et, seule la réduction des inégalités des revenus et des fortunes permet de légitimer le développement durable à grande échelle. Ces caractéristiques principales ont conduit à définir le développement durable en termes interactifs des dimensions économique, écologique et sociale.

1.6. Concepts du développement durable

Le concept développement durable signifie:

- Le rythme d'utilisation des ressources naturelles renouvelables n'excède pas celui de leur régénération;
- Le rythme d'épuisement des ressources non renouvelables ne dépasse pas le rythme de développement de substituts renouvelables ;
- La quantité de pollution et de déchets ne dépasse pas celle que peut absorber l'environnement.
- La conciliation entre l'économie, l'écologie et le sociétal. Le développement durable est un développement économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable. Schématisé par les trois cercles sécants, devenue classique, affirme une approche double et conjointe dans l'espace et dans le temps.

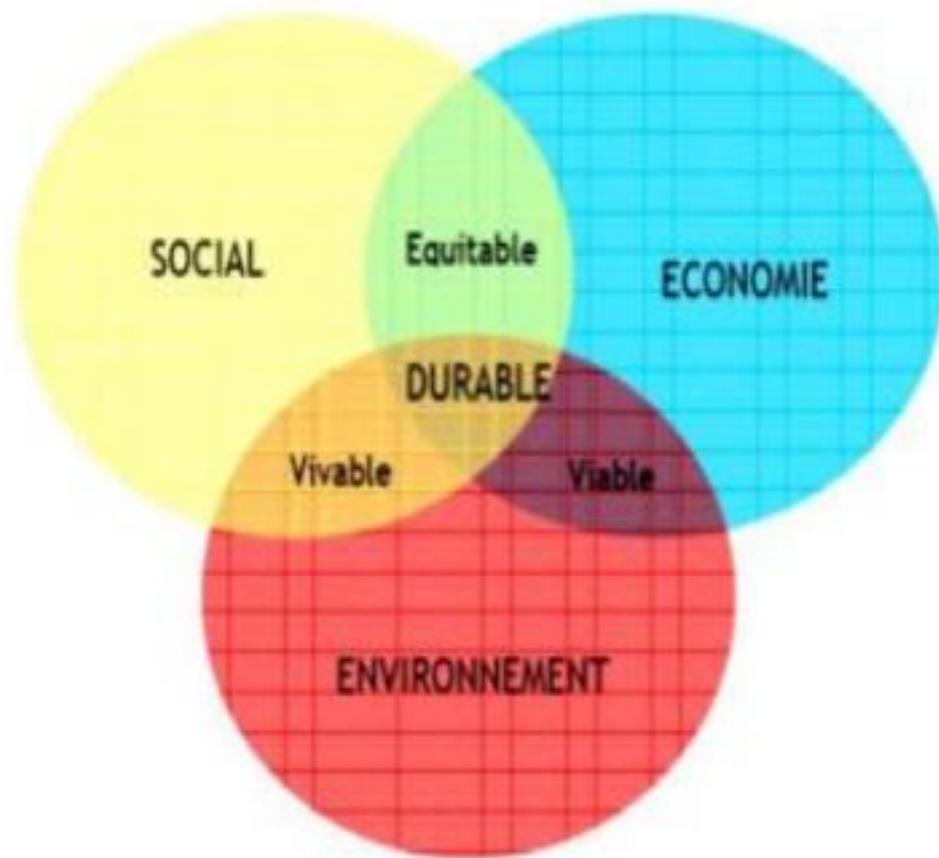


Fig.02 : Schéma du développement durable

Chapitre 2 : Les stratégies du développement durable

2.1. Les politiques de développement durable

2.1.1. *Politiques nationales et internationales*

- *Politiques internationales* :

- Les politiques internationales sont souvent établies par des institutions mondiales comme l'Organisation des Nations Unies (ONU), l'Organisation pour la coopération et le développement économique (OCDE), et la Banque mondiale.

- Accords et conventions internationales : Les accords comme l'Accord de Paris sur le climat (COP21, 2015) et la Convention sur la diversité biologique sont des exemples d'initiatives visant à promouvoir le développement durable à l'échelle mondiale.

- Objectifs et lignes directrices : Ces politiques établissent des objectifs globaux (réduction des émissions, préservation de la biodiversité) et encouragent les pays à intégrer des pratiques durables dans leurs politiques nationales.

- *Politiques nationales* :

- Les gouvernements traduisent souvent ces engagements internationaux en politiques nationales. Exemples : lois sur l'énergie renouvelable, politiques de réduction des gaz à effet de serre, législation sur l'assainissement et la gestion des déchets.

- Stratégies nationales de développement durable : Certains pays développent leurs propres stratégies, comme la

France avec son Plan national d'adaptation au changement climatique.

- Objectifs nationaux : Ces objectifs peuvent inclure la gestion de l'eau, la réduction des inégalités sociales, et la transition énergétique.

2.1.2. Acteurs et institutions impliqués

- Gouvernements et institutions publiques : Ils ont un rôle de régulation, de financement, et de planification des stratégies de développement durable. Les ministères de l'Environnement, de l'Économie et de l'Agriculture jouent un rôle clé dans la mise en place de ces politiques.

- Organisations non gouvernementales (ONG) : Les ONG, telles que le WWF ou Greenpeace, militent pour la préservation de l'environnement et influencent les décisions politiques par des campagnes de sensibilisation.

- Entreprises privées : Les entreprises ont la responsabilité d'intégrer des pratiques durables dans leurs opérations et de répondre aux attentes des consommateurs et des investisseurs en matière de durabilité. Beaucoup s'engagent dans des initiatives de Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) et de développement durable.

2.2. Les outils pour une gestion durable

2.2.1. Évaluation de l'impact environnemental (EIE)

- Objectif : L'évaluation de l'impact environnemental est un processus utilisé pour identifier les effets potentiels d'un

projet (construction d'infrastructure, exploitation minière, etc.) sur l'environnement avant sa mise en œuvre.

- Processus : Les étapes incluent la collecte de données sur l'environnement actuel, l'identification des impacts possibles, et la planification de mesures pour minimiser ou compenser ces impacts.

- Utilisation : Elle est généralement exigée par les autorités pour les projets majeurs. L'EIE aide à prendre des décisions éclairées et à assurer que le développement économique respecte les normes environnementales.

