

3.2 - Mobilisation des ressources alternatives

3.2.1 - Mobilisation des eaux souterraines

Analyse des alternatives à l'utilisation de l'eau potable pour l'arrosage des espaces verts, le remplissage des lacs et le lavage de la voirie dans la ville de Porto, Portugal.

Problématique

Actuellement, la ville de Porto arrose les espaces verts, remplit ses étangs et nettoie la voirie, avec l'eau provenant du réseau d'eau potable. Cette situation se traduit par un usage ni efficace ni efficient de la ressource en eau qui peut avoir des conséquences sur le développement urbanistique de la ville de Porto (disponibilité pour la nouvelle population et dimensionnement du réseau). Les eaux souterraines des nappes profondes et superficielles, qui par augmentation du niveau phréatique, déclenchent des phénomènes d'inondations dans un arrêt de métro de la ville, ne sont pas, à ce jour exploitées pour des usages secondaires. Ces eaux s'écoulent directement dans le réseau des eaux pluviales sans aucune valorisation de cette ressource.

De la même façon l'interrelation existante entre le réseau des eaux pluviales, le réseau d'assainissement et les anciennes galeries souterraines contribue à la dégradation de la qualité des eaux superficielles et souterraines.

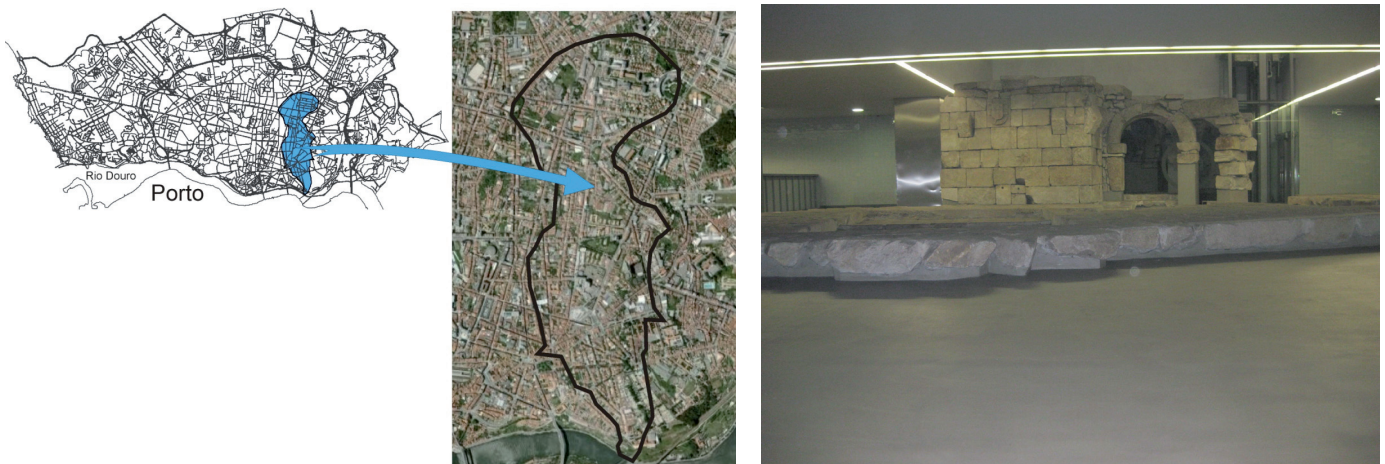


Figure 3 : localisation du bassin versant de la rivière do Poço das Patas et Arca do Mijavelhas dans la station de métro do 24 de Agosto

Actions réalisées

- Collecte des données sur la disponibilité et la qualité des eaux souterraines et superficielles.
- Numérisation, actualisation et validation du cadastre des réseaux pluviaux.
- Identification et quantification des écoulements des eaux souterraines dans les réseaux des eaux pluviales.
- Identification et caractérisation des possibles sources de contamination.
- Quantification des besoins en eau pour arroser les espaces verts, remplir les étangs et nettoyer la voirie ainsi que la détermination des consommations actuelles d'eau potable pour ces usages.
- Réalisation d'une analyse économique de viabilité de la réutilisation des eaux souterraines.
- Proposition d'amélioration des instruments de l'aménagement du territoire et gestion de l'urbanisme.

