



HAL
open science

Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable guide pour l'élaboration du plan d'actions : Volume 2 Plan d'actions détaillé et hiérarchisé

C. Aubrun, Alain Husson, Julie Pillot, Eddy Renaud

► To cite this version:

C. Aubrun, Alain Husson, Julie Pillot, Eddy Renaud. Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable guide pour l'élaboration du plan d'actions : Volume 2 Plan d'actions détaillé et hiérarchisé. [Rapport de recherche] irstea. 2015, pp.58. hal-02605760

HAL Id: hal-02605760

<https://hal.inrae.fr/hal-02605760>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable

Guide pour l'élaboration du plan d'actions
Volume 2 : Plan d'actions détaillé et hiérarchisé

Décembre 2015

Auteurs et contributeurs

Nous souhaitons ici remercier très chaleureusement toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce guide en apportant leur temps, leur expertise scientifique, technique et financière dans les différents groupes de travail qui ont permis d'élaborer ce document.

Auteurs

- **Claire AUBRUN**, Ingénieur (Irstea¹), claire.aubrun@irstea.fr
- **Alain HUSSON**, Ingénieur (Irstea), alain.husson@irstea.fr
- **Julie PILLOT**, Ingénieur (Irstea), julie.pillot@irstea.fr
- **Eddy RENAUD**, Ingénieur (Irstea), eddy.renaud@irstea.fr

(1) Irstea – Groupement de Bordeaux – 50 avenue de Verdun, Gazinet 33612 CESTAS Cedex

Correspondants

ONEMA

- **Eric BREJOUX**, Direction de la connaissance et de l'information sur l'eau, eric.brejoux@onema.fr
- **Claire JOUVE**, Direction de la connaissance et de l'information sur l'eau, claire.jouve@onema.fr
- **Bénédicte AUGÉARD**, Direction de l'action scientifique et technique, benedicte.augeard@onema.fr

Partenaire : groupe de travail (ASTEE)

- Agence de l'eau Adour-Garonne : **Lauriane BOULP, Eric PECHERAND**
- Agence de l'eau Artois-Picardie : **Karine VALLEE**
- Agence de l'eau Loire-Bretagne : **Emmanuel PICHON**
- Agence de l'eau Rhin-Meuse : **Julie CORDIER**
- Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse : **Alice HUNAUULT**
- Agence de l'eau Seine-Normandie : **Véronique LAHOUSSINE**
- Canaliseurs de France : **Leslie LAROCHE**
- Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt : **Eric THOUVEREZ**
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie : **Ludovic HAUDUROY**
- Nîmes Métropole : **Franck PAILLARD (AITF)**
- OIEAU : **Jean-Luc CELERIER, Cyril GACHELIN, Omar KHEDHER**
- SAUR : **Damien LEHEMBRE**
- SEDIF : **Sylvain CHARRIERE**
- Suez Environnement : **Jean-François RENARD**
- UMR GESTE Irstea-ENGEES : **Caty WEREY**
- Veolia Environnement : **Marion CLAUZIER, Frédéric BLANCHET**

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : national

Couverture géographique : France

Niveau de lecture : élus, professionnels, experts



Préface

A incorporer si nécessaire (ONEMA).



Présentation des partenaires impliqués dans l'élaboration du guide « Plan d'actions pour la réduction des fuites »

A incorporer si nécessaire (ONEMA).

Sommaire

Récapitulatif des actions de réduction des pertes en eau	6
Abréviations des variables et des indicateurs	8
Introduction	10
Objectif de l'arbre de décision	10
Présentation de l'arbre de décision	10
Indicateurs de décision	11
Echelles d'action	11
Remarques générales	13
Etape 1 : analyse de la situation et opérations préliminaires	14
Etape 2 : sélection des catégories d'actions	16
Etape 2 – Catégorie I : « Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes »	16
Etape 2 – Catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation »	16
Etape 2 – Catégorie III : « Gestion des pressions »	16
Etape 2 – Catégorie IV : « Remplacement et rénovation du réseau »	16
Etape 3 : sélection des actions	18
Etape 3 – Sous-catégorie I-A : « Patrimoine »	18
Etape 3 – Sous-catégorie I-B : « Connaissance des volumes »	20
Etape 3 – Sous-catégorie I-C : « Sectorisation »	22
Etape 3 – Sous-catégorie I-D : « Fonctionnement »	24
Etape 3 – Catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation »	26
Etape 3 – Catégorie III : « Gestion des pressions »	30
Etape 3 – Catégorie IV : « Remplacement et rénovation des réseaux »	32
Sigles	34
Bibliographie	35
Textes réglementaires	35
Références techniques	35
Table des illustrations	36
Annexes	37

Récapitulatif des actions de réduction des pertes en eau

Identifiant	Catégorie / Sous-catégorie / Action	Page(s) concernée(s)
I	Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes	17
I-A	Patrimoine	17
I-A-1	Mise à jour des plans	19
I-A-2	Inventaire des réseaux	19
I-A-3	Détection des réseaux	19
I-B	Connaissance des volumes	17
I-B-1	Comptages d'exploitation	21
I-B-2	Gestion du parc de compteurs des usagers	21
I-B-3	Usagers sans compteur	21
I-B-4	Vols d'eau	21
I-B-5	Optimisation des purges	21
I-B-6	Optimisation du lavage des réservoirs	21
I-B-7	Traitement des données pour le calcul des pertes	21
I-C	Sectorisation	17
I-C-1	Sectorisation	23
I-C-2	Suivi des débits de nuit	23
I-D	Fonctionnement	17
I-D-1	Télégestion	23
I-D-2	Modélisation hydraulique	23 – 25
I-D-3	Indicateurs techniques	25
II	Recherche active des fuites et réparation	17
II-A	Pré-localisation	27
II-A-1	Vannes de sectionnement	27
II-A-2	Ilotage	28
II-A-3	Quantification par alimentation directe	28
II-A-4	Prélocalisation acoustique	23 – 28
II-A-5	Ecoute directe mécanique	28
II-B	Localisation	27
II-B-1	Ecoute électronique amplifiée directe et au sol	29
II-B-2	Corrélation acoustique	29
II-B-3	Gaz traceur	29
II-B-4	Géoradar	29
II-B-5	Hydrophone mobile	29
II-C	Réparation des fuites	27
II-C-1	Rapidité d'intervention	27
II-C-2	Réparation	27
II-C-3	Suivi des interventions	19 – 25 – 27

III	Gestion des pressions	17
III-A	Régulation des pressions et protection du réseau	31
III-A-1	Réduction de pression	31
III-A-2	Modulation de pression	31
III-A-3	Régulation des pompages	31
III-A-4	Dispositifs anti-bélier et soupapes de décharge	31
<hr/>		
IV	Remplacement et rénovation des réseaux	17
IV-A	Outils d'arbitrage et de hiérarchisation	33
IV-A-1	Méthodes et outils d'aide à la décision	33
IV-A-2	Inspections non destructives des canalisations	33
IV-A-3	Inspections destructives des canalisations	33
IV-B	Remplacement	33
IV-B-1	Remplacement des branchements	33
IV-B-2	Remplacement des canalisations	33
IV-C	Rénovation	33
IV-C-1	Rénovation des canalisations	33

Abréviations des **variables** et des **indicateurs**

Agmax	Age du plus vieux compteur d'exploitation (ans)
DIA	Diamètre de canalisation (mm)
DMR	Délai moyen de réparation (jours)
Dpb	Densité de poteaux et bouches incendie (poteaux et bouches incendie/km)
Dpr	Densité de prises en charge (prises en charge/km)
Dv	Densité de vannes sur le réseau de distribution (vannes/km)
ICGP	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale
ICGPa	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale a (plan des réseaux)
ICGPb	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale b (inventaire des réseaux)
ICGPc	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale c (compteurs des usagers)
ICGPe	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale e (programme de renouvellement)
ICGPf	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale f (modélisation hydraulique)
ILC	Indice linéaire de consommation ($m^3/km/jour$)
ILP	Indice linéaire de pertes en réseau ($m^3/km/jour$)
IPA	Indice de pertes par abonné ($m^3/abonné/jour$)
IPB	Indice de pertes par branchement ($m^3/branchement/jour$)
L	Linéaire de réseau hors branchements (km)
MaxS_B	Maximum des nombres de branchements par secteur
MaxS_L	Maximum des linéaires de réseau par secteur (km)
N	Nombre d'abonnés
Nb	Nombre de branchements
Ncpt	Nombre total de compteurs domestiques
NcptConf	Nombre de compteurs domestiques conformes
Ncpt15	Nombre de compteurs domestiques de plus de 15 ans
Ndb	Nombre annuel de défaillances sur branchements
Ndc	Nombre annuel de défaillances sur canalisations
Nes	Nombre d'entrées et sorties d'eau du système et des secteurs de distribution (sont exclues les entrées et sorties normalement fermées)
Nesc	Nombre d'entrées et sorties d'eau du système et des secteurs de distribution équipées de comptage
Np	Nombre total de piquages autorisés (accès à l'eau, y compris branchements), hors défense incendie, purges et vidanges
Npb	Nombre de poteaux et bouches incendie
Npr	Nombre de prises en charge susceptibles d'être équipées d'un hydrophone
Npsc	Nombre de piquages autorisés sans compteur, hors défense incendie, purges et vidanges
Nsect	Nombre de secteurs total
Nsect90	Nombre de secteurs fonctionnant plus de 90 % du temps
Nv	Nombre de vannes

<i>P_{min}</i>	Pression minimale atteignable (mCE)
<i>PMJ</i>	Pression moyenne journalière de la zone (mCE)
<i>ΔP_{Pc}</i>	Variation de pression au niveau du point critique (mCE)
<i>P_{pmax}</i>	Pression maximale à l'aval du pompage (mCE)
<i>P_{pmin}</i>	Pression minimale à l'aval du pompage (mCE)
<i>Q_{nuît,ref}</i>	Débit nocturne minimal de référence du secteur (m ³ /h)
<i>Q_{nuît(s)}</i>	Débit nocturne hebdomadaire du secteur (m ³ /h)
<i>R</i>	Rendement (%)
<i>R_s</i>	Seuil réglementaire de rendement (%)
<i>R₀</i>	Partie fixe du seuil réglementaire de rendement (%)
<i>Sniv</i>	Niveau de sectorisation
<i>TxcptConf</i>	Taux de compteurs domestiques conformes (%)
<i>Txcpt15</i>	Taux de compteurs domestiques de plus de 15 ans (%)
<i>Txdb</i>	Taux de défaillance des branchements (%)
<i>Txdc</i>	Taux de défaillance des canalisations (ou taux de casse) (%)
<i>Txesc</i>	Taux de comptage des entrées et sorties d'eau du système et des secteurs de distribution (%)
<i>Txlav</i>	Taux de lavage des stockages (%)
<i>Txpsc</i>	Taux de piquages autorisés sans compteur, hors défense incendie, purges et vidanges (%)
<i>Txpurge</i>	Taux de purge (%)
<i>Txsect90</i>	Taux de fonctionnement de la sectorisation (%)
<i>TxVcnc</i>	Taux de volume consommé non comptabilisé (%)
<i>V_a</i>	Volume acheté (m ³ /an)
<i>V_{cc}</i>	Volume consommés comptabilisés (m ³ /an)
<i>V_{cnc}</i>	Volume consommé non comptabilisé (m ³ /an)
<i>V_d</i>	Volume mis en distribution (m ³ /an)
<i>V_{lav}</i>	Volume annuel de lavage des stockages (m ³ /an)
<i>V_{prod}</i>	Volume produit (m ³ /an)
<i>V_{purge}</i>	Volume annuel de purge (m ³ /an)
<i>V_{sto}</i>	Volume total de stockage (m ³)
<i>V_v</i>	Volume vendu à d'autres services publics d'eau potable (m ³ /an)

Les éléments d'évaluation des indicateurs sont donnés dans l'Annexe 1.