2.2.2.Certifications et normes environnementales

- ISO 14001 : Cette norme internationale pour les systèmes de gestion environnementale aide les entreprises à réduire leur impact écologique en suivant des pratiques durables. Elle encourage l'utilisation efficace des ressources et la réduction des déchets.

- Écolabels : Labels attribués aux produits et services pour indiquer qu'ils respectent des critères de durabilité, comme l'Écolabel européen pour les produits à faible impact environnemental ou le label Fair Trade.

- Autres certifications : La norme LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) est une certification pour les bâtiments durables, et FSC (Forest Stewardship Council) est utilisée pour certifier la gestion durable des forêts.

2.2.3.Méthodes d'analyse des cycles de vie et empreinte écologique

- *Analyse du cycle de vie (ACV)* : L'ACV est une méthode d'évaluation des impacts environnementaux d'un produit, depuis sa production jusqu'à sa fin de vie (extraction des matières premières, fabrication, distribution, utilisation, fin de vie). Elle permet de comparer les choix de production et de privilégier les options écologiques.

- *Empreinte écologique* : Cet indicateur mesure la quantité de ressources naturelles utilisée pour soutenir un mode de vie donné. L'empreinte écologique permet de comparer l'utilisation des ressources à la capacité de la Terre à les renouveler.

2.3.Stratégies de gouvernance

2.3.1.Partenariats public-privé (PPP)

- *Définition* : Les PPP sont des collaborations entre le secteur public (gouvernements, municipalités) et le secteur privé pour financer, construire, et gérer des projets d'infrastructure ou de services essentiels, souvent dans des domaines comme l'eau, l'énergie, et les transports.

- *Avantages des PPP* : Ils permettent de mobiliser les ressources et l'expertise du secteur privé, réduisent les charges financières pour l'État, et encouragent des solutions plus innovantes.

- *Exemples de PPP* : Partenariats pour la construction de centrales solaires, stations de traitement de l'eau, ou systèmes de gestion des déchets.

2.3.2.Participation citoyenne et concertation des parties prenantes

- Participation citoyenne : La participation des citoyens dans les processus de prise de décision favorise une meilleure acceptation des projets et une transparence accrue. Exemples : réunions publiques, enquêtes, consultations en ligne.

- Concertation des parties prenantes : Les parties prenantes (entreprises, ONG, collectivités locales, communautés) sont consultées pour élaborer des politiques qui reflètent un large éventail de besoins et d'intérêts. La concertation aide à prévenir les conflits et à garantir une prise en compte des intérêts des différents acteurs concernés.

- Exemple de concertation : Dans la gestion de l'eau, les comités de bassin regroupent des représentants des collectivités, des usagers de l'eau, et des associations pour gérer les ressources en fonction des besoins locaux.

2.3.3. Les lois et réglementations en matière de gestion de l'eau

- Objectif des lois sur la gestion de l'eau : Garantir une utilisation durable et équitable des ressources en eau, en protégeant les écosystèmes et en répondant aux besoins des utilisateurs.

- Exemples de lois et réglementations :

- Directives européennes sur l'eau : La Directive-cadre sur l'eau (DCE) en Europe impose aux États membres de préserver et d'améliorer l'état de leurs ressources hydriques.

- Législations nationales : Les pays adoptent des lois pour encadrer la distribution, la qualité et la protection des ressources en eau. Par exemple, en France, la loi sur l'eau et

les milieux aquatiques (2006) vise la gestion équilibrée des ressources en eau.

- Rôle des agences de l'eau : Elles sont souvent chargées de la mise en œuvre et du suivi des politiques de gestion de l'eau à l'échelle des bassins hydrographiques. Elles travaillent avec les collectivités locales et financent des projets de préservation et de traitement de l'eau.

Les stratégies de développement durable nécessitent des politiques bien définies, des outils de gestion adaptés, et une gouvernance inclusive. La combinaison de politiques nationales et internationales, d'outils d'évaluation et de normes, ainsi que de partenariats et de régulations, est essentielle pour une gestion durable des ressources. Ces stratégies favorisent non seulement la durabilité environnementale mais aussi l'équité sociale et la viabilité économique.

2.4. Les objectifs et cibles de développement durable

Les objectifs et les cibles de développement durable tiennent compte des réalités, des capacités et des niveaux de développement des différents pays et dans le respect des priorités et politiques nationales. Chaque pays peut choisir, en fonction de sa situation et de ses priorités nationales, entre plusieurs approches, stratégies, modèles et outils différents pour parvenir au développement durable. A l'horizon 2030, la stratégie du développement durable est constituée des 17 objectifs suivants, où il faudra:

Objectif 1. Éliminer la pauvreté sous toutes ses formes et partout dans le monde

- l'extrême pauvreté dans le monde entier sera éliminée,

-
- tous les hommes et les femmes vulnérables auront les mêmes droits aux ressources économiques et l'accès aux services de base, à la propriété foncière, au contrôle des terres et à d'autres formes de propriété, à l'héritage, aux ressources naturelles et à des nouvelles technologies et des services financiers adaptés à leurs besoins,
 - leur exposition aux phénomènes climatiques extrêmes et à d'autres chocs et catastrophes d'ordre économique, social ou environnemental et leur vulnérabilité sera écartée,

Objectif 2. Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable

- les pauvres, les femmes, hommes et enfants auront accès toute l'année à une alimentation saine, nutritive et suffisante.
- la productivité agricole sera intensifiée par l'investissement dans l'infrastructure rurale et la mise en œuvre des pratiques agricoles résilientes qui permettent d'accroître la productivité et la production tout en contribuant à la préservation des écosystèmes et en renforçant la capacité d'adaptation aux changements climatiques.

Objectif 3. Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge

- baisser le taux de mortalité des mamans, des nouveau-nés et des enfants
- mettre fin à l'épidémie de sida, à la tuberculose, au paludisme et aux maladies tropicales négligées et combattre

l'hépatite, les maladies transmises par l'eau, les substances chimiques dangereuses et par la pollution de l'eau et du sol et autres maladies transmissibles en donnant l'accès à des services de santé essentiels de qualité et à des médicaments et vaccins essentiels sûrs, efficaces, de qualité et d'un coût abordable.

- diminuer la consommation des stupéfiants, le tabac et de l'alcool.
- sensibiliser à la planification familiale et à l'éducation.