Expérimentation

A - Caractérisation du territoire

Le bassin versant pilote avec 185 ha de surface et une population de 19 000 habitants, est une zone fortement urbanisée qui comprend deux importants et emblématiques espaces verts de la ville de Porto : Jardin 24 de Agosto et Paulo Vallada.

Caractérisation de la ressource et de la demande

Malgré un climat humide marqué par des pluies abondantes dans la région de Porto, la période entre mai et septembre présente un déficit entre les ressources disponibles et la demande en eau.

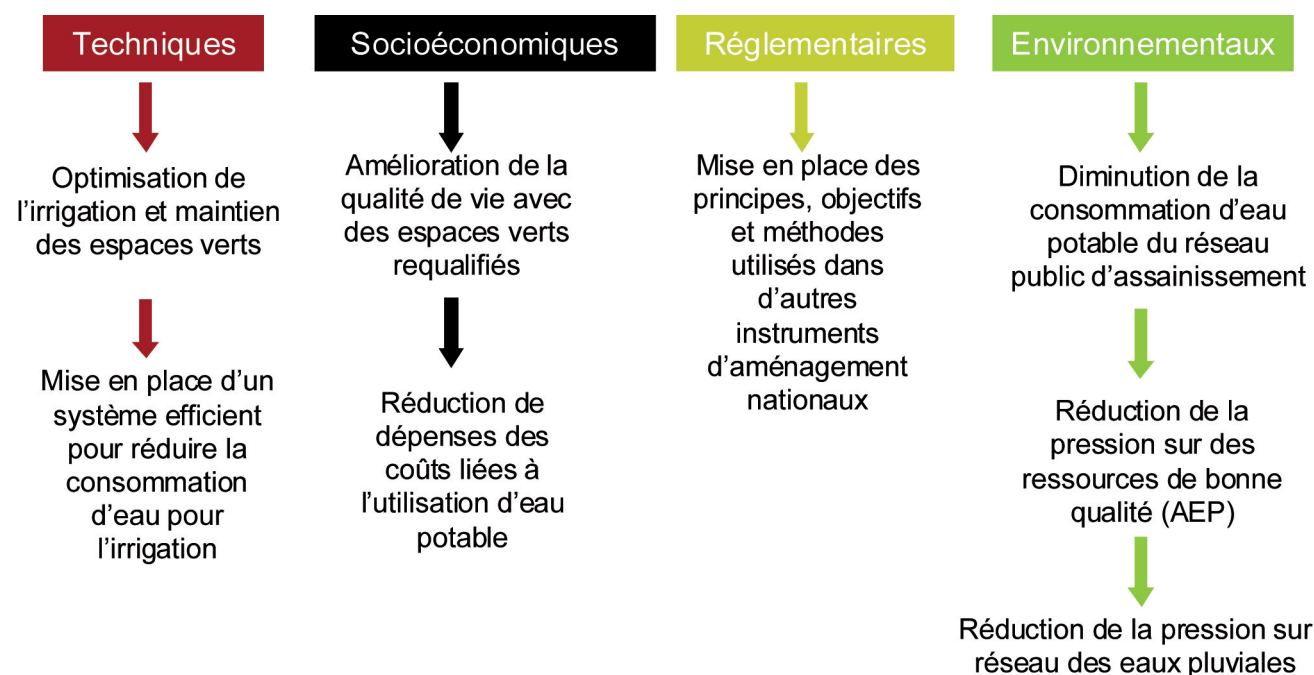
La caractérisation des aquifères (propriétés hydrauliques et de productivité) a permis de mettre en évidence les relations hydrauliques entre eaux superficielles, eaux souterraines et eaux pluviales ont été identifiées.