Introduction

Le présent document constitue le volume 2 du guide intitulé « Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable – Guide pour l'élaboration du plan d'actions » dont le volume 1 a été publié par l'ONEMA en novembre 2014 [Irstea, 2014]. Il constitue un développement du paragraphe 4.1 du volume 1 : « Arbre de décision des actions de lutte contre les pertes ».

Par ailleurs, une mise à jour de l'annexe III du volume 1, « Eléments des actions de lutte contre les pertes pouvant être financés par les agences de l'eau », a été réalisée. Ainsi, les possibilités d'aides financières au titre du 10^e programme des Agences de l'eau sont données de manière indicative (taux de subvention en vigueur du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2018, sous réserve de toutes modifications qui pourraient intervenir durant cette période) en Annexe 6 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, pour chaque agence de l'eau et pour chaque action de lutte contre les pertes.

Objectif de l'arbre de décision

L'arbre de décision est un outil d'aide à la construction d'un plan d'actions pluriannuel de lutte contre les pertes dans les réseaux de distribution d'eau potable. Il est mis en œuvre après la réalisation ou la mise à jour du pré-diagnostic. Il permet d'identifier, parmi les actions présentées dans la deuxième partie du volume 1, celles qui, à l'échelle d'un service ou d'un secteur, sont pertinentes pour diminuer les volumes de pertes du réseau.

Présentation de l'arbre de décision

L'arbre de décision présenté ci-après reprend, en leur apportant quelques modifications détaillées plus loin, les deux premières étapes proposées dans le volume 1, et les complète par une troisième étape permettant de cibler une à une les 38 actions de lutte contre les pertes identifiées dans la 2^e partie du volume 1.

La première étape concerne trois types d'opérations préliminaires :

- « Evaluation fiable du rendement et du seuil réglementaire » ;
- « Actions ne nécessitant pas d'investigations complexes » ;
- « Diagnostic ».

La deuxième étape oriente vers quatre catégories d'actions :

- catégorie I : « Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes » ;
- catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation » ;
- catégorie III : « Gestion des pressions » ;
- catégorie IV : « Remplacement et rénovation des réseaux ».

La troisième étape permet d'identifier les actions pertinentes dans le contexte du service.

La présentation des différentes branches de l'arbre de décision est organisée de la façon suivante (Tableau 1).

Tableau 1 : Organisation des branches de l'arbre de décision

Etape	Actions concernées	Figure / Tableau
Etape 1 – Analyse de la situation et opérations préliminaires	Opérations préliminaires	Figure 1
Etape 2 – Sélection des catégories d'actions	Toutes les actions	Figure 2
Etape 3 – Sélection des actions	Actions de la sous-catégorie I-A : « Patrimoine »	Figure 3
	Actions de la sous-catégorie I-B : « Connaissance des volumes »	Figure 4
	Actions de la sous-catégorie I-C : « Sectorisation »	Figure 5
	Actions de la sous-catégorie I-D : « Fonctionnement »	Figure 6
	Actions de la catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation »	Figure 7 Tableau 3 Tableau 4
	Actions de la catégorie III : « Gestion des pressions »	Figure 8
	Actions de la catégorie IV : « Remplacement et rénovation des réseaux »	Figure 9

Indicateurs de décision

Pour analyser la situation de chaque service d'eau et prendre en compte ses caractéristiques, on utilise des variables, des informations contextuelles et des indicateurs choisis en priorité parmi ceux exigés dans le Rapport annuel sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS). Les indicateurs complémentaires sont issus d'études ou de pratiques existantes, certains étant inspirés de ceux mis au point par l'International Water Association (IWA) [Alegre *et al.*, 2006]. Les formules de calcul des indicateurs utilisés sont explicitées dans l'Annexe 1. A noter que six indicateurs, basés sur les rubriques thématiques de l'indice de connaissance et de gestion patrimoniale (ICGP) prévu par le RPQS et notés de *ICGP_a* à *ICGP_f*, ont été créés (cf. Annexe 2Annexe).

Le cheminement dans l'arbre de décision est basé sur :

- des valeurs d'indicateurs comparées à des seuils de décision préalablement choisis d'après la réglementation, des documents contractuels, des critères définis par les organismes financeurs, des valeurs standard issues de la littérature, ou l'analyse de l'historique du service ; **des valeurs indicatives sont proposées dans ce document, elles doivent impérativement être adaptées au contexte du service ;**
- des réponses à des questions binaires.

Les actions permettant de déterminer de manière fiable les différentes variables utilisées pour le calcul des indicateurs sont celles de la catégorie I « Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes ».

Echelles d'action

La version initiale de l'arbre de décision proposée dans le volume 1 (étapes 1 et 2) est conçue pour une application à l'échelle du service des eaux grâce à des variables et indicateurs évalués à cette même échelle. Cette approche permet de dégager une vision globale de la situation du service et d'identifier les familles d'actions les mieux adaptées à son contexte. En pratique, la performance globale d'un service du point de vue des pertes en eau résulte de la conjugaison de situations locales pouvant être disparates. En conséquence, l'arbre de décision inclus dans le présent document est conçu pour que certaines de ses branches puissent être appliquées à une échelle locale.

L'échelle d'application pourra, en fonction de la structure et du contexte du service et de la disponibilité de l'information, être :

- l'unité de gestion (UGE) interne au service (cas des services composés de plusieurs unités de gestion) ;
- l'unité de distribution (UDI) ;
- l'étage de pression ;
- le secteur ;
- l'îlot, voire le tronçon.

Les échelles d'action adaptées aux différentes branches de l'arbre de décision sont synthétisées dans le Tableau 2.

D'une manière générale, les actions de connaissance du réseau relèvent de l'échelle du service (ou de l'UGE) tandis que celles qui se traduisent par des interventions sur le réseau relèvent d'une échelle locale.

Il est important de noter que les seuils des indicateurs utilisés pour cheminer dans l'arbre doivent être adaptés à l'échelle de travail : plus le niveau d'analyse est local, plus le niveau d'exigence sur la valeur d'un indicateur doit être abaissé.

Les valeurs des indicateurs permettent de hiérarchiser par type d'actions les différentes zones du service. C'est le cas notamment de la partie aval de l'étape 2 (Figure 2) qui permet d'identifier les zones prioritaires pour la mise en œuvre des actions des catégories II « Recherche active des fuites et réparation », III « Gestion des pressions » ou IV « Remplacement et rénovation du réseau ».

Tableau 2 : Echelles d'action des différentes branches de l'arbre de décision

Étape	Catégories et actions concernées	Figure / Tableau	Echelle d'action
Étape 1 – Analyse de la situation et opérations préliminaires	Opération préliminaires	Figure 1	Service
Étape 2 – Sélection des catégories d'actions	Sous-catégories de la catégorie I « Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes »	Figure 2 – Partie amont	Service, UGE
	Catégories II « Recherche active des fuites et réparation », III « Gestion des pressions » et IV « Remplacement et rénovation des réseaux »	Figure 2 – Partie aval	Locale (hiérarchisation par catégorie des zones d'action)
Étape 3 – Sélection des actions	Actions de la catégorie I « Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes »	Figure 3 Figure 4 Figure 5 Figure 6	Service, UGE
	Actions de la catégorie II « Recherche active des fuites et réparation »	Figure 7 Tableau 3 Tableau 4	Locale
	Actions de la catégorie III « Gestion des pressions »	Figure 8	Locale
	Actions de la sous-catégorie IV-A « Outils d'arbitrage et de hiérarchisation »	Figure 9 – Partie amont	Service, UGE
	Actions des sous-catégories IV-B « Remplacement » et IV-C « Rénovation »	Figure 9 – Partie aval	Locale

Remarques générales

Afin que le service utilise l'arbre de décision de manière efficiente dans sa démarche de conception d'un plan d'actions de réduction des pertes, certaines considérations sont à prendre en compte au préalable.

Lorsque l'arbre de décision prend la forme de plusieurs branches représentées en parallèle, il est nécessaire de s'engager successivement dans chacune de ces branches afin d'identifier l'ensemble des actions permettant au service de réduire ses pertes. Les cases « STOP » ne concernent que la branche considérée ; le cheminement doit ensuite être repris pour aborder une branche parallèle, ou une nouvelle catégorie ou sous-catégorie.

Au sein des étapes de décision (représentées graphiquement par les losanges), la comparaison de la valeur d'un indicateur à un seuil et la formulation des questions ont été uniformisées de telle sorte qu'une réponse positive corresponde à l'objectif visé. L'application de cette règle modifiée, pour les étapes 1 et 2, certaines formulations des étapes de décision tel qu'elles sont présentées dans le volume 1 (par exemple, $R \geq R_s$ au lieu de $R < R_s$). Ces modifications ne remettent pas en cause le principe du cheminement.

Chaque figure représentant une partie de l'arbre de décision est accompagnée d'une page de texte comportant deux rubriques. D'une part, elle inclut un paragraphe introductif explicitant l'objectif de la partie de l'arbre représentée. D'autre part, pour chacune des actions, elle donne des éléments de compréhension du cheminement dans l'arbre de décision, des précisions sur les seuils de décision, des éléments de réflexion sur la mise en place d'une action, etc.

Etape 1 : analyse de la situation et opérations préliminaires

Le cheminement dans l'arbre de décision débute à l'issue du pré-diagnostic au cours duquel sont réalisés le calcul du rendement du réseau de distribution (R) tel que défini dans le RPQS, et celui du seuil réglementaire de rendement (R_s).