Objectif 4. Assurer à tous une éducation équitable, inclusive et de qualité et des possibilités d'apprentissage tout au long de la vie

- assurer un cycle d'enseignement pré-primaire, primaire et secondaire gratuit et de qualité pour filles, garçons et enfants vulnérables (pauvres, handicapés..).
- éliminer l'analphabétisme et assurer pour les femmes et les hommes et personnes vulnérables un enseignement technique, professionnel et universitaire de qualité et d'un coût abordable pour un emploi décent,
- promouvoir l'éducation pour le développement durable en faveur du développement, des droits de l'homme, de l'égalité des sexes, de la culture, de la paix, de la citoyenneté, de la diversité...

Objectif 5. Parvenir à l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles

- mettre fin à la discrimination, la violence et à l'exploitation à l'égard des femmes et des filles,

-
- éliminer le mariage précoce ou forcé, valoriser les soins et travaux domestiques par la mise en place de services publics, d'infrastructures et de politiques de protection sociale,
 - entreprendre des réformes visant à donner aux femmes les droits aux ressources économiques, à la propriété et à la direction à tous les niveaux de décision dans la vie politique, économique et publique,

Objectif 6. Garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et

d'assainissement gérés de façon durable

- assurer l'accès universel et équitable à l'eau potable, aux services

d'assainissement et à coûts abordables

- améliorer la gestion de l'eau pour une la qualité requise et quantité suffisante en réduisant la pollution et les prélèvements et en augmentant le recyclage, la réutilisation des eaux usées traitées et de l'approvisionnement en eau,⁴
- adopter la gestion intégrée des ressources en eau à tous les niveaux et protéger les écosystèmes liés à l'eau,
- appuyer et renforcer la participation de la population locale à l'amélioration de la gestion de l'eau et de l'assainissement.

Objectif 7. Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable

- accroître la part de l'énergie renouvelable et multiplier le taux mondial

d'amélioration de l'efficacité énergétique,

- renforcer la coopération internationale en vue de faciliter l'accès aux sciences et technologies des énergies renouvelables et encourager l'investissement dans l'infrastructure énergétique,

Objectif 8. Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous

- maintenir un taux de croissance annuelle du produit intérieur brut, un niveau élevé de productivité économique par la diversification, la modernisation technologique et l'innovation, l'accès aux services financiers, l'entrepreneuriat et création des micro-entreprises et des petites et moyennes entreprises,
- dissocier croissance économique et dégradation de l'environnement,
- défendre les droits des travailleurs, y compris les migrants, les femmes, et ceux qui ont un emploi précaire,
- développer un tourisme durable qui crée des emplois et met en valeur la culture et les produits locaux,
- Renforcer la capacité des institutions financières nationales de favoriser et généraliser l'accès de tous aux services bancaires et financiers et aux services d'assurance,

Objectif 9. Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation

-
- mettre en place une infrastructure de qualité, fiable, durable et résiliente et une industrialisation durable qui contribue à l'emploi et au produit intérieur brut,
 - renforcer la recherche scientifique, perfectionner les capacités technologiques des secteurs industriels en encourageant l'innovation, la recherche-développement et l'accès aux technologies de l'information et des communications,⁵

Objectif 10. Réduire les inégalités dans les pays et d'un pays à l'autre

- assurer progressivement et durablement une croissance des revenus,

l'autonomisation et favoriser l'intégration sociale, économique et politique, indépendamment de l'âge, du sexe, de l'handicap, de la race, de l'appartenance ethnique, des origines, des religions ou du statut économique,

- éliminer les lois, politiques et pratiques discriminatoire et adopter des plans budgétaire, salarial et dans le domaine de la protection sociale,

Objectif 11. Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables

- assurer l'accès de tous aux des services de base et à un coût abordable : les logements, les systèmes de transport accessibles et viables, ..
- renforcer l'urbanisation durable, les capacités de planification et de gestion participatives, protéger et préserver le patrimoine culturel et naturel mondial,

-
- réduire l'impact environnemental négatif des villes par habitant et porter

l'attention aux espaces verts, aux espaces publics sûrs, à la qualité de l'air et à la gestion des déchets,

- Favoriser liens économiques, sociaux et environnementaux positifs entre zones urbaines, périurbaines et rurales,

Objectif 12. Établir des modes de consommation et de production durables

- parvenir à une gestion durable, à une utilisation rationnelle des ressources naturelles, à des modes de consommation et de production durables, à la réduction des déchets et des pertes de produits alimentaires et chimiques tout au long des chaînes de production, à favoriser le recyclage et la réutilisation et à la réduction de leur déversement dans l'air, l'eau et le sol, afin de minimiser leurs effets négatifs sur la santé et l'environnement,
- Mettre au point un tourisme durable créateur d'emplois et valorisant la culture et les produits locaux,

Objectif 13. Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions

- Améliorer l'éducation et la sensibilisation, renforcer les capacités individuelles et institutionnelles et incorporer des mesures nécessaires dans les politiques nationales face aux aléas climatiques et aux catastrophes naturelles liées au climat

Objectif 14. Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable

- prévenir et réduire nettement la pollution marine de tous types, gérer et

protéger durablement les écosystèmes marins et côtiers afin d'éviter les graves conséquences de leur dégradation et leur acidification en prenant des mesures scientifiques en faveur de leur restauration,

- mettre un terme à la surpêche, à la pêche illicite, aux pratiques de pêche destructrices
- approfondir les connaissances scientifiques, renforcer les moyens de recherche et transférer les techniques marines dans l'objectif d'améliorer la santé des océans et la biodiversité marine

Objectif 15. Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité

- garantir la préservation, la restauration et l'exploitation durable des

écosystèmes terrestres, des écosystèmes d'eau douce, des forêts, des zones humides, des montagnes et des zones arides,

- lutter contre la désertification, la dégradation des sols, la sécheresse et les inondations,

-
- Prendre d'urgence des mesures pour mettre un terme au braconnage et au trafic d'espèces végétales et animales protégées,
 - mobiliser des ressources financières et intégrer la protection des écosystèmes et de la biodiversité dans la planification nationale,

Objectif 16. Promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et inclusives aux fins du développement durable, assurer l'accès de tous à la justice et mettre en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces, responsables et ouvertes à tous

- mettre un terme à la violence, à la maltraitance, à l'exploitation, à la traite et à la mortalité des enfants,
- réduire le trafic d'armes, la criminalité organisée, le terrorisme et la criminalité,
- garantir à tous une identité juridique, l'accès public à l'information et protéger les libertés fondamentales, conformément à la législation nationale et aux accords internationaux,