Un diagnostic qualitatif préliminaire a été réalisé afin de collecter des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et écotoxicologiques des eaux. Une pollution organique et microbiologique dans les eaux les plus superficielles et les plus polluées a été démontrée. Seulement quelques points prélevés contiendraient des taux de nitrates supérieurs à ceux qui sont énoncés par la législation⁵ en ce qui concerne la qualité de l'eau pour l'arrosage des espaces verts. Par contre, en termes microbiologiques, et même si le niveau de pollution diminue considérablement avec la profondeur des forages, l'utilisation directe des eaux souterraines superficielles pourrait mettre en danger la santé publique. De ce fait, l'eau doit être traitée avant d'être utilisée.

La demande en eau pour l'arrosage des parcs, pour le remplissage des étangs et pour le lavage de voirie a été calculée. En même temps, depuis 2010, le volume d'eau extrait par jour des stations de métro est estimé et le niveau d'eaux souterraines dans les puits et forages a été enregistrée. Ceci a permis de réaliser une analyse de l'équilibre entre la ressource disponible et les besoins ou la demande des usages testés».

B - Analyse de la stratégie

Atouts



⁵ Décret-loi n 236/98 de 1^{er} Août

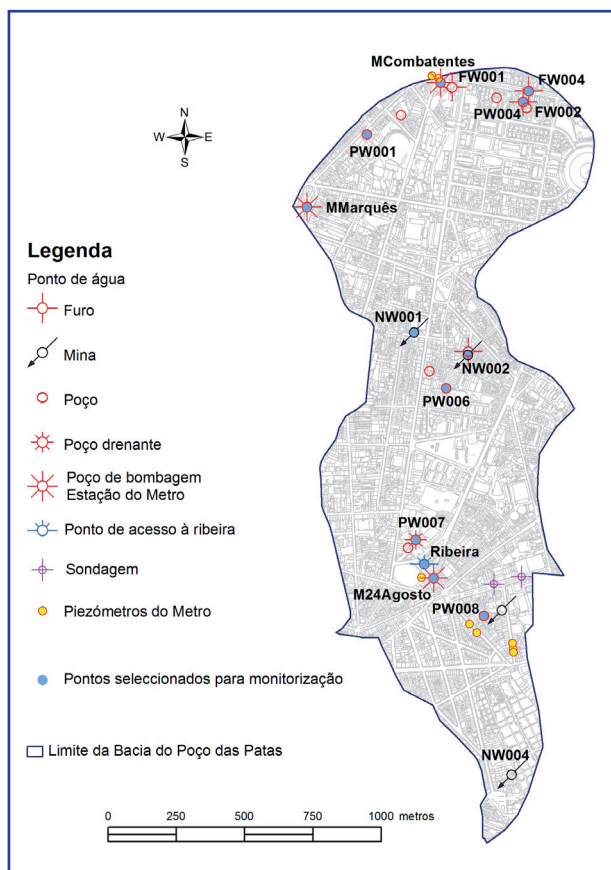
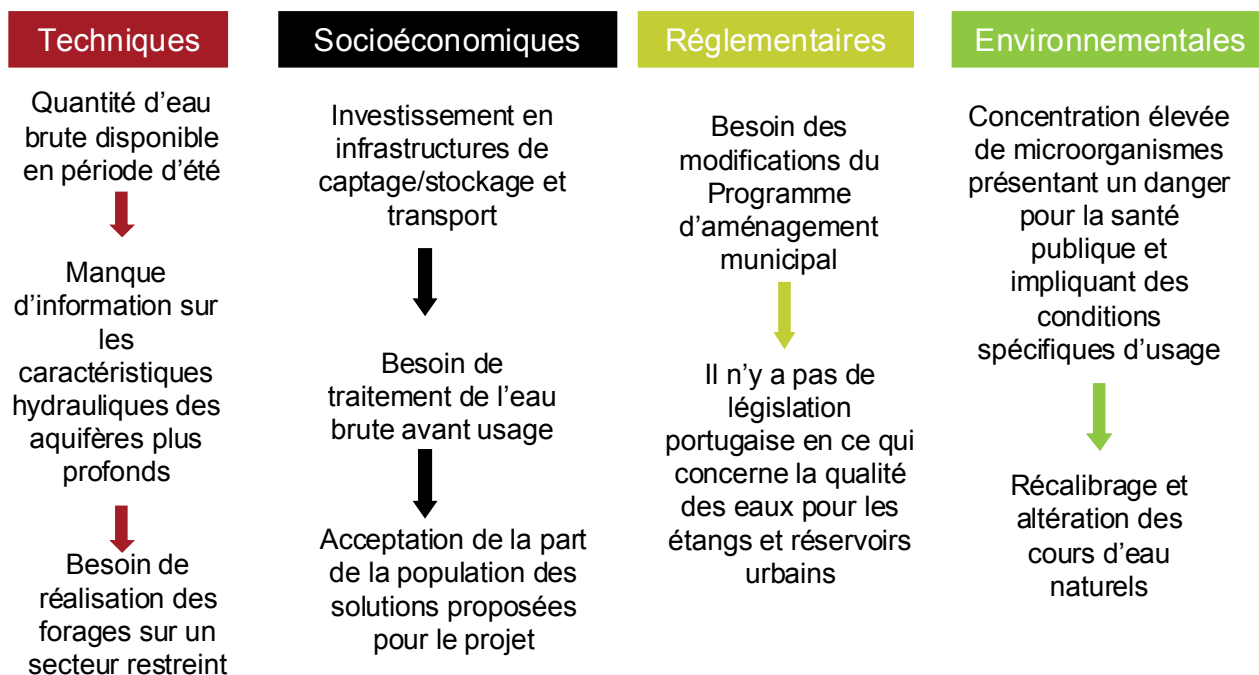
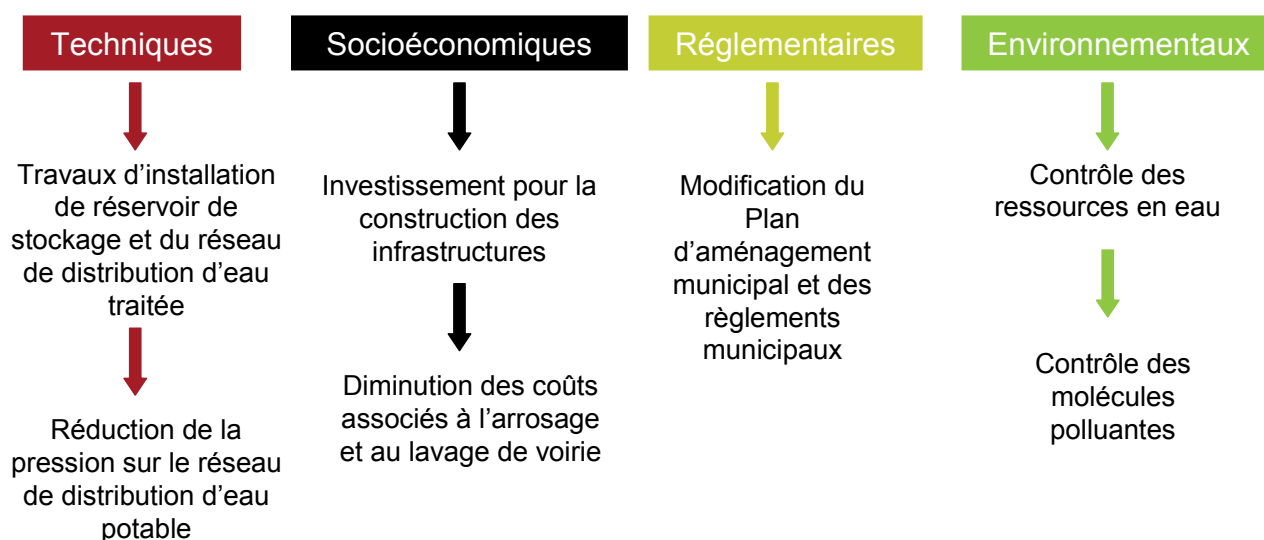


Figure 4 : points de mesure identifiés dans le bassin versant de la rivière do Poço das Patas