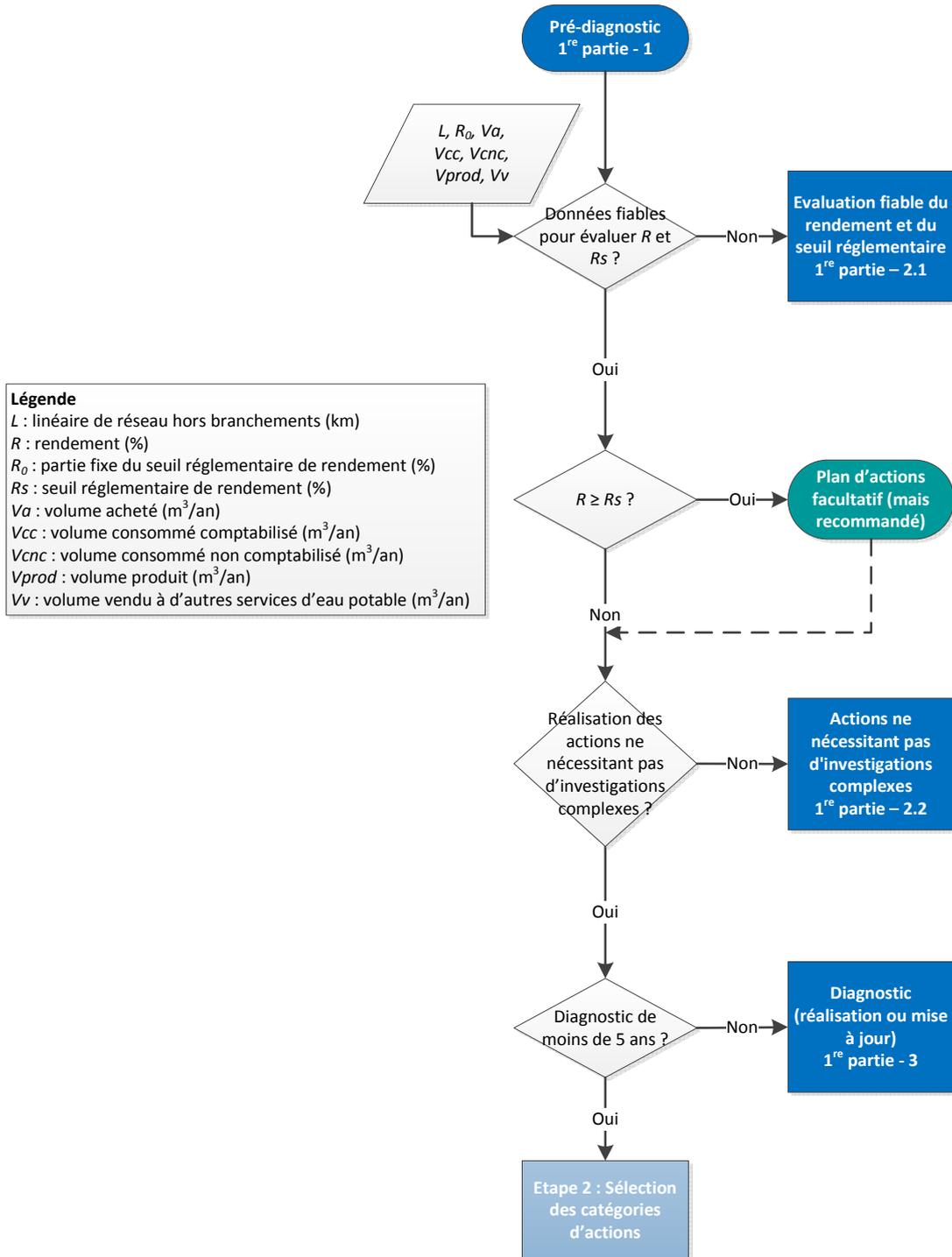
Avant de comparer le rendement au seuil réglementaire, il est indispensable de s'interroger sur la disponibilité et la fiabilité des données nécessaires à leur calcul. Au besoin (si les données ne sont pas fiables), il faudra envisager les opérations prévues dans le paragraphe 2.1 « Permettre une évaluation fiable du rendement et du seuil réglementaire » de la 1^{re} partie du volume 1.

Une fois considérées comme fiables, les valeurs du rendement et du seuil réglementaire permettent de déterminer s'il est ou non obligatoire de réaliser un plan d'actions. Dans le cas où le plan d'actions n'est pas obligatoire, il est recommandé de poursuivre la démarche pour maîtriser la performance du réseau et se prémunir d'un risque futur de non-conformité.

Lorsque le service n'a pas déjà une pratique active de lutte contre les pertes, il convient de mettre en œuvre les actions du paragraphe 2.2 « Mettre en œuvre des actions ne nécessitant pas d'investigations complexes » de la 1^{re} partie du volume 1.

Indépendamment du point précédent, la réalisation ou la mise à jour du diagnostic prévu au chapitre 3 de la 1^{re} partie du volume 1 doit être engagée lorsqu'une telle démarche n'a pas été entreprise depuis plus de cinq ans. Néanmoins, ce seuil de cinq ans doit être relativisé selon le contexte du service : évolutions conséquentes du réseau ou non, taille du service, recours ou non à des prestataires, etc. Ainsi, par exemple, un délai de dix ans reste raisonnable pour la mise à jour d'un diagnostic sur un réseau simple ne subissant pas d'importantes évolutions.

Figure 1 : Etape 1 de l'arbre de décision (analyse de la situation et opérations préliminaires)



Nota bene : Les numéros de chapitres font référence au volume 1 du guide [Irstea, 2014].

Etape 2 : sélection des catégories d'actions

L'objectif de cette étape est en premier lieu la sélection, à l'échelle du service, des sous-catégories de la catégorie I « Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes » qui sont déterminantes pour améliorer l'efficacité des actions des autres catégories. Elle se poursuit par l'évaluation, par zone, de l'opportunité de mettre en œuvre les trois autres catégories d'actions.

Etape 2 – Catégorie I : « Amélioration de la connaissance du réseau et des pertes »

Au-delà des prescriptions réglementaires requises pour le descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau potable, une bonne connaissance du réseau est nécessaire pour lutter efficacement contre les pertes. Il est donc préconisé d'entreprendre les actions de la sous-catégorie I-A « Patrimoine » lorsque la valeur de l'*ICGP* est en deçà d'un seuil fixé (seuil proposé : 80).

Le calcul du rendement est impacté par l'évaluation des volumes consommés non comptabilisés. Il est donc souhaitable d'envisager les actions de la sous-catégorie I-B « Connaissance des volumes » lorsque le taux de volume consommé non comptabilisé (*TxVcnc*) est significatif (seuil proposé : 4 %).

La sectorisation est un outil de base pour cibler les opérations de réduction des fuites. Il est proposé de la mettre en place ou de l'améliorer (sous-catégorie I-C « Sectorisation ») lorsque le niveau de sectorisation (*Sniv*, cf. Annexe 1) est strictement inférieur à 2 et que le rendement (*R*) est inférieur au seuil réglementaire (*Rs*) d'au moins 3 points.

Nota bene : Dans le volume 1, il est préconisé d'améliorer la sectorisation lorsqu'il existe des secteurs dont la taille dépasse l'un des seuils proposés, exprimés en nombre de branchements (*MaxS_B*) et en linéaire de réseau (*MaxS_L*) ; ces deux indicateurs sont dorénavant utilisés dans l'étape 3 de l'arbre de décision.

Pour déclencher et piloter les actions des catégories II, III et IV, il est nécessaire d'être à même d'évaluer les indicateurs ciblés. Lorsque ce niveau de connaissance est insuffisant pour permettre cette évaluation, des actions de la sous-catégorie I-D « Fonctionnement » doivent être mises en œuvre.

Lorsque les données sont disponibles par secteur, il est possible de calculer les indicateurs à cette échelle, et ainsi de hiérarchiser, pour chacune des catégories II, III et IV, les zones sur lesquelles le service devra intervenir en priorité.

Etape 2 – Catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation »

L'intérêt de la mise en œuvre d'actions de recherche active des fuites est apprécié par la valeur de l'indice de pertes par abonné (*IPA*) qui est moins sensible au caractère urbain ou rural du service que le rendement (*R*) ou l'indice linéaire de pertes en réseau (*ILP*), et peut être calculé avec les données prévues dans le RPQS (seuil proposé à l'échelle du service : 0,1 m³/abonné/jour).

Nota bene : Lorsque le nombre de branchements est connu, l'indice de pertes par branchement (*IPB*), qui n'est pas impacté par le régime d'abonnement des immeubles collectifs, pourra être préféré à l'*IPA*.

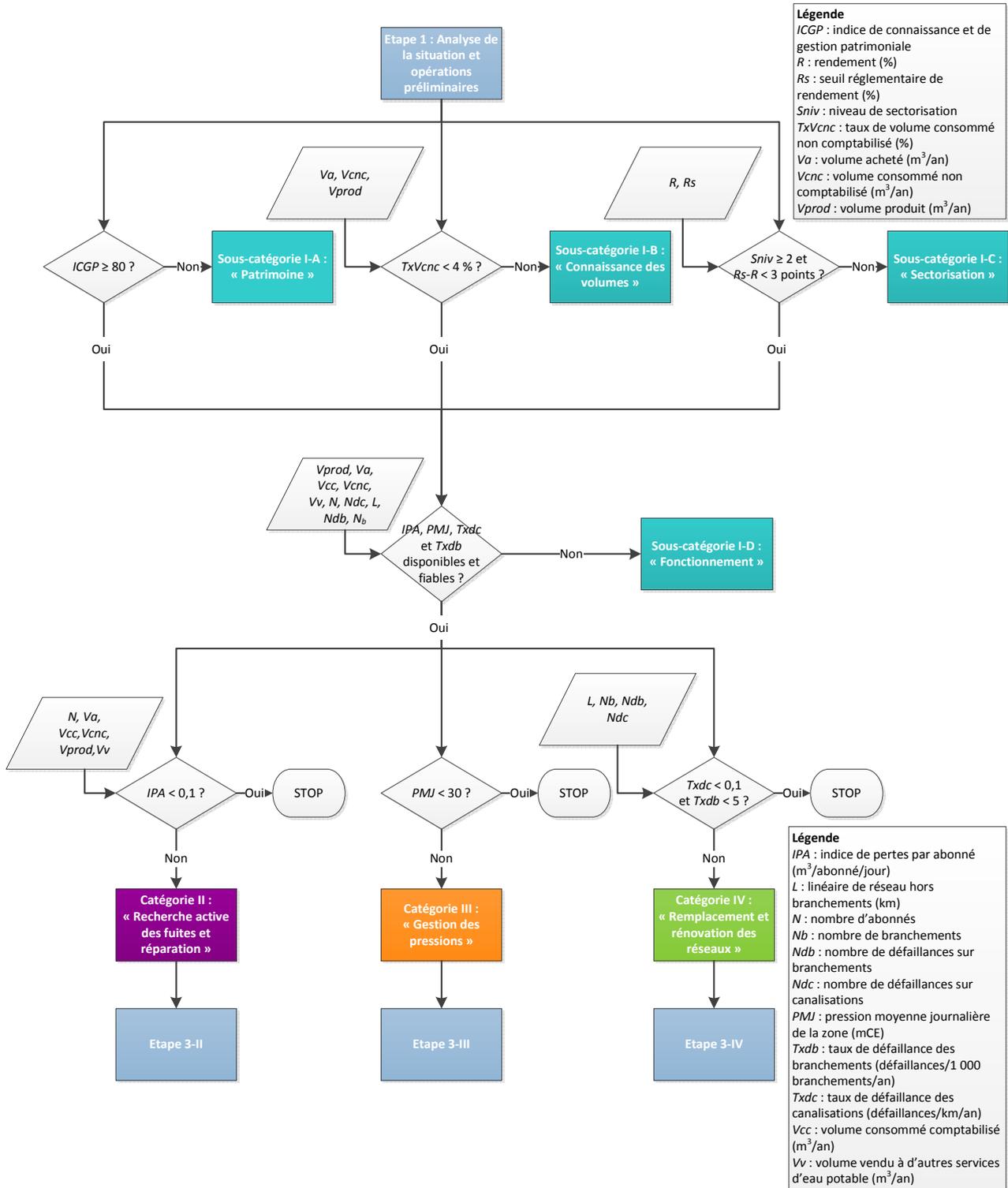
Etape 2 – Catégorie III : « Gestion des pressions »

L'indicateur utilisé pour spécifier s'il est nécessaire ou non de poursuivre le cheminement dans cette catégorie est la pression moyenne journalière (*PMJ*) (seuil proposé à l'échelle du service : 30 mCE). La *PMJ* peut être évaluée selon trois méthodes présentées dans la fiche pratique 2-3 du recueil [Irstea, 2012] (cf. Annexe 3).

Etape 2 – Catégorie IV : « Remplacement et rénovation du réseau »

Les indicateurs utilisés dans l'arbre de décision sont le taux de défaillance des branchements (*Txdb*) et le taux de défaillance des canalisations (*Txdc*) (seuils respectivement proposés à l'échelle du service : 5 défaillances/1 000 branchements/an et 0,1 défaillance/km/an).

Figure 2 : Etape 2 de l'arbre de décision (sélection des catégories d'actions)



Etape 3 : sélection des actions

Etape 3 – Sous-catégorie I-A : « Patrimoine »

L'objectif de cette branche de l'arbre de décision est de vérifier que le service a une connaissance suffisante de son patrimoine (plan et inventaire des réseaux) pour mener à bien des actions de lutte contre les pertes. Les objectifs proposés vont au-delà des exigences réglementaires puisque le seuil suggéré pour l'indice de connaissance et de gestion patrimoniale (*ICGP*) est de 80 points (au lieu de 40).