Objectif 17. Renforcer les moyens de mettre en œuvre le Partenariat mondial pour le développement durable et le revitaliser

1. Finances

Améliorer la mobilisation de ressources nationales et supplémentaires en vue de renforcer les capacités des pays en développement visant à encourager l'investissement,

2. Technologie

Renforcer l'accès à la science, à la technologie et à l'innovation par la coopération internationale dans les domaines de facilitation des technologies respectueuses de l'environnement,

3. Renforcement des capacités

Appuyer les plans nationaux visant à atteindre tous les objectifs de développement durable,

4. Commerce

Promouvoir un système commercial multilatéral universel, réglementé, ouvert, non discriminatoire et équitable

5. Questions structurelles

Cohérence des politiques et des structures institutionnelles mondiales du développement durable et d'élimination de la pauvreté,

Renforcer le Partenariat mondial, public, public-privé permettant de mobiliser et de partager des savoirs, des connaissances spécialisées, des technologies et des ressources financières,

Chapitre 3 : La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE)

3.1. Définition et principes de la GIRE

3.1.1. Notion de gestion intégrée et participative

- Définition de la GIRE : La Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) est une approche qui vise à gérer l'eau de manière holistique, en prenant en compte tous les usages de l'eau (domestique, agricole, industriel) et en intégrant la participation de toutes les parties prenantes (gouvernements, usagers, ONG).

- Gestion intégrée : Elle repose sur le principe d'intégration des dimensions sociales, économiques, et environnementales de l'eau, en assurant une planification et une coordination entre les différents secteurs utilisateurs.

- Participation des parties prenantes : La GIRE encourage une participation active des communautés locales, des ONG, et du secteur privé, pour garantir que les besoins et les préoccupations de tous les acteurs soient pris en compte.

3.1.2. Approche écosystémique et gestion par bassin versant

- *Approche écosystémique* : Cette approche reconnaît les interactions entre l'eau et les écosystèmes naturels. Elle vise à protéger la santé des écosystèmes aquatiques (rivières, lacs, nappes phréatiques) pour garantir une eau de qualité.

- *Gestion par bassin versant* : La gestion par bassin versant prend en compte la totalité d'un bassin fluvial pour gérer l'eau à l'échelle des systèmes naturels. Elle permet de considérer les flux d'eau, les

usages, et les impacts à travers toute la zone géographique d'un bassin, permettant une planification cohérente et efficace.

3.2. Les objectifs de la GIRE

3.2.1. Assurer une gestion équilibrée des ressources hydriques

- *Gestion des usages* : L'objectif est de répartir de manière équitable les ressources en eau entre les différents utilisateurs (agriculture, industrie, consommation humaine) tout en respectant la capacité de renouvellement des ressources.

- *Régulation des flux et des prélèvements* : Un équilibre doit être trouvé entre les prélèvements d'eau et le maintien des débits minimums dans les rivières, ce qui est essentiel pour la biodiversité et les services écosystémiques.

3.2.2. Améliorer la qualité de l'eau, assurer sa disponibilité et sa durabilité

- *Qualité de l'eau* : La GIRE vise à protéger les sources d'eau contre la pollution (domestique, industrielle, agricole), à surveiller la qualité de l'eau et à promouvoir des pratiques de traitement pour la rendre conforme aux normes sanitaires.

- *Disponibilité et durabilité* : En favorisant une utilisation rationnelle de l'eau, la GIRE s'assure que les ressources hydriques restent disponibles pour les générations futures. Cela inclut des pratiques comme la recharge des nappes phréatiques, l'optimisation de l'utilisation de l'eau et la réduction des pertes.

Le résultat des stratégies auront pour objectifs de convertir la gestion intégrée des ressources en eau en une approche globale de

l'eau, en termes d'usages et d'impacts, à l'échelle du bassin versant (échelle minimale). Elle s'appuie sur une approche transversale multi-sectorielle et verticale du local (rivière, ressource...) au global (bassin versant, région) :

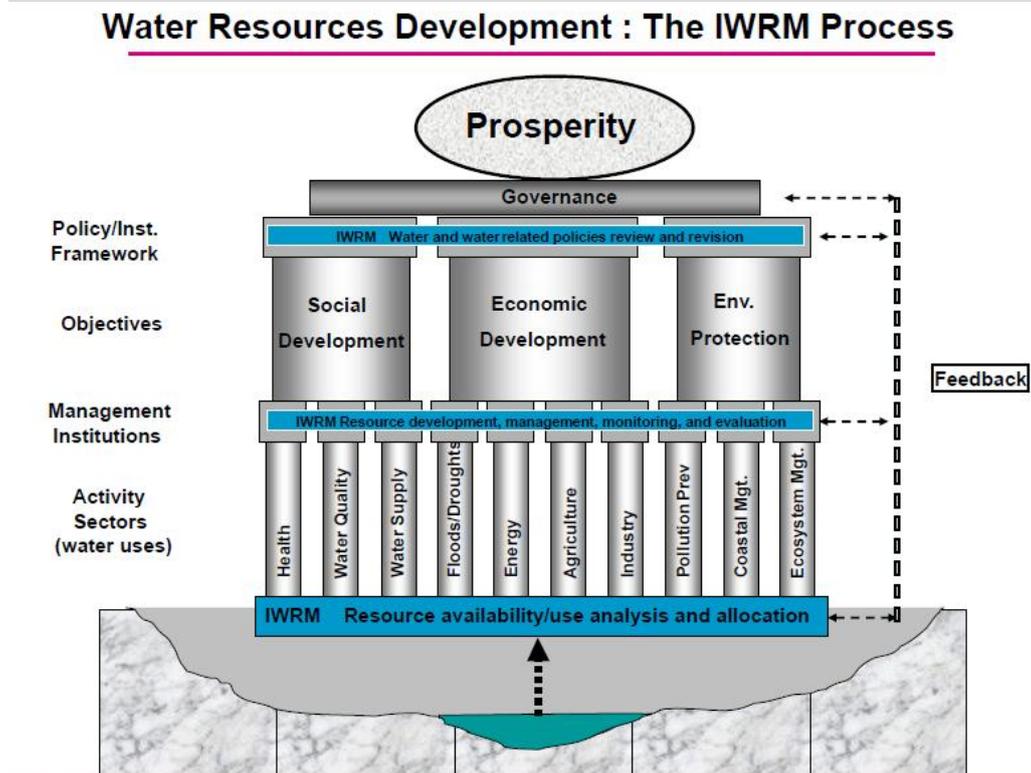


Fig. 03 : Approche globale de la gestion intégrée des ressources en eau (Karambiri, 2007)

Deux systèmes sont identifiés :

Le système naturel (disponibilité, qualité de l'eau) → Enjeu = pérennité du système

Le système humain (utilisation de l'eau, production d'eaux usées..) → Enjeu = bien être socio-économique et de manière équitable

Afin d'atteindre une approche sectorielle et une gestion qui prendrait en compte les deux systèmes il faut mettre en place des structures et des institutions ainsi que l'information sur l'eau.