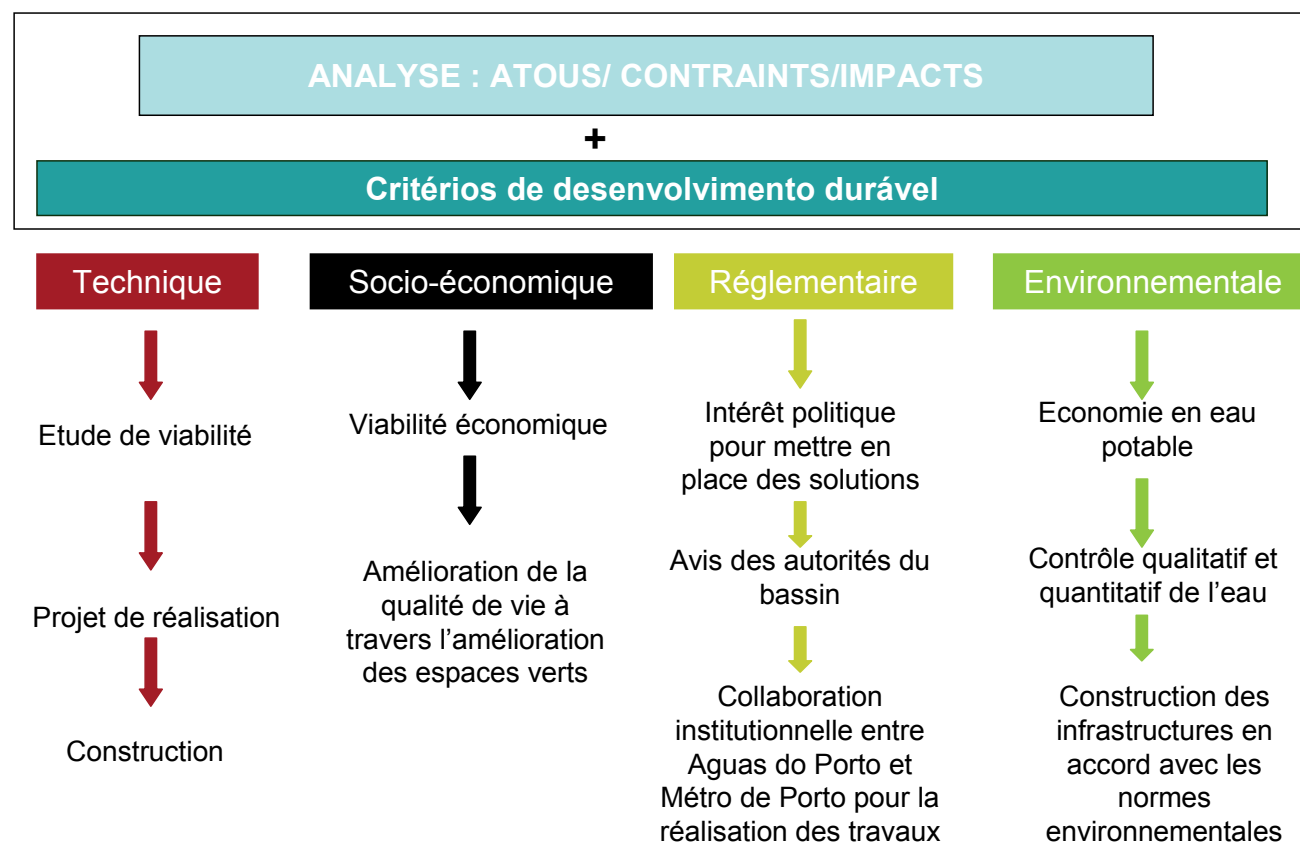
Contraintes



Impacts



Faisabilité



C - Résultats

La gestion quantitative conjointe (ou couplée) des eaux souterraines et des eaux de surface permet de diversifier les sources d'approvisionnement. En s'appuyant à la fois sur des ressources souterraines et de surface, de natures différentes et complémentaires, le gestionnaire pourra entre autres, allouer les ressources en fonction des usages. La gestion des eaux souterraines entraîne des coûts supplémentaires d'extraction, de traitement, de développement des réseaux qui pourront être différents en fonction des usages dont les besoins en termes de qualité d'eau sont différents.