L'opportunité de mise en place des actions de mise à jour des plans (fiche I-A-1) et d'inventaire des réseaux (fiche I-A-2) est évaluée sur la base des rubriques correspondantes de l'*ICGP*. Pour les mettre en œuvre, des actions complémentaires pourront être entreprises : la détection des réseaux (fiche I-A-3) et le suivi des interventions (fiche II-C-3).

Action I-A-1 : « Mise à jour des plans »

Le seuil de l'*ICGP*_a est proposé à 25 points sur les 35 points possibles, considérant que la localisation des branchements n'est pas prioritaire en matière de lutte contre les pertes. Néanmoins, cette connaissance doit être recherchée dans un deuxième temps car elle facilite la recherche de fuites et leur réparation.

Action I-A-2 : « Inventaire des réseaux »

Le seuil de l'*ICGP*_b est proposé à 35 points sur les 40 points possibles. Sont inclus les 25 points (sur 30) nécessaires pour satisfaire l'obligation réglementaire du descriptif détaillé du réseau (en complément des 15 premiers points relatifs à la mise à jour des plans), ainsi que 10 points pour l'existence et la mise à jour au moins annuelle d'un inventaire des pompes et équipements électromécaniques.

Action I-A-3 : « Détection des réseaux »

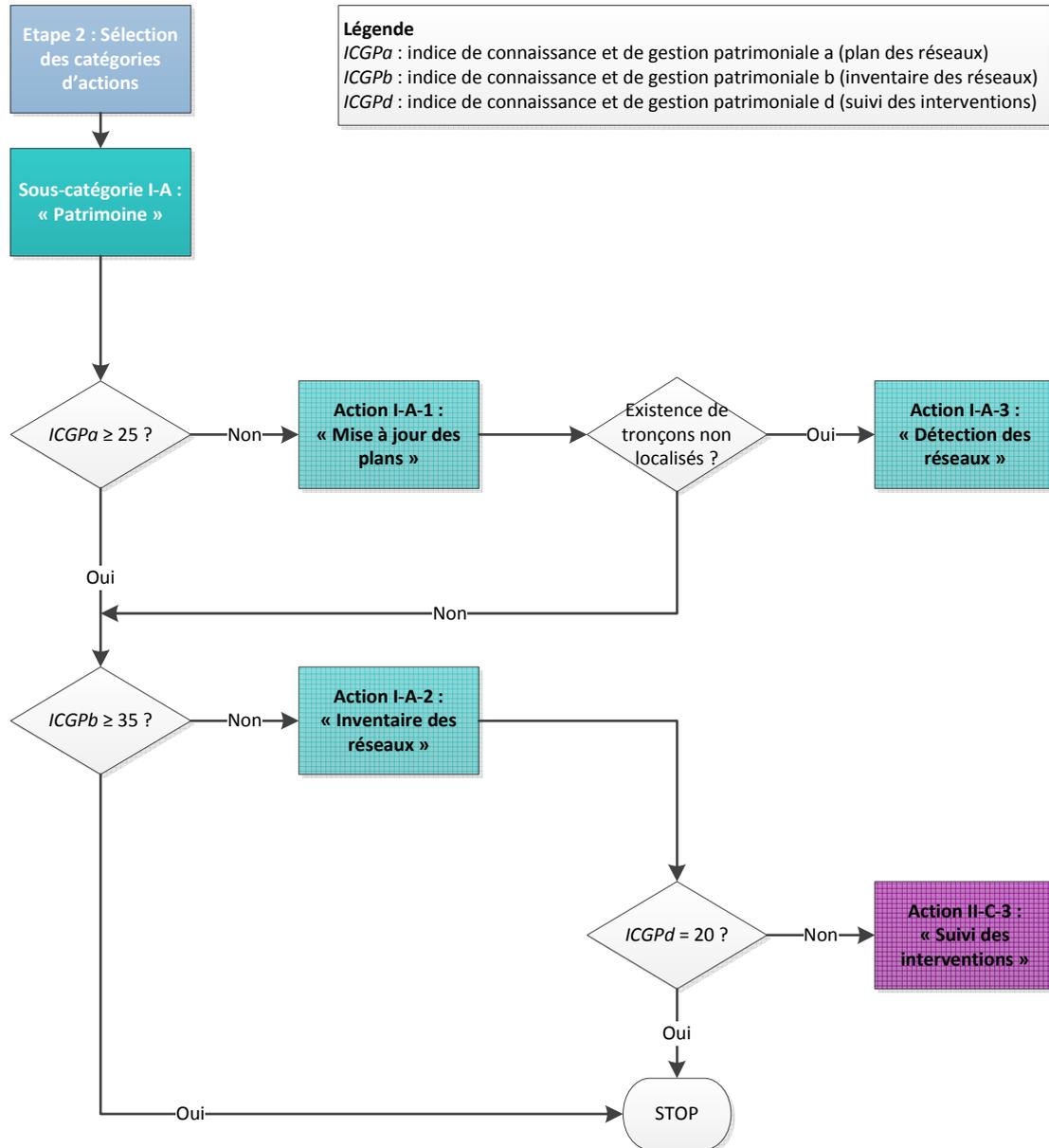
La détection des réseaux, qui permet de localiser précisément les tronçons, n'est pas forcément une action prioritaire en termes d'amélioration du rendement, en particulier pour les services des milieux ruraux. Néanmoins, la mise en place de cette action est nécessaire lorsque la connaissance du réseau est insuffisante, notamment lorsque le service a connaissance de l'existence de canalisations importantes qu'il n'est pas en mesure de localiser précisément. Il s'agit ainsi d'une action souvent nécessaire pour une cartographie fiable du réseau.

Action II-C-3 : « Suivi des interventions »

Le seuil de l'*ICGP*_d est proposé égal à 20 points afin d'inclure tous les points de l'*ICGP* relatifs au suivi des interventions, qui correspondent à :

- 10 points pour l'existence d'un document identifiant les secteurs où ont été réalisées des recherches de pertes d'eau, la date de ces recherches et la nature des réparations ou des travaux effectués à leur suite ;
- 10 points pour le maintien à jour d'un document mentionnant la localisation des autres interventions sur le réseau telles que réparations, pures, travaux de renouvellement, etc.

Figure 3 : Etape 3 de l'arbre de décision – Sous-catégorie I-A : « Patrimoine »



Etape 3 – Sous-catégorie I-B : « Connaissance des volumes »

L'objectif de cette branche de l'arbre de décision est de cibler les actions permettant d'avoir une connaissance suffisante des volumes du réseau pour évaluer de façon fiable le niveau des pertes et être à même d'identifier les utilisations de l'eau présentant un potentiel d'économie.

Action I-B-7 : « Traitement des données pour le calcul des pertes »

Afin de déterminer les indicateurs de performance utiles à l'évaluation de l'état du réseau et à sa gestion, il est nécessaire que le service puisse définir des méthodes de traitement des données et de calcul des différents volumes qui soient pertinentes et reproductibles.

Action I-B-1 : « Comptages d'exploitation »

L'indicateur T_{xesc} , défini comme étant le taux de comptage des entrées et sorties d'eau du système et des secteurs de distribution (seuil proposé : 100 %), ne concerne pas les entrées et sorties d'eau temporaires (interconnexions de secours, vannes normalement fermées, etc.).

L'indicateur Ag_{max} est défini comme étant l'âge du plus vieux compteur d'exploitation (seuil proposé : 15 ans), la date d'origine étant, selon le cas, la date de pose du compteur neuf ou la date de remplacement de sa partie métrologique.

Action I-B-2 : « Gestion du parc de compteurs des usagers »

L'enjeu de l'action I-B-2 est la lutte contre le sous-comptage des compteurs domestiques. Il y a deux options pour contrôler le parc de compteurs des usagers : le contrôle unitaire des compteurs des usagers ou le contrôle statistique du parc de compteurs. Les indicateurs de référence sont respectivement le taux de compteurs domestiques de plus de 15 ans (T_{xcpt15}) et le taux de compteurs domestiques conformes à l'arrêté du 6 mars 2007 ($T_{xcptConf}$) (seuils respectivement proposés : 10 % et 90 %).

Action I-B-3 : « Usagers sans compteur »

L'enjeu de l'action I-B-3 est l'estimation et la réduction des volumes non comptabilisés consommés pour des usages autorisés. Le volume des essais de défense incendie peut être considéré comme négligeable par rapport aux pertes globales du réseau lorsque la densité de poteaux et bouches incendie (D_{pb}) est inférieure au seuil proposé, fixé à 0,5 poteau et bouche incendie/km. Les autres volumes non comptabilisés méritent une attention particulière lorsque, hors poteaux et bornes d'incendie, purges et vidanges, le taux de piquages autorisés non munis de comptage (T_{xpsc}) est supérieur au seuil proposé égal à 0,5 % (seuil pouvant être porté à 1 % en milieu rural).

Action I-B-4 : « Vols d'eau »

L'action I-B-4 a pour objet le repérage et la limitation des vols d'eau. Le service s'il ne le fait pas déjà, doit mener une réflexion sur les origines des vols et les moyens, techniques ou non, de les limiter.

Action I-B-5 : « Optimisation des purges »

L'enjeu de l'action I-B-5 est d'optimiser les purges effectuées sur le réseau en termes de volume d'eau utilisé. En effet, les purges peuvent représenter un volume d'eau non négligeable, et il est donc important d'optimiser les procédures pour le limiter. Ainsi, le taux de purge (T_{xpurge}), défini comme le rapport entre le volume de purge et le volume mis en distribution, doit être connu et minimisé (seuil proposé : 2 %).