1. Structures et institutions de la gestion intégrée des ressources en eau

Le schéma suivant récapitule toutes les structures et les institutions nécessaires à la mise en place d'une gestion intégrée des ressources en eau :

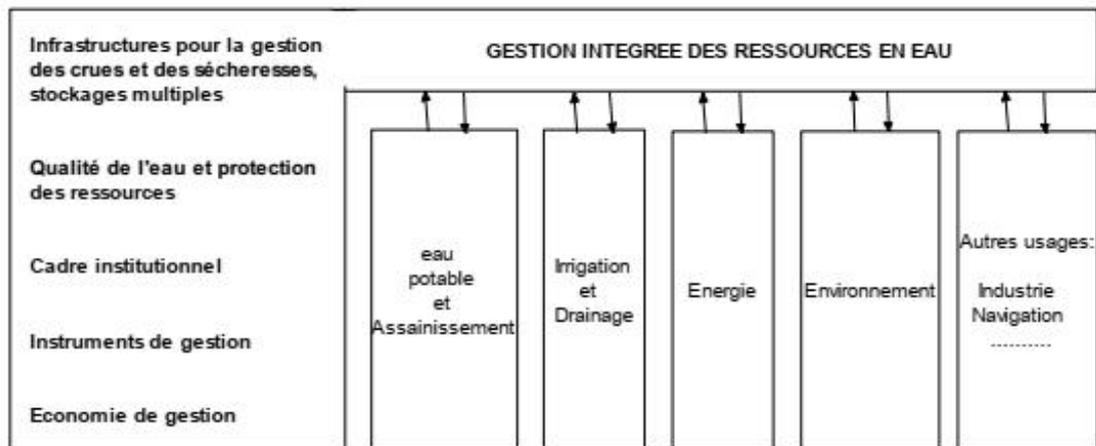


Fig. 04 : Structures et institutions de la gestion intégrée des ressources en eau (CAP-NET, 2005)

2. L'information sur l'eau

S'engager dans la GIRE commence par réaliser un inventaire sur l'état physique des ressources en eau et des écosystèmes, des infrastructures locales, de la législation concernée, des politiques existantes et des activités de gestion actuelles.

L'inventaire doit rassembler les informations nécessaires pour constituer une base de connaissances qui donne une image globale de l'état de la gestion de l'eau. Ces connaissances doivent être fiables et facilement accessibles et consultables par les différents acteurs de la gestion de l'eau.

Le rôle du gouvernement local consiste à identifier les sources et les contacts nécessaires à la collecte de toute information pertinente, de superviser, de coordonner, de participer à la collecte des

informations, de fournir les équipements et ressources nécessaires à la mise en place d'un système efficace de stockage d'informations.

Il s'agit de mettre en œuvre un système d'informations d'aide à la décision concernant la gestion des ressources en eau permettant de récolter, organiser, interpréter et divulguer les informations indispensables aux décideurs.

Le processus de collecte et d'agrégation des informations de fait par étapes résumées ci dessous :



Fig. 05 : Processus d'agrégation de l'information (Bockstaller, 2006)

3.3. Les défis de la GIRE

3.3.1. Défis environnementaux : pollution, surexploitation

- *Pollution des ressources en eau* : La contamination des sources d'eau par les rejets industriels, les pesticides, et les eaux usées non traitées est un problème majeur. La GIRE doit relever le défi de la prévention et du contrôle de la pollution pour protéger la santé publique et les écosystèmes.

- *Surexploitation des ressources*: La consommation excessive d'eau, en particulier dans les secteurs agricoles et industriels, conduit à la surexploitation des nappes phréatiques et des rivières, réduisant la disponibilité future des ressources en eau.

3.3.2. Défis sociaux

- *Accès équitable* : L'un des défis majeurs de la GIRE est de garantir un accès universel et équitable à l'eau potable, surtout pour les populations rurales et vulnérables. Les inégalités d'accès à l'eau sont fréquentes dans les régions où les ressources sont limitées.

- *Gestion des conflits d'usages* : L'eau est une ressource limitée, ce qui engendre des conflits d'usage entre les différents secteurs utilisateurs (agriculture, industrie, consommation urbaine). La GIRE met en place des mécanismes de concertation et de médiation pour gérer ces conflits de manière pacifique.

3.3.3. Défis économiques

- *Coûts de gestion* : La GIRE nécessite des financements pour la gestion et le maintien des infrastructures, la surveillance de la qualité de l'eau, et la mise en place de mécanismes de contrôle et de régulation.

- *Financements durables* : La GIRE doit identifier des sources de financement durables, comme les partenariats public-privé, les redevances pour l'usage de l'eau, ou encore des subventions de l'État pour les projets de gestion intégrée. Ces financements permettent de garantir une gestion continue et de qualité.

3.4. Historique de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)

La GIRE a été évoquée pour la première fois lors de la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement qui s'est déroulée à Dublin en janvier 1992. Depuis, les organisations non gouvernementales internationales ont donné différentes définitions dans le cadre de leurs missions de développement et d'échange des connaissances au niveau international :

✓ A la *conférence de Dublin en 1992*, la déclaration sur l'eau dans la perspective d'un développement durable énonce le principe n° 4 : « L'eau, utilisée à de multiples fins, a une valeur économique et devrait donc être reconnue comme bien économique.

En vertu de ce principe, il est primordial de reconnaître le droit fondamental de l'homme à une eau salubre et à une hygiène adéquate pour un prix abordable. Considérer l'eau comme un bien économique et la gérer en conséquence, c'est ouvrir la voie à une utilisation efficace et à une répartition équitable de cette ressource, à sa préservation et à sa protection ».