Les ressources souterraines doivent être protégées non seulement d'un point de vue quantitatif (surexploitation des nappes) mais aussi d'un point de vue qualitatif de manière à pouvoir assurer son utilisation pour l'eau potable à long terme pour les générations futures.

Les eaux souterraines plus superficielles pourraient polluer les nappes plus profondes, donc même si des études devaient se poursuivre afin de mieux caractériser les niveaux des aquifères plus profonds, la solution durable passera par l'élimination des points de pollution.

La mise en place d'une stratégie durable sous forme d'un système de distribution pour l'arrosage à long terme et pour la totalité de la ville de Porto devra être traitée à une échelle pertinente afin d'adapter les infrastructures existantes pour respecter l'équilibre environnemental et hydrologique.

Les résultats obtenus sont décisifs et indispensables pour l'implantation de cette stratégie de substitution d'eau potable par l'eau souterraine pour des usages secondaires. Le schéma directeur de la ville de Porto et les différents règlements existants devraient inclure des recommandations et des adaptations en fonction des différentes caractéristiques des ressources en eau. Ceci permettra de développer la ville et d'accueillir de nouvelles populations en faisant une gestion plus raisonnée, durable et efficace des ressources.

Partant du scénario de référence où l'eau potable du réseau de distribution est utilisée pour arroser les espaces verts, pour remplir les étangs et pour nettoyer la voirie, deux scénarios ont été testés :

Scénarios	Description
Scénario «forage»	<p>Le scénario «forage» prévoit l'exécution de deux captages d'eau à une profondeur minimale de 100 m. Il prévoit également un réservoir de 250 m³. L'eau provenant de ce réservoir sera utilisée pour l'arrosage, pour remplir l'étang du parc et pour remplir des réservoirs pour le lavage des rues.</p> <p>Les captages pourront fournir 1 l/s d'eau. La main d'œuvre est la même que celle du scénario de référence (situation actuelle).</p>
Scénario «métro»	<p>Le scénario «métro» prévoit l'utilisation de l'eau provenant de la station de pompage du métro. Le débit est de 2l/s. Le schéma de fonctionnement est le même que pour le scénario «forage». Il est prévu l'exécution d'un forage en cas de diminution de l'eau disponible du pompage de la station de métro en période d'été.</p> <p>L'eau de pompage de la station est plus superficielle que celle des captages. La main d'œuvre est la même que celle du scénario de référence.</p>

Tableau 1 : scénarios testés dans le cas d'étude de Porto

L'intérêt des résultats économiques n'est pas celui calculé à partir d'un seul jardin. Le vrai intérêt consiste à analyser l'intérêt d'une politique globale de gestion des espaces verts et de nettoyage de la voirie en substituant l'eau potable par des eaux souterraines pour l'ensemble de la ville de Porto.

A partir de la taille moyenne des jardins de la ville et des volumes totaux d'eau utilisés pour l'arrosage des espaces verts, un jardin moyen a été construit pour ensuite extrapoler les résultats à l'ensemble des espaces verts de la ville de Porto. La même procédure a été suivie pour d'autres usages comme le lavage de la voirie et les fontaines. Les coûts calculés pour chacun des scénarii incluent les coûts d'investissement (y compris le traitement de l'eau) du maintien et du fonctionnement.

Les résultats obtenus pour chacun des scénarii sont les suivants :