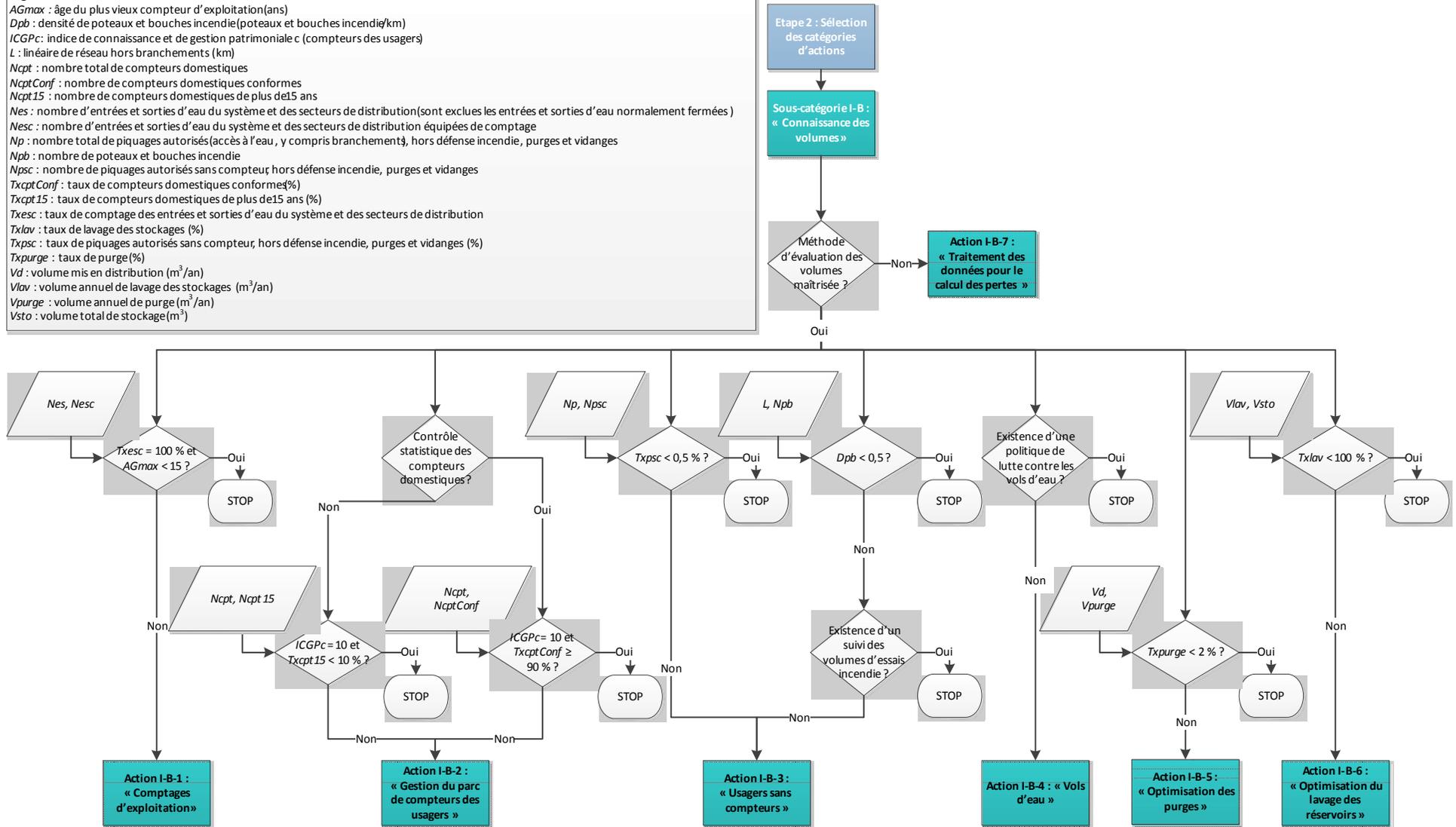
Action I-B-6 : « Optimisation du lavage des réservoirs »

L'enjeu de l'action I-B-6 est d'optimiser le lavage des réservoirs en termes de volume d'eau utilisé. Ainsi, le taux de lavage des stockages (T_{xlav}), défini comme le rapport entre le volume annuel de lavage des stockages et le volume total de stockage, doit être connu et minimisé (seuil proposé : 100 %).

Figure 4 : Etape 3 de l'arbre de décision – Sous-catégorie I-B : « Connaissance des volumes »

Légende

AGmax : âge du plus vieux compteur d'exploitation(ans)
Dpb : densité de poteaux et bouches incendie(poteaux et bouches incendie/km)
ICGpc : indice de connaissance et de gestion patrimoniale c (compteurs des usagers)
L : linéaire de réseau hors branchements (km)
Ncpt : nombre total de compteurs domestiques
NcptConf : nombre de compteurs domestiques conformes
Ncpt15 : nombre de compteurs domestiques de plus de 15 ans
Nes : nombre d'entrées et sorties d'eau du système et des secteurs de distribution (sont exclus les entrées et sorties d'eau normalement fermées)
Nesc : nombre d'entrées et sorties d'eau du système et des secteurs de distribution équipés de comptage
Np : nombre total de piquages autorisés (accès à l'eau, y compris branchements), hors défense incendie, purges et vidanges
Npb : nombre de poteaux et bouches incendie
Npsc : nombre de piquages autorisés sans compteur, hors défense incendie, purges et vidanges
TxcptConf : taux de compteurs domestiques conformes(%)
Txcpt15 : taux de compteurs domestiques de plus de 15 ans (%)
Txesc : taux de comptage des entrées et sorties d'eau du système et des secteurs de distribution
Txlav : taux de lavage des stockages (%)
Txpsc : taux de piquages autorisés sans compteur, hors défense incendie, purges et vidanges (%)
Txpurge : taux de purge (%)
Vd : volume mis en distribution (m³/an)
Vlav : volume annuel de lavage des stockages (m³/an)
Vpurge : volume annuel de purge (m³/an)
Vsto : volume total de stockage(m³)



Etape 3 – Sous-catégorie I-C : « Sectorisation »

L'objectif de cette branche de l'arbre de décision est d'orienter le service vers une sectorisation opérationnelle adaptée au contexte du service. La mise en place d'une sectorisation permet de réduire l'échelle d'analyse du fonctionnement du réseau (du service aux secteurs), ainsi que le pas de temps de l'estimation des volumes de pertes. Elle permet l'identification des zones connaissant de fortes pertes en eau et la hiérarchisation des secteurs par catégorie d'actions à entreprendre.

La sectorisation doit permettre l'évaluation fiable et continue des débits de chacun des secteurs. Cela suppose que les systèmes de comptage sont raccordés à un système de télégestion, ce qui se traduit par un niveau de sectorisation au moins égal à 2. La taille des secteurs est un élément important de l'efficacité du dispositif qui est mesurée en nombre de branchements ($MaxS_B$) et en linéaire de réseau ($MaxS_L$). Cette taille est jugée excessive lorsqu'au moins un secteur compte plus de 5 000 branchements ou comporte plus de 50 km de canalisations.

Nota bene : En zone rurale, un niveau de sectorisation intermédiaire, sans télégestion systématique des systèmes de comptage, peut parfois être pertinent compte tenu de la taille du service et de ses ressources techniques. En zone urbaine, la réduction de la taille des secteurs en-dessous des seuils proposés peut nécessiter des démaillages antagonistes avec les objectifs de garantie de la qualité de l'eau et de maintien de la continuité du service aux débits et pressions requises.

Action I-D-2 : « Modélisation hydraulique »

Pour les services dont le fonctionnement hydraulique est jugé complexe, l'utilisation d'un modèle hydraulique facilite la conception d'une sectorisation. L'existence d'un modèle hydraulique est caractérisée par l'indicateur $ICGP_f$, dont le seuil est égal à 5 points.

Action I-D-1 : « Télégestion »

Pour atteindre un niveau de sectorisation égal à 2, il est nécessaire de disposer d'un système de télégestion qui permettra une utilisation en continu de la sectorisation.

Action I-C-1 : « Sectorisation »

La conception d'une sectorisation ou son perfectionnement nécessite une réflexion approfondie. Un compromis doit être fait afin de disposer de secteurs suffisamment petits pour permettre une identification aussi précise que possible des zones présentant des pertes importantes, mais suffisamment grands pour que les débits de nuit restent mesurables compte tenu de la précision et du nombre des systèmes de comptage.

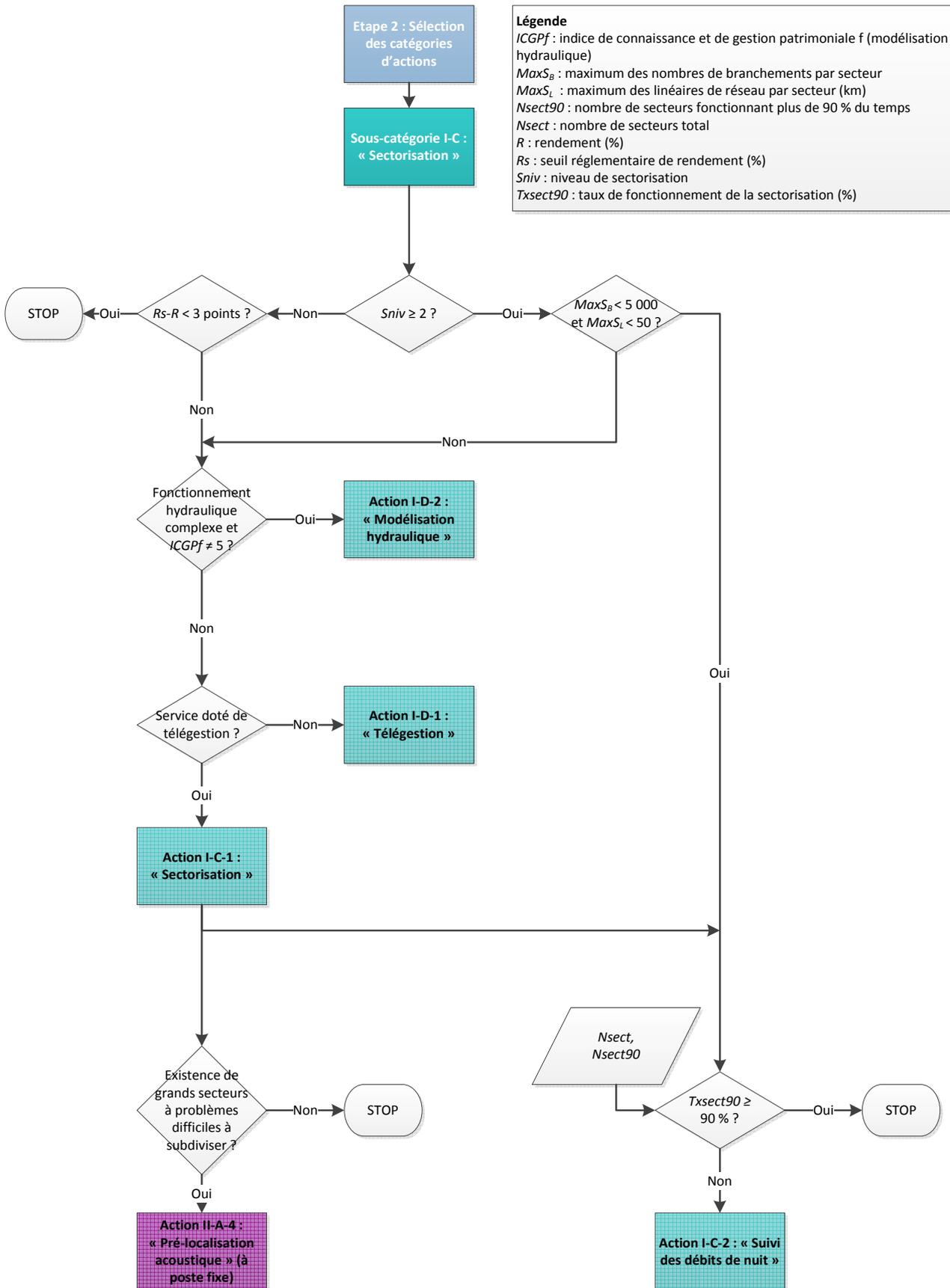
Action II-A-4 : « Prélocalisation acoustique » (à poste fixe)

Dans certains contextes, il peut être complexe, coûteux, ou incompatible avec d'autres objectifs du service d'affiner la sectorisation. Ainsi, dans le cas où persistent de grands secteurs difficiles à subdiviser et sujets à problèmes (niveaux de pertes importants, environnement rendant les interventions difficiles, ou enjeux de sécurité sur la distribution), la prélocalisation acoustique à poste fixe (dite sectorisation acoustique) peut être mise en place.

Action II-C-2 : « Suivi des débits de nuit »

Une sectorisation est opérationnelle lorsque le service est, la plupart du temps, en mesure d'évaluer le débit de nuit de chacun des secteurs. On utilise pour s'en assurer un indicateur mesurant la proportion de secteurs dont le fonctionnement est satisfaisant ($Txsect90$), avec pour objectif que 90 % des secteurs permettent d'évaluer un débit de nuit valide pendant au moins 90 % du temps [SAGE Nappes profondes de Gironde, 2014].