✓ A la *Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement*

(CNUED), aussi connue sous le nom de "Sommet planète Terre" en 1992 à Rio de Janeiro, dans l'Agenda 21, le Chapitre 18 dit : « *L'eau doit être considérée comme une ressource finie ayant une valeur économique et une importance certaine*

sur le plan social et économique, compte tenu de la nécessité de répondre aux besoins fondamentaux ».

✓ ***La déclaration ministérielle du 2ème Forum mondial sur l'eau à La Haye en 2000*** annonce que : « Identifier et évaluer les différentes valeurs de l'eau (économique, sociale, environnementale, culturelle) et tenter d'accorder les coûts de stockage et de traitement des eaux aux objectifs d'équité et de réponse aux besoins des populations pauvres et vulnérables ».

✓ ***Le Global Water Partnership (GWP), en 2000***, définit la GIRE comme une gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources associées, en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitaux. Cette définition est celle adoptée par la communauté internationale et la plus répandue.

✓ ***L'organisation internationale de l'eau (OIEAU), en 2001***, attribue à la GIRE trois fonctions principales :

(i) la satisfaction des besoins rationnels et légitimes des différentes catégories d'utilisateurs, en cohérence avec un aménagement approprié des

territoires de bassin, (ii) la préservation durable des ressources et des écosystèmes liés à l'eau, et (iii) la protection contre les risques d'inondation, sécheresse, érosion.

✓ ***La déclaration ministérielle du 3ème Forum mondial sur l'eau à Kyoto en 2003***, ajoute une valeur économique à l'eau.

La déclaration annonce que des fonds devraient être collectés au moyen de méthodes de constatation après recouvrement des coûts, adaptées aux facteurs climatiques, environnementaux et sociaux locaux et du principe "pollueur-payeur", tout en tenant réellement compte des populations démunies. Toutes les sources de financement, public ou privé, national et international, doivent être mobilisées et utilisées de la façon la plus efficiente et la plus efficace qui soit.

✓ *En 2004*, le GWP passe de la définition de la GIRE à la notion de sa mise en œuvre et précise que la GIRE n'est pas un but en elle-même, mais un outil qui permet de s'attaquer aux défis de l'eau et d'optimiser la contribution de l'eau au développement durable. Elle consiste à renforcer des cadres pour la gouvernance de l'eau afin d'encourager des prises de décision appropriées en réponse à des situations et des besoins changeants.

✓ *L'UNESCO en 2006* souligne l'importance des accords internationaux et déclare que la GIRE sera efficace et équitable grâce à une coopération accrue.

3.5. Les principes de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau

La GIRE consiste à répondre à chacun des principes suivants:

Principe 1. L'eau douce est une ressource finie et vulnérable, essentielle au maintien de la vie, au développement et à l'environnement.

Par rapport à ce principe, la GIRE rend nécessaire la coordination de la gamme d'activités humaines qui créent des besoins en eau,

déterminent les utilisations foncières et génèrent des produits de déchets connexes à l'eau.

Principe 2. La mise en valeur et gestion de l'eau devrait se baser sur une approche participative, impliquant les utilisateurs, les planificateurs et les décideurs politiques à tous les niveaux.

L'approche participative est le meilleur moyen pour réaliser un consensus et un accord durable et commun. La décentralisation de la prise de décision au plus bas niveau approprié est une stratégie pour une plus grande participation. La participation concerne la prise de responsabilités, l'identification de l'effet des actions sectorielles sur les autres utilisateurs de l'eau et les écosystèmes aquatiques et l'acceptation de la nécessité du changement pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau pour permettre le développement durable de la ressource. Les gouvernements doivent aider à créer l'opportunité et la capacité de participer, en particulier parmi les femmes et les autres groupes sociaux marginalisés.

Principe 3. Les femmes jouent un rôle central dans l'approvisionnement, la gestion et la sauvegarde de l'eau.

La GIRE exige une conscience du « Genre » en développant la participation entière et efficace des femmes à tous les niveaux de la prise de décision. Faire participer ensemble les hommes et les femmes dans les rôles influents à tous les niveaux de la gestion de l'eau peut accélérer la réalisation de sa pérennité et permettre une gestion de l'eau de manière intégrée et durable.

Principe 4. L'eau a une valeur économique dans toutes ses utilisations concurrentes et devrait être reconnue aussi bien comme bien économique que bien social. Dans ce principe,

la valeur de l'eau, reconnue importante relativement à son allocation comme ressource rare, est obtenue par des moyens de régulation ou des moyens économiques. L'eau a une valeur en tant que bien économique de même que bien social.

Il est essentiel de reconnaître d'abord le droit fondamental de tous les êtres humains à avoir accès à l'eau potable et à l'assainissement à un prix accessible. La facture de l'eau s'applique pour soutenir les groupes désavantagés, affecter le comportement envers la conservation et l'utilisation efficace de l'eau, offrir des incitations pour la gestion de la demande et assurer un recouvrement des coûts.

3.6 .Concepts de la GIRE

L'objectif principal de la GIRE repose sur les concepts de l'équité sociale, l'efficacité économique et la durabilité écologique :