	Parc moyen			Scénario global		
Résultats économiques	Mesure de Réf référence optimum	Mesure FORAGE	Mesure METRO	Scénario réf référence optimum	Scénario FORAGE	Scénario METRO
Volume économisé (en m³ /an)					5803	5803
1 jardin (ex : campo...)		4 907	4 907		4 907	4 907
1 fontaine & lavage de rue		896	896		896	896
Nombre de jardins /quartiers	1	1	1	111	111	111
Volume économisé (total bassin, en millier m³/an)		5 803	5 803	0	645 040	645 040
Volume arrosage jardins concerné		4 907	4 907	0	545 410	545 410
Volume de lavage de rue, fontaines, nettoyage de locaux		896	896	0	99 630	99 630
Coût pour la société	1144	9 721	11 044	127 188	1 080 351	1 227 382
Variation coût eau potable en production		-1 679	-1 679	0	-212 350	-212 350
Coût total	1144	8 042	9 365	127 188	868 000	1 015 031
Ratio coût-efficacité (€/m³) SOCIETE		1,39	1,61		1,35	1,57
Delta Ref Coût total Municipalité		8 418	9 741		1 079 049	1 226 079
Ratio coût-efficacité (€/m³) Municipalité		1,45	1,68		1,67	1,90
Impact sur le prix de l'eau		0,025%	0,025%		2,825%	2,825%
Impact sur la consommation		-0,005%	-0,005%		-0,565%	-0,565%

Tableau 2 : résultats de l'analyse économique du cas d'étude du Porto

Le coût pour la société est calculé en tenant compte du coût de la baisse de production d'eau potable (hypothèse que les coûts variables de la production d'eau ne représentent que 20% du coût total).

Globalement le scénario «forage» est plus intéressant que celui du «métro» autant pour l'ensemble de la société que pour la municipalité (l'efficacité est la même)

En ce qui concerne le prix de l'eau et la consommation d'eau, la diminution du niveau de consommation n'est pas très significative, pourtant l'impact sur le prix de l'eau est plus perceptible. Compte-tenu qu'il est probable que les conditions de référence changent (disponibilité des ressources et prix de l'eau) ces résultats seraient plus encourageants.

Quelques conclusions ont été tirées de l'évaluation de la prise en compte du développement durable dans ce cas d'étude. Un atelier a été organisé pour identifier les points forts et faibles du projet par rapport à 29 indicateurs et identifier des pistes possibles d'amélioration (cf Annexe 3.La grille RST 02).

Comme l'indique l'illustration suivante, où le profil en rouge correspond au profil neutre du développement durable et la partie en bleu correspond aux résultats de l'évaluation du projet, la dimension économique est celle qui est la moins bien prise en compte.

Lors de l'atelier, il a été proposé d'étudier de nouveaux scénarios alternatifs, en tirant profit par exemple des infrastructures déjà existantes. Il a également été proposé d'analyser d'autres alternatives de traitement de l'eau ou la possibilité d'augmenter le prix de l'eau. Les autres dimensions ont été bien prises en compte. Il a toutefois été recommandé d'améliorer les relations institutionnelles avec les autorités du bassin, et la gestion du projet en termes politiques et financiers.

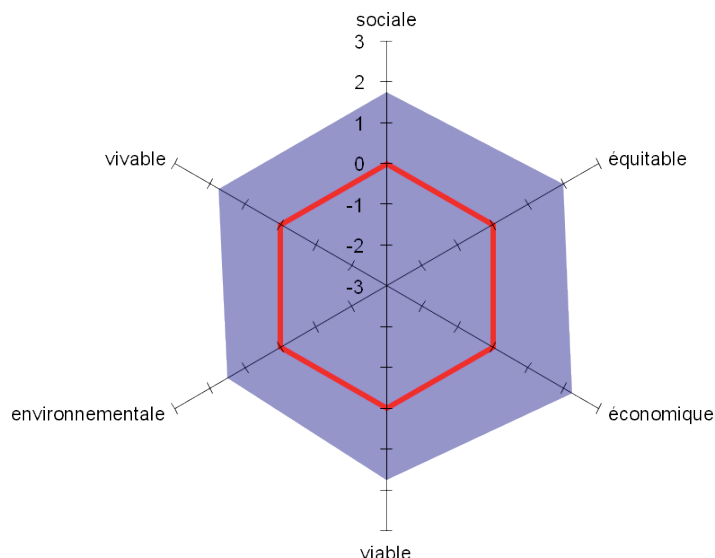


Figure 5 : profil du développement durable du cas d'étude de Porto

D. Carte conceptuelle du cas d'étude

Voici une représentation graphique du cas d'étude de Porto sous la forme d'une carte conceptuelle qui permet de rendre lisible et facile la lecture et la compréhension du cheminement et actions réalisées dans ce cas d'étude.