Figure 5 : Etape 3 de l'arbre de décision – Sous-catégorie I-C : « Sectorisation »



Etape 3 – Sous-catégorie I-D : « Fonctionnement »

L'objectif de cette branche de l'arbre de décision est de vérifier que le service a une connaissance du fonctionnement de son réseau lui permettant de mettre en œuvre de façon appropriée et ciblée les actions de lutte contre les pertes. Le service accède aux actions de la sous-catégorie I-D lorsqu'il n'est pas en mesure d'évaluer de façon fiable les indicateurs déterminant l'accès aux catégories II « Recherche active des fuites et réparation », III « Gestion des pressions » et IV « Remplacement et rénovation des réseaux ». D'abord, l'action I-D-3 établit les différents indicateurs techniques de référence pour un service ; suivent ensuite deux actions clés pour un bon suivi du fonctionnement du réseau : la modélisation hydraulique (fiche I-D-2) et le suivi des interventions (fiche II-C-3). Lorsque le service a mis en place une sectorisation, les indicateurs techniques sont à évaluer à l'échelle du secteur, ce qui permet une hiérarchisation par catégorie des zones prioritaires d'action.

Nota bene : La hiérarchisation des secteurs pour la mise en œuvre des actions de recherche active des fuites peut, en complément de l'indice de pertes par abonné (IPA), s'appuyer sur deux indicateurs basés sur les débits issus de la sectorisation, qui permettent de comparer le débit nocturne à une valeur de référence :

- $Q_{\text{nuit}}(s) - Q_{\text{nuit,ref}}$ pour quantifier les enjeux en termes de volumes ;
- $Q_{\text{nuit}}(s) / Q_{\text{nuit,ref}}$ pour cibler les secteurs où il y a un potentiel de réduction des fuites.

Avec $Q_{\text{nuit}}(s)$ et $Q_{\text{nuit,ref}}$ définis dans la fiche pratique 2-2 du recueil [Iristea, 2012] (cf. Annexe 4).

Action I-D-3 : « Indicateurs techniques »

L'accès à l'action I-D-3 est systématique dès lors que l'accès à la sous-catégorie I-D a été amorcé, c'est-à-dire dès lors que l'indice de pertes par abonné (IPA), la pression moyenne journalière (PMJ), le taux de défaillance des canalisations (T_{xdc}) et le taux de défaillance des branchements (T_{xdb}) ne sont pas connus de manière fiable.

Action I-D-2 : « Modélisation hydraulique »

Si la pression moyenne journalière (PMJ) n'a pas été évaluée et que le service ne dispose pas d'un modèle hydraulique, alors le service est incité à se reporter à la fiche I-D-2.

Nota bene : L'utilisation de la modélisation hydraulique n'est pas la seule méthode permettant de déterminer la PMJ. En effet, cette dernière peut être déterminée en équipant un point représentatif du réseau d'un capteur de pression. De plus, pour les réseaux dont le fonctionnement hydraulique est simple, la PMJ peut être déterminée à partir de l'analyse de la topographie du réseau (cf. Annexe 3).

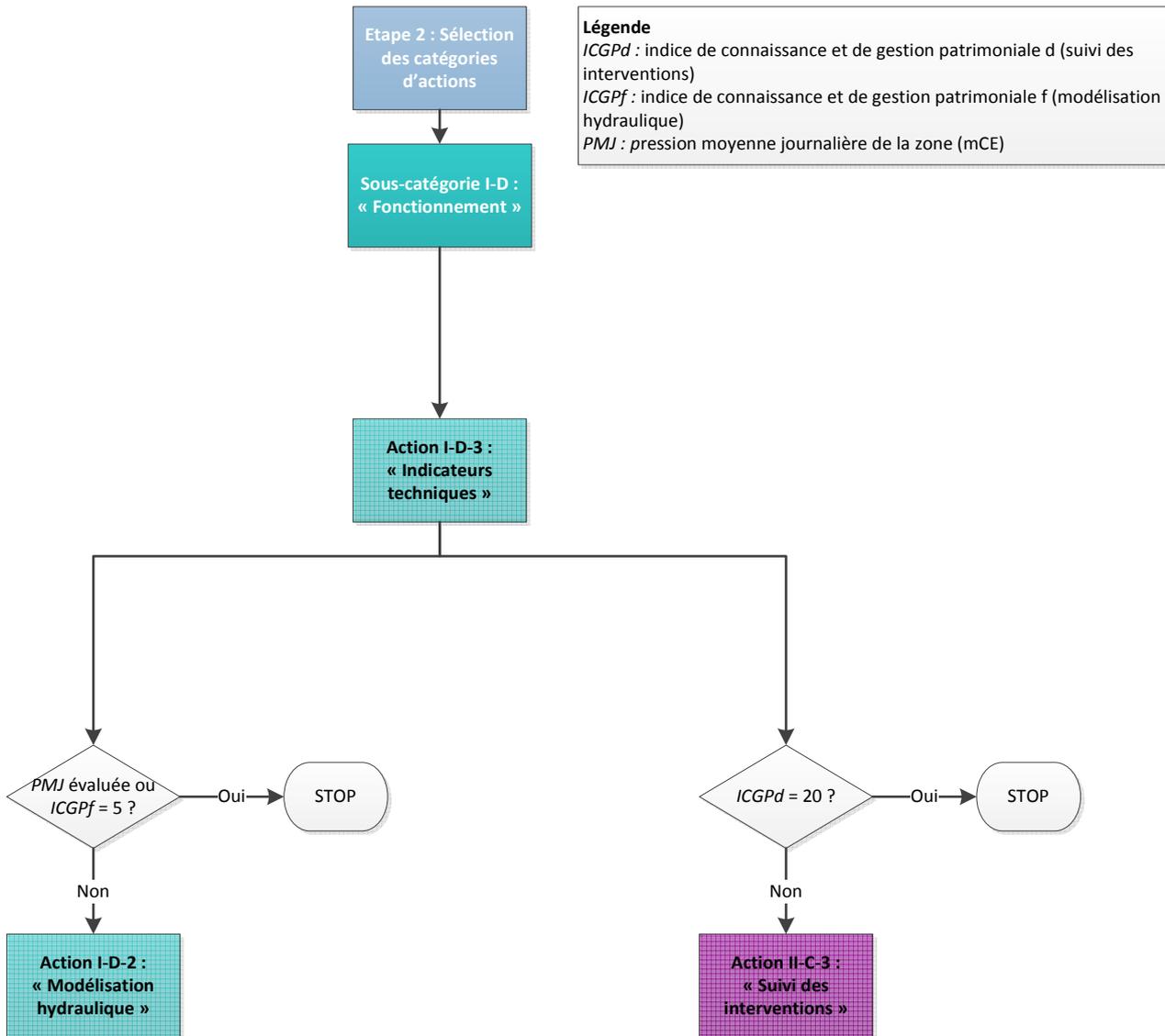
Action II-C-3 : « Suivi des interventions »

Le seuil de l'ICGPd est proposé à 20 points afin d'inclure tous les points de l'ICGP relatifs au suivi des interventions, qui correspondent à :

- 10 points pour l'existence d'un document identifiant les secteurs où ont été réalisées des recherches de pertes d'eau, la date de ces recherches et la nature des réparations ou des travaux effectués à leur suite ;
- 10 points pour le maintien à jour d'un document mentionnant la localisation des autres interventions sur le réseau telles que réparations, purges, travaux de renouvellement, etc.

Nota bene : Le suivi des interventions est indispensable pour évaluer T_{xdb} et T_{xdc} , Toutefois, une analyse complémentaire est nécessaire pour s'assurer de la représentativité de ces indicateurs (un taux de réparation faible n'indique pas un bon état du patrimoine s'il résulte d'une politique de réparation laxiste).

Figure 6 : Etape 3 de l'arbre de décision – Sous-catégorie I-D : « Fonctionnement »



Etape 3 – Catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation »

L'objectif de cette branche de l'arbre de décision, qui reste synthétique puisqu'elle ne cible pas une à une les actions des sous-catégories II-A et II-B relatives à la pré-localisation et à la localisation des fuites, est de proposer un cheminement logique permettant d'abord de rechercher les fuites par pré-localisation puis localisation, et enfin de les réparer. Ainsi, cette branche de l'arbre de décision présente l'enchaînement des actions que le service est amené à réaliser au sein de la catégorie II. Au sein de ce cheminement, des raccourcis sont possibles. Notamment, en présence de fuites apparentes, les techniques de localisation ne sont pas nécessaires. De plus, dans certains cas, les techniques de pré-localisation ne sont pas utiles en amont de techniques de localisation (gaz traceur par exemple).

Afin de choisir les actions à mettre en œuvre au sein des sous-catégories II-A « Pré-localisation » et II-B « Localisation », l'arbre de décision oriente le service respectivement vers le Tableau 3 et le Tableau 4. Ces deux tableaux ont pour objectif de permettre de cibler les techniques les mieux adaptées compte tenu d'un certain nombre de paramètres relatifs à la configuration du réseau et à son environnement. Ainsi, la structure du réseau, le diamètre et le matériau des canalisations, la qualification des équipes, etc., sont autant d'éléments qui orienteront le service vers l'une ou l'autre des techniques existantes.

Il est important de noter que les techniques de pré-localisation et de localisation présentées dans le guide, ainsi que leurs domaines d'utilisation et leurs coûts, sont susceptibles d'évoluer en fonction des progrès technologiques ; le service doit donc se tenir informé de ces évolutions.

Action II-A-1 : « Vannes de sectionnement »

Les vannes de sectionnement ont un rôle important pour la recherche active des fuites et leur réparation. Elles constituent des points d'écoute pour certaines méthodes acoustiques et sont indispensables pour isoler des portions du réseau. Il est donc important que leur densité (Dv) soit suffisante (seuil proposé : 5 vannes/km).

Action II-C-2 : « Réparation »

Le cheminement dans l'arbre de décision suppose que, suite à la pré-localisation et à la localisation d'une fuite, la réparation de celle-ci doit être mise en œuvre.

Action II-C-1 : « Rapidité d'intervention »

Le délai moyen de réparation (DMR) correspond à la durée moyenne écoulée entre le signalement d'une fuite par le service ou les usagers, et sa réparation.

Nota bene : Le seuil du DMR , fixé à 8 jours, peut être adapté en fonction des contraintes locales liées au service de voirie.

Action II-C-3 : « Suivi des interventions »

Le seuil de l' $ICGPd$ est proposé à 20 points afin d'inclure tous les points de l' $ICGP$ relatifs au suivi des interventions, qui correspondent à :

- 10 points pour l'existence d'un document identifiant les secteurs où ont été réalisées des recherches de pertes d'eau, la date de ces recherches et la nature des réparations ou des travaux effectués à leur suite ;
- 10 points pour le maintien à jour d'un document mentionnant la localisation des autres interventions sur le réseau telles que réparations, purges, travaux de renouvellement, etc.