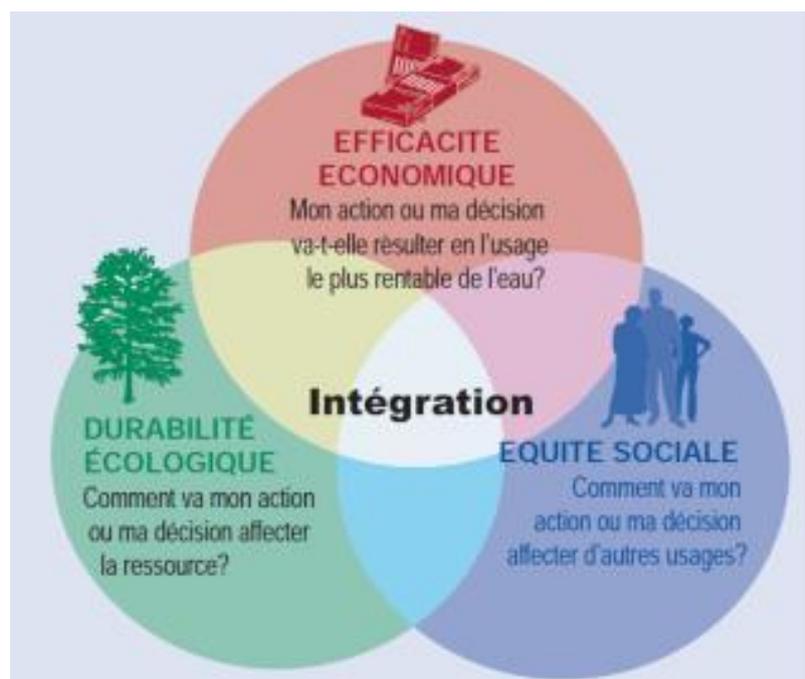


Fig. 06 : Concepts de base de la GIRE

3.6.1. Équité sociale

Le concept de l'équité sociale concerne les conséquences de décisions et d'actions auxquelles différents usagers de l'eau font face. L'accent est mis particulièrement sur l'équité en ce qui concerne l'accès et l'usage des ressources en eau et les bénéfices dérivés pour tous les groupes sociaux, indépendamment de leur statut économique, emplacement géographique et des caractéristiques individuelles de leurs membres, telles que les différences de sexe, âge, état de santé ou niveau de revenus.

3.6.2. Efficacité économique

L'efficacité économique traduit le besoin d'utiliser de la façon la plus économique possible les ressources en eau pour maximiser les retours sur la valeur et ainsi atteindre le plus grand bénéfice pour le plus grand nombre de personnes. Cette valeur ne se calcule pas seulement en prix ; elle doit aussi comprendre les coûts et bénéfices sociaux et environnementaux actuels et futurs.

3.6.3. Durabilité écologique

La durabilité écologique reconnaît l'environnement comme usage à part entière et exige de maintenir les services fournis par les écosystèmes. Par conséquent, il ne faut pas réduire les ressources en eau au-delà de tout espoir de réapprovisionnement par procédés naturels ou intervention humaine. Ceci s'applique à la génération actuelle mais aussi à celles qui vont suivre

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) représente une réponse aux besoins multiples et parfois conflictuels liés à l'eau, en assurant un équilibre entre les besoins humains et la préservation

des écosystèmes aquatiques. L'approche GIRE, en intégrant les dimensions participative, écosystémique et territoriale, vise à protéger la qualité de l'eau, garantir une gestion durable et améliorer l'accès équitable à cette ressource essentielle, malgré les défis environnementaux, sociaux et économiques rencontrés.

Chapitre 4 : La mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau

4.1. Les étapes de la mise en œuvre de la GIRE

4.1.1. Diagnostic de la situation hydrique et cartographie des ressources

- *Diagnostic hydrique*** : La première étape consiste à évaluer l'état des ressources en eau (quantité, qualité, distribution). Cela inclut l'analyse des besoins des différents secteurs (agriculture, industrie, consommation domestique) ainsi que l'état des écosystèmes aquatiques.

- *Cartographie des ressources* : Elle permet de représenter les ressources en eau sur une carte, montrant les zones d'abondance ou de pénurie, les flux d'eau, et les points de prélèvement et de rejet. Cet outil est essentiel pour planifier les usages de manière équilibrée et informée.

4.1.2. Développement d'un plan d'action intégré

- *Planification stratégique* : Le plan d'action doit définir des objectifs clairs pour la gestion de l'eau, en intégrant des priorités locales, régionales et nationales. Ce plan inclut des actions pour la conservation, la gestion des ressources, et des stratégies pour réduire la pollution.

- *Allocation des ressources* : Le plan d'action doit également allouer des ressources (financières, humaines, technologiques) pour garantir la réalisation des objectifs. Les actions doivent être spécifiques et adaptées aux besoins du territoire et aux enjeux locaux.

4.1.3. Coordination entre les acteurs et parties prenantes

- *Rôle des parties prenantes* : La réussite de la GIRE dépend de la coopération entre divers acteurs : gouvernements, communautés locales, secteur privé, organisations non gouvernementales (ONG), et chercheurs.

- *Mécanismes de concertation* : Des forums, tables rondes et autres mécanismes de concertation permettent à chaque acteur de participer activement aux décisions, d'exprimer ses besoins et de résoudre les conflits d'usage.

4.2. Études de cas de la GIRE

4.2.1. Exemples de projets réussis de gestion intégrée de l'eau

- *Bassin du Nil* : Dans le bassin du Nil, la coopération entre les pays partageant les ressources du fleuve a permis une gestion plus équilibrée de l'eau, en prenant en compte les besoins agricoles, industriels, et environnementaux.

- *Bassin du Rhône (France)* : Le bassin du Rhône est un exemple réussi d'application de la GIRE en Europe. La concertation entre les acteurs locaux et nationaux a permis de mettre en place des pratiques pour protéger la qualité de l'eau et préserver les écosystèmes.

4.2.2. Analyse des facteurs de réussite et des obstacles rencontrés

- *Facteurs de réussite* : Une gouvernance efficace, la participation active des parties prenantes et une planification à long terme sont des facteurs clés. Les financements adéquats et le soutien politique renforcent également la réussite des projets.

- *Obstacles courants* : Les conflits entre pays riverains, le manque de financements durables, la faible capacité technique et des défis comme la pollution transfrontalière peuvent compliquer la mise en œuvre de la GIRE.

4.3. Suivi et évaluation

4.3.1. Indicateurs de performance pour la gestion de l'eau

- *Indicateurs quantitatifs et qualitatifs* : Ils permettent d'évaluer l'impact des actions. Par exemple, les taux de rétention d'eau, la qualité de l'eau, l'accessibilité pour les usagers, ou le degré de satisfaction des communautés.

- *Suivi des changements environnementaux* : Mesurer l'impact de la GIRE sur les écosystèmes locaux (biodiversité, qualité des sols et de l'eau) permet de vérifier si les objectifs de durabilité sont atteints.

4.3.2. Processus de suivi, d'évaluation et d'amélioration continue

- *Suivi continu* : Le suivi régulier permet de détecter les dérives et de réajuster les actions au fur et à mesure. Des audits périodiques et des inspections de terrain permettent de mesurer la progression des objectifs.

- *Amélioration continue* : À partir des résultats des évaluations, les plans de GIRE peuvent être ajustés pour mieux répondre aux besoins locaux et résoudre les difficultés identifiées.