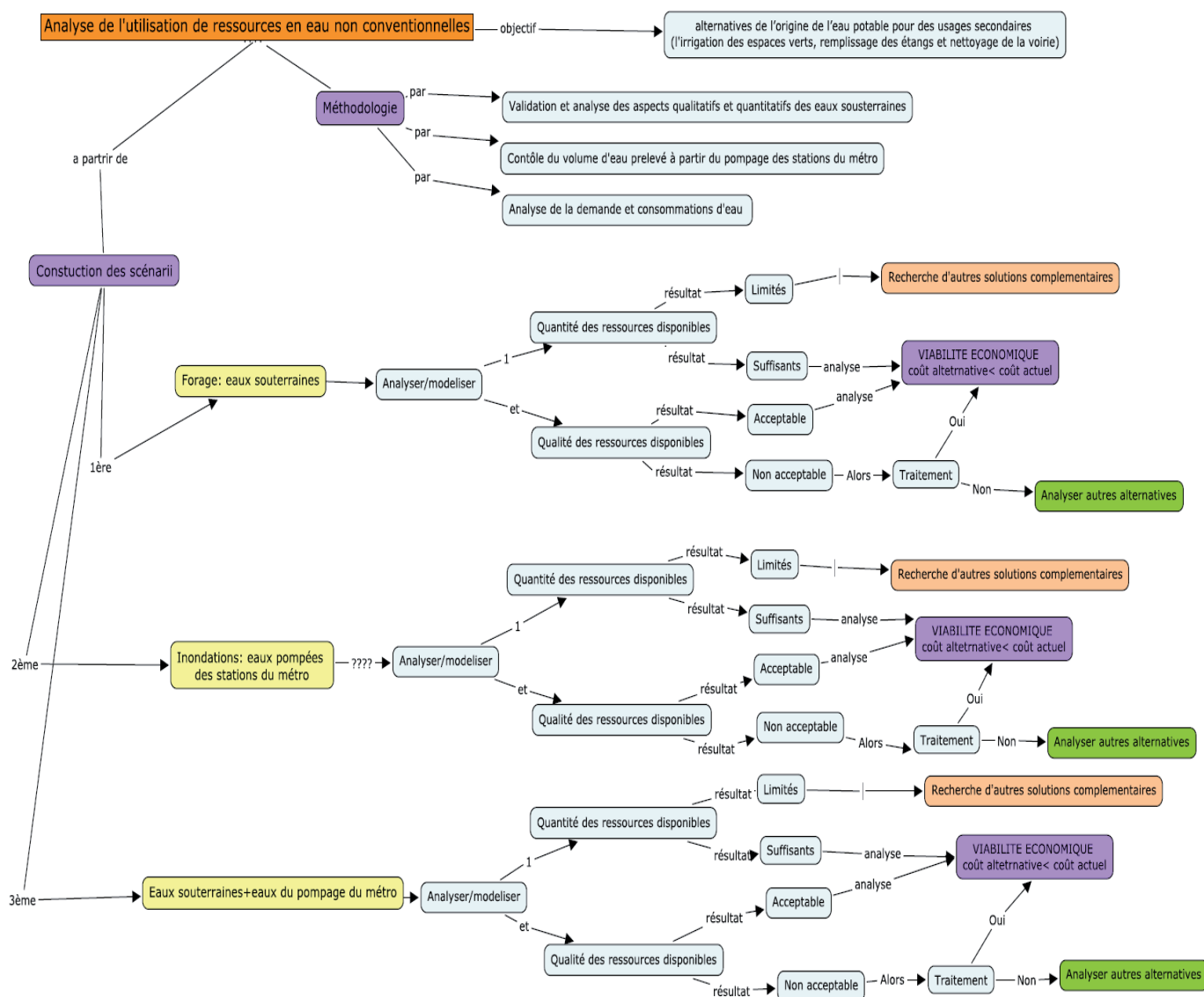


Figure 6 : carte conceptuelle du cas d'étude de Porto