Figure 7 : Etape 3 de l'arbre de décision – Catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation »

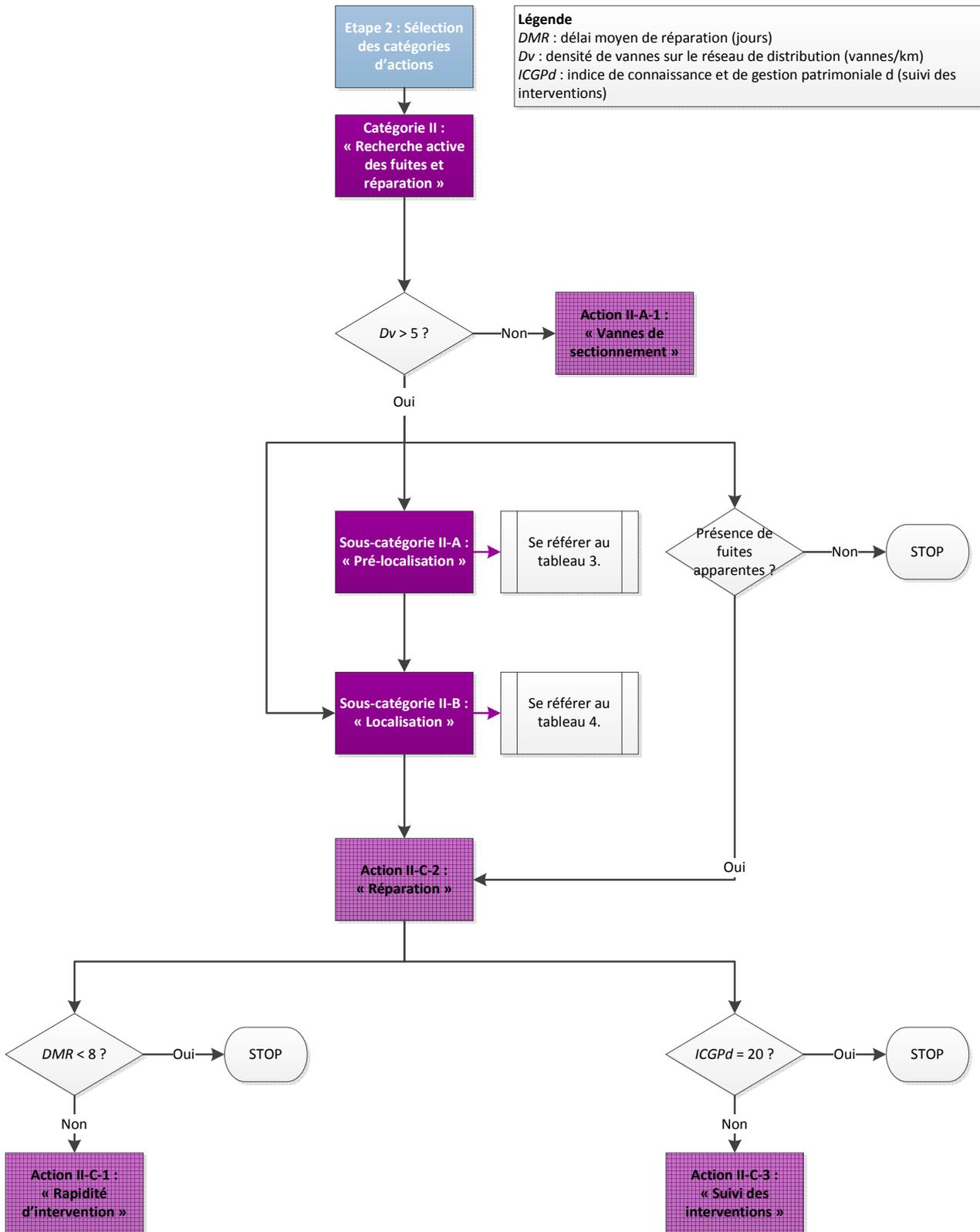


Tableau 3 : Etape 3 – Sous-catégorie II-A : « Pré-localisation »

Code de la fiche	Technique de prélocalisation	Matériaux adaptés	Diamètre (DIA)	Accès	Echelle de précision	Période de mesure	Pression	Structure du réseau	Commentaires
II-A-2	Ilotage	Tout matériau	Tout diamètre	Sans objet	Zone (îlot)	Nuit	Toute pression	Ramifié (ou peu maillé)	Etude des solutions de réalimentation
II-A-3	Quantification par alimentation directe	Tout matériau	Tout diamètre	Sans objet	Zone (îlot)	De préférence de nuit	Toute pression	Très maillé	Zones potentiellement fuyardes ; zones très maillées (îlotage ou travail de nuit impossible)
II-A-4	Pré-localisation acoustique : accéléromètre	Efficacité maximale pour fonte, acier, béton et amiante-ciment	Efficacité maximale pour DIA < 200 ou DIA < 500 mm selon les matériaux, possible au-delà	$D_v > 5$ vannes/km	Tronçon	De préférence de nuit	Minimum 1 à 2 bars	Toute structure du réseau, y compris urbain maillé	Zones urbaines maillées (peu judicieux ou impossible de sectoriser plus finement) ; zones avec des niveaux de pertes importants ; campagnes d'écoute systématique (utilisation mobile)
	Pré-localisation acoustique : hydrophone	Tout matériau		$D_{pr} > 3$ prises en charge/km					
II-A-5	Ecoute directe mécanique	Efficacité maximale pour fonte et acier	Efficacité maximale pour DIA < 250 mm, possible au-delà	$D_v > 5$ vannes/km	Tronçon	Nuit	Minimum 1 à 2 bars	Toute structure de réseau	Mise en œuvre systématique, généralement sur zone préalablement ciblée par pré-localisation large (cf. fiches I-C-1, II-A-2 et II-A-3)

Nota bene : D_{pr} et D_v sont respectivement la densité de prises en charge et la densité de vannes (cf. Annexe 1 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour leur expression).

Tableau 4 : Etape 3 – Sous-catégorie II-B : « Localisation »

Code de la fiche	Technique de localisation	Matériaux adaptés	Diamètre	Accès	Type de sol	Période de mesure	Pression	Commentaires
II-B-1	Ecoute électronique amplifiée au sol	Efficacité maximale pour fonte et acier	Efficacité maximale pour $DIA < 350$ mm, possible au-delà	Suivi du tracé de la canalisation en surface	Tout type de sol	Hors zones et/ou périodes bruyantes	Minimum 1 à 2 bars	Zones avec fuites pré-localisées ; fortement recommandée pour confirmer les autres techniques
II-B-2	Corrélation acoustique : accéléromètre	Efficacité maximale pour fonte, acier, béton et amiante-ciment	Efficacité maximale pour $DIA < 200$ ou $DIA < 500$ mm selon les matériaux, possible au-delà	$Dv > 5$ vannes/km	Tout type de sol	Indifférente	Minimum 1 à 2 bars	Zones avec fuites pré-localisées ; surveillance du réseau
	Corrélation acoustique : hydrophone	Tout matériau	Efficacité maximale pour $DIA < 400$ mm, possible au-delà	$Dpr > 3$ prises en charge/km			Toute pression	
II-B-3	Gaz traceur	Tout matériau	$25 < DIA < 400$ mm	Branchement, poteau incendie, autre prise en charge	Perméable	Indifférente	Toute pression	Niveau de pertes élevé ; techniques acoustiques pas adaptées ou sans résultats
II-B-4	Géoradar	Tout matériau	Tout diamètre	En contact avec le sol au droit de la conduite	Non argileux et sec	Indifférente	Toute pression	Compte tenu de ses contraintes (mise en œuvre complexe et résultats très dépendants du contexte), utilisé si autres techniques non performantes
II-B-5	Hydrophone mobile libre (Smart Ball)	Tout matériau	$DIA > 150$ mm	Points d'entrée et de sortie du capteur	Tout type de sol	Jour (en charge)	Toute pression	Technologie récente ; conduites stratégiques de gros diamètres à problème ; fuites suspectées et autres techniques sans résultats
	Hydrophone mobile lié (Sahara)		$DIA > 300$ mm				Maximum 14 bars	

Nota bene : Dpr et Dv sont respectivement la densité de prises en charge et la densité de vannes (cf. Annexe 1 pour leur expression).

Etape 3 – Catégorie III : « Gestion des pressions »

L'objectif de cette branche de l'arbre de décision est d'identifier les possibilités offertes pour réduire ou moduler les pressions, pour chaque secteur ou étage de pression.

Nota bene : Lors de la mise en place d'une réduction ou d'une modulation de pression, il est nécessaire de vérifier que la pression minimale au point critique reste supérieure à la pression minimale d'usage (en général fixée à 20 mCE).

Action III-A-1 : « Réduction de pression »

L'intérêt de mettre en place de la réduction de pression est évalué en comparant la pression moyenne journalière (PMJ) avec la pression minimale atteignable, notée P_{min} , pouvant être obtenue en respectant les contraintes de service. Deux indicateurs sont calculés :

- PMJ/P_{min} qui permet de s'assurer que la réduction de pression potentielle est suffisante pour être compatible avec les conditions de fonctionnement des appareils courants (seuil proposé : 10 mCE) ;
- PMJ/P_{min} qui permet, en première approche, d'évaluer le potentiel de réduction des pertes lié à la réduction de pression (seuil proposé : 1,2).

Nota bene : P_{min} peut être estimée à partir de la distribution des pressions au sein de la zone concernée [Ben Hassen, 2012] (cf. Annexe 5).

Action III-A-2 : « Modulation de pression »

L'intérêt de mettre en place de la modulation de pression dépend de la variation journalière de la pression au niveau du point critique (point de desserte de la zone soumise à la pression la plus faible), notée ΔP . En effet, la mise en place de la modulation de pression n'est pertinente que lorsque des pertes de charge significatives génèrent des écarts de pression notables entre le jour et la nuit du fait de la variation des consommations (seuil proposé : 5 mCE).

Nota bene : Le seuil proposé pour la mise en place d'une modulation de pression, fixé à 5 mCE, est proche de la limite technologique de fonctionnement des vannes de régulation. La variation de pression au point critique peut résulter pour partie du marnage d'un réservoir : la part éventuelle du marnage doit donc être identifiée. Par ailleurs, l'intérêt de la modulation de pression croît avec la taille du secteur et décroît quand la pression moyenne journalière (PMJ) augmente.

Action III-A-3 : « Régulation des pompages »

La hauteur manométrique totale à l'aval d'une pompe dépend du débit appelé. L'intérêt de mettre en place la régulation des pompages dépend de la variation maximale journalière de la pression à l'aval du pompage, notée $P_{pmax}-P_{pmin}$ (seuil proposé : 30 mCE).

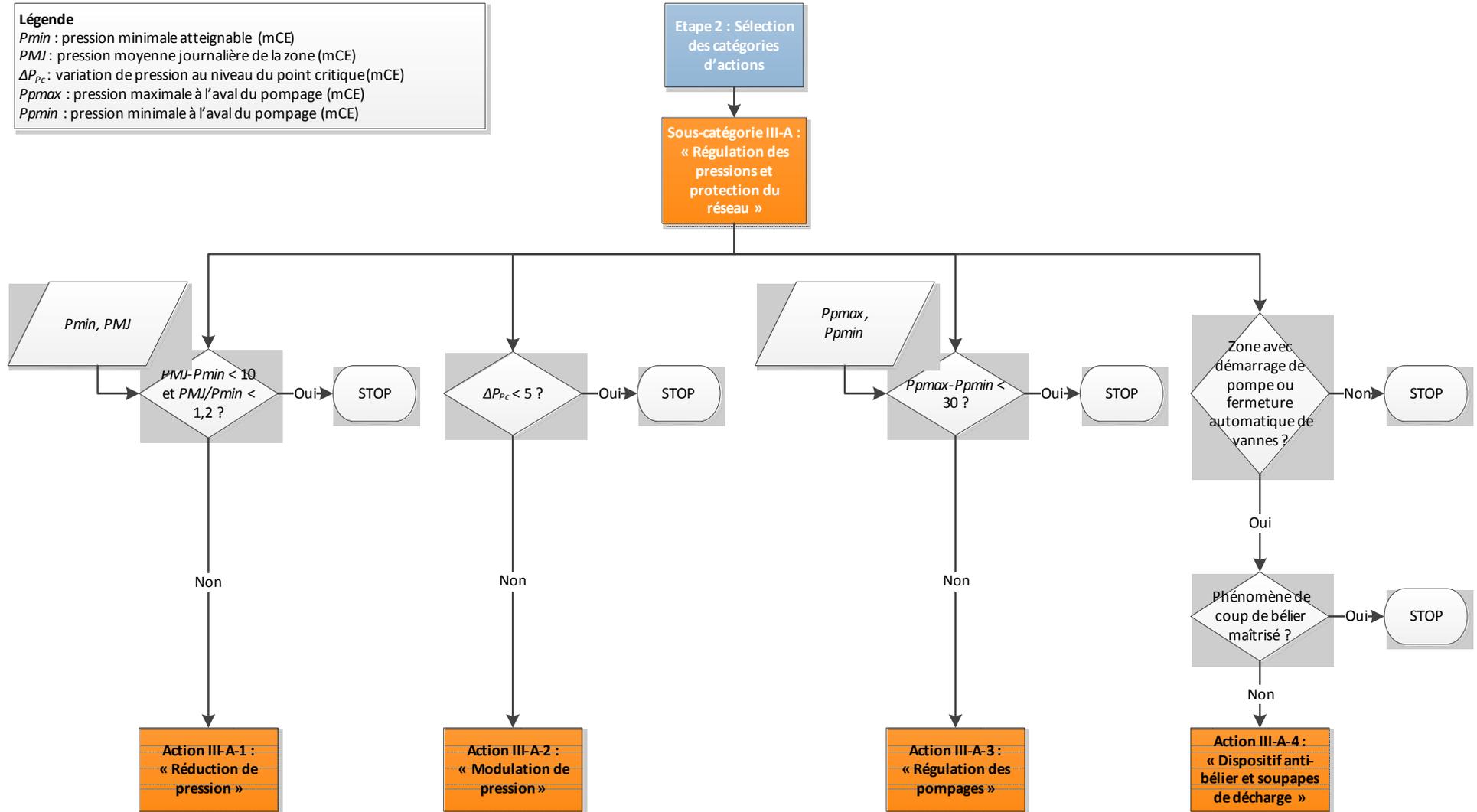
Action III-A-4 : « Dispositif anti-bélier et soupapes de décharge »

L'arrêt et le démarrage d'une pompe ou la fermeture d'une vanne peuvent potentiellement provoquer des coups de bélier qui occasionnent de façon transitoire de fortes variations des pressions. Il est nécessaire de s'assurer que ces phénomènes sont maîtrisés et, dans le cas contraire, de conduire des études et de mettre en place, si besoin, des dispositifs de protections anti-bélier. Si une étude anti-bélier a déjà été réalisée par le passé, il est important de vérifier l'efficacité des dispositifs de protection qui ont été mis en place.

Figure 8 : Etape 3 de l'arbre de décision – Catégorie III : « Gestion des pressions »

Légende

P_{min} : pression minimale atteignable (mCE)
 PMJ : pression moyenne journalière de la zone (mCE)
 ΔP_{pc} : variation de pression au niveau du point critique (mCE)
 P_{pmax} : pression maximale à l'aval du pompage (mCE)
 P_{pmin} : pression minimale à l'aval du pompage (mCE)



Etape 3 – Catégorie IV : « Remplacement et rénovation des réseaux »

L'objectif de cette branche de l'arbre de décision est la mise en place d'une stratégie ciblée de remplacement et de rénovation des réseaux permettant de réduire les pertes en eau en s'appuyant sur des outils d'arbitrage et de hiérarchisation.

Dans un premier temps, la valeur de l'*ICGPe* permet de déterminer si le service dispose d'un programme pluriannuel de renouvellement des canalisations. Ce programme peut être optimisé grâce à l'utilisation d'outils d'arbitrage et de hiérarchisation qui selon le contexte du service peuvent prendre la forme d'inspections de canalisations et/ou d'outils d'aide à la décision. Ensuite, l'analyse des taux de défaillance des canalisations d'une part et des branchements d'autre part, permet d'identifier et de hiérarchiser les secteurs prioritaires pour le remplacement ou la rénovation des canalisations et des branchements. Au-delà de ces indicateurs, d'autres considérations sont à prendre en compte telles que les matériaux identifiés comme problématiques, les difficultés et les coûts de réparation, ou le niveau des pertes du secteur concerné.

Action IV-A-1 : « Méthodes et outils d'aide à la décision »

L'utilisation de méthodes et d'outils d'aide à la décision ne concernent généralement pas les très petits services (moins de 50 km de canalisations et moins de 1 000 abonnés). En effet, pour ces derniers, d'une part il est possible aux personnes intervenant sur le réseau d'en avoir une connaissance précise, et d'autre part les outils statistiques ne sont pas adaptés.

Action IV-A-2 : « Inspections non destructives des canalisations » / Action IV-A-3 : « Inspections destructives des canalisations »

Les inspections destructives et non destructives des canalisations peuvent être utilisées pour :

- diagnostiquer l'état des canalisations de gros diamètre (choisir une technique de remplacement ou de rénovation, cibler un tronçon ou une portion de tronçon, etc.) ;
- mener des études statistiques permettant d'améliorer la connaissance du patrimoine et de son vieillissement, et d'alimenter les méthodes et outils d'aide à la décision (modèles de corrosion par exemple).

Le choix entre les techniques d'inspections non destructives et destructives des canalisations doit prendre en considération l'objectif de l'inspection, et les contraintes contextuelles du service et de la canalisation à diagnostiquer. Les réparations de casses sont l'opportunité de prélever des échantillons.

Action IV-B-2 : « Remplacement des canalisations » / Action IV-C-1 : « Rénovation des canalisations »

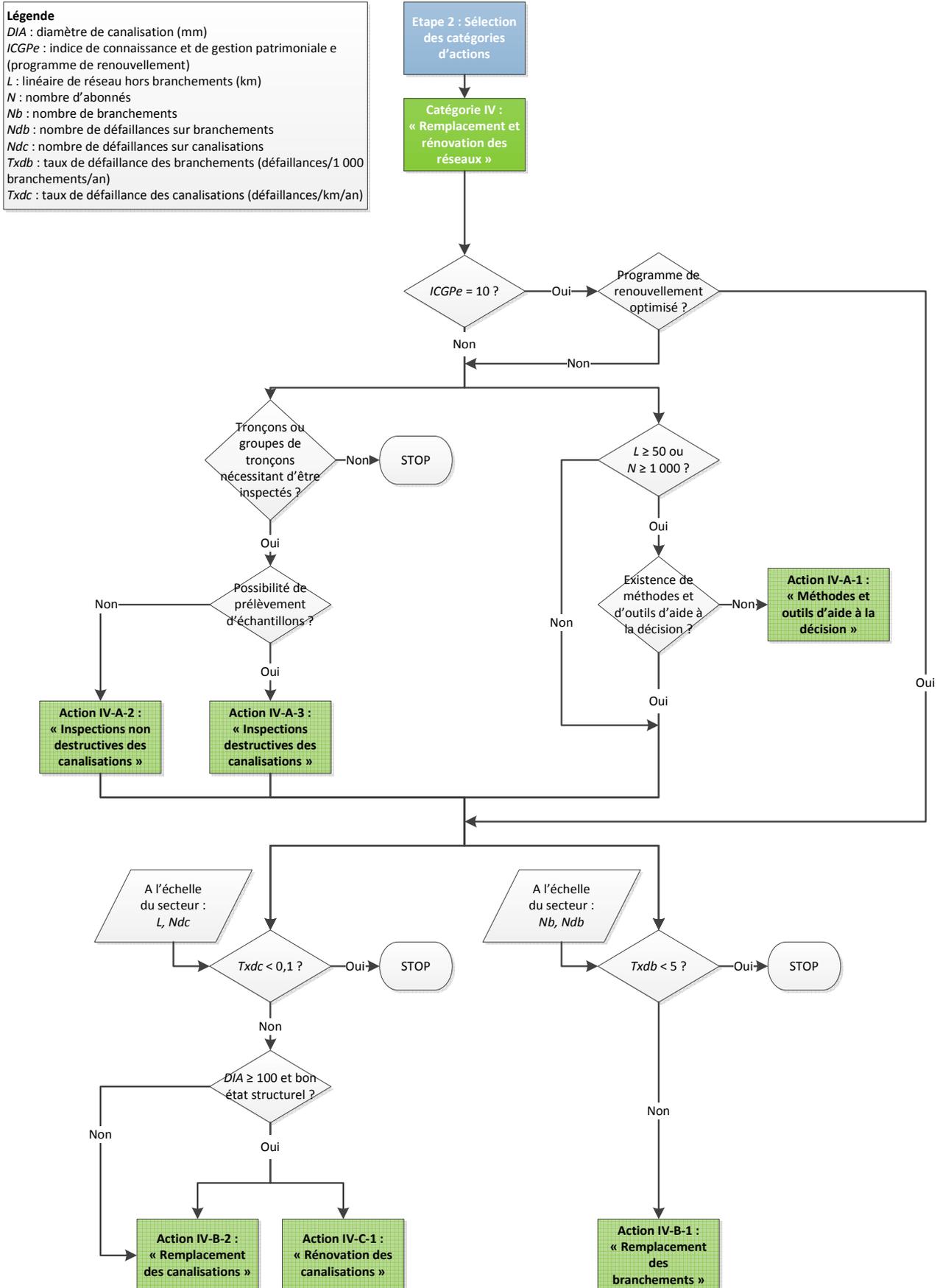
L'arbitrage entre le remplacement ou la rénovation d'une canalisation se fait sur plusieurs paramètres. Techniquement, la rénovation sera proscrite si le diamètre de canalisation est trop faible (seuil proposé : 100 mm) ou si l'état structurel de la conduite est dégradé. Par ailleurs, il faut prendre en compte des contraintes liées à l'environnement de la canalisation et à la continuité du service (contraintes techniques liées à la présence de branchements, alimentation des usagers durant le chantier, etc.). Enfin, le coût de l'opération est un paramètre important pour arbitrer entre remplacement et rénovation.

Les possibilités de remplacement ou de rénovation des canalisations doivent être étudiées en priorité sur les secteurs dont le taux de défaillance des canalisations (T_{xdc}) est conséquent (seuil proposé : 0,1 défaillance/km/an).

Action IV-B-1 : « Remplacement des branchements »

Les possibilités de remplacement des branchements doivent être étudiées en priorité sur les secteurs dont le taux de défaillance des branchements (T_{xdb}) est conséquent (seuil proposé : 5 défaillances/1 000 branchements/an).

Figure 9 : Etape 3 de l'arbre de décision – Catégorie IV : « Remplacement et rénovation des réseaux »



Sigles

AEP	Adduction d'eau potable
AITF	Association des ingénieurs territoriaux de France
ASTEE	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
CLE	Commission locale de l'eau
ENGEES	Ecole nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg
GESTE	Gestion territoriale de l'eau et de l'environnement
GTI	Grès du Trias inférieur
Irstea	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
IWA	International water association
OIEau	Office international de l'eau
ONEMA	Office national de l'eau et des milieux aquatiques
RPQS	Rapport sur le prix et la qualité du service
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SEDIF	Syndicat des eaux d'Ile-de-France
SIG	Système d'information géographique
UDI	Unité de distribution
UGE	Unité de gestion
UMR	Unité mixte de recherche
ZRE	Zone de répartition des eaux

Bibliographie

Textes réglementaires

Arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement, Légifrance (*Journal officiel*, 19 décembre 2013).

Arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement, Légifrance (*Journal officiel*, 4 mai 2007).

Arrêté du 6 mars 2007 relatif au contrôle des compteurs d'eau froide en service (version consolidée au 23 mars 2007), Légifrance (*Journal officiel*, 23 mars 2007).

Références techniques

Agence de l'eau Adour-Garonne, *Connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable*, 2005, Adour-Garonne, 89 p.

Alegre H., Melo