4.4. Perspectives et innovations**

4.4.1. Nouvelles technologies dans la gestion des ressources en eau

- *Capteurs et surveillance en temps réel* : Les capteurs permettent de suivre en temps réel la qualité de l'eau (température, pollution, niveau de nutriments), améliorant la gestion et les interventions.

- *Intelligence artificielle et analyse des données* : L'intelligence artificielle (IA) aide à prévoir les variations de disponibilité de l'eau, à optimiser les prélèvements et à mieux gérer la distribution des ressources.

4.4.2. Développement des infrastructures vertes pour la protection des ressources en eau

- *Infrastructures vertes* : Elles intègrent des solutions naturelles (zones humides, zones de rétention naturelles) pour filtrer l'eau, gérer les crues, et protéger les ressources hydriques tout en favorisant la biodiversité.

- *Avantages des infrastructures vertes* : Elles offrent des solutions durables et économiques pour la gestion de l'eau, en réduisant la nécessité de constructions lourdes, diminuant les coûts d'entretien et les impacts écologiques.

La mise en œuvre de la GIRE exige une approche coordonnée et progressive, basée sur une connaissance précise des ressources et des besoins, des objectifs bien définis, et une gouvernance participative. L'évaluation et le suivi continus, ainsi que l'adoption de nouvelles technologies, renforcent la durabilité des projets. Ces approches et innovations, comme l'intelligence artificielle et les infrastructures vertes, jouent un rôle clé dans l'amélioration de la gestion intégrée des ressources en eau et la protection des écosystèmes associés.

Bibliographie

1. Rapport Brundtland (1987)
 - Commission mondiale sur l'environnement et le développement des Nations Unies. *Notre avenir à tous*. ONU, 1987.
2. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (1992). Agenda 21: Programme d'action pour le 21e siècle. Rio de Janeiro, 1992.
3. Organisation des Nations Unies (ONU) – Objectifs de Développement Durable. Nations Unies. 'Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development'. New York, 2015.
4. R. Kates, W.C. Clark, R. Corell, et al. (2001). Sustainability Science. Science, vol. 292, n° 5517, 2001, pp. 641-642.
5. Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, 2005.
6. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems at Risk. Rome, FAO, 2011.
7. Banque Mondiale (2003). World Development Report 2003: Sustainable Development in a Dynamic World. Banque Mondiale, 2003.
8. F. Pearce (2012). The Coming Famine: The Global Food Crisis and What We Can Do to Avoid It. Beacon Press, 2012.
9. **Fondation pour la Nature (WWF). Living Planet Report. Disponible sur le site de WWF (mise à jour tous les deux ans).
10. F. Gagnon-Lebrun et M. Lafontaine (2009). iGuide pour un développement durable : Principes, pratiques et enjeux. Québec, 2009.
11. Organisation des Nations Unies (ONU). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York, 2015.
12. Organisation pour la coopération et le développement économique (OCDE). Stratégies de développement durable : guide de bonnes pratiques. OCDE, 2001.

-
13. ISO (International Organization for Standardization). ISO 14001: Systèmes de management environnemental - Exigences et lignes directrices pour leur utilisation. ISO, Genève, 2015.
 14. Commission Européenne. Directive-cadre sur l'eau : 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Bruxelles, 2000.
 15. Banque Mondiale (2003). World Development Report 2003: Sustainable Development in a Dynamic World. Banque Mondiale, 2003.
 16. J. De Bruijn et E. Ten Heuvelhof (2002). Management of Complex Networks: Strategic Coordination in Public Administration and Policy. Routledge, 2002.
 17. WWF - Living Planet Report. Living Planet Report*. Mise à jour bisannuelle, disponible sur le site de WWF.
 18. P. Cranston et M. Hammond (2002). Partnerships for Sustainable Development. Earthscan Publications, 2002.
 19. FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). Guidelines for Sustainable Agriculture and Rural Development. FAO, 1999.
 20. R. Goodland et H. Daly (1996). Environmental Sustainability: Universal and Non-Negotiable Principles. Ecological Applications, vol. 6, n°4, 1996, pp. 1002-1017.
 21. Global Water Partnership (GWP). Integrated Water Resources Management (IWRM) Toolbox. GWP, 2015.
 22. ONU Environnement - Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Atlas de l'eau et du développement durable en Afrique*. PNUE, 2010.
 23. United Nations World Water Assessment Programme (WWAP). UNESCO. The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and Cooperation for Water. UNESCO, 2023.
 24. Savenije, H. H. G., & Van der Zaag, P. Integrated Water Resources Management: Concepts and Issues. Elsevier, 2008.

-
25. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Water Resources Management and Governance. FAO, 2016.
 26. Chéret, I., & Lefebvre, P. La gestion intégrée des ressources en eau : défis et perspectives*. Editions L'Harmattan, 2014.
 27. Institut International de Gestion de l'Eau (IWMI). Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Earthscan, 2007.
 28. Pahl-Wostl, C. Water Governance in the Face of Global Change: From Understanding to Transformation. Springer, 2015.
 29. World Bank. Water Resources Management - A Policy Paper. World Bank, 1993.
 30. Comité français de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Gestion intégrée de l'eau et conservation de la biodiversité : des approches complémentaires. UICN, 2005.
 31. Global Water Partnership (GWP). Integrated Water Resources Management (IWRM) Toolbox. GWP, 2015.
 32. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins versants : Bonnes pratiques et stratégies d'adaptation. FAO, 2017.
 33. UNESCO & World Water Assessment Programme (WWAP). The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and Cooperation for Water. UNESCO, 2023.
 34. Cosgrove, W. J., & Rijsberman, F. R. World Water Vision: Making Water Everybody's Business. Earthscan, 2000.
 35. Banque mondiale. The Role of Green Infrastructure in Managing Water Resources*. World Bank, 2020.
 36. Institut International de Gestion de l'Eau (IWMI). Water Data and Knowledge for Sustainability: Applications of Remote Sensing and AI for Water Resources. IWMI, 2022.

-
37. Pahl-Wostl, C. *Water Governance in the Face of Global Change: From Understanding to Transformation*. Springer, 2015.
38. Grigg, N. S. *Integrated Water Resources Management: An Interdisciplinary Approach*. Palgrave Macmillan, 2016.
39. Comité Français de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). *Vers une gestion durable de l'eau : le rôle des écosystèmes et de la biodiversité dans la gestion intégrée des ressources en eau*. UICN, 2018.
40. European Environment Agency (EEA). *Sustainable Water Management in Europe*. EEA, 2020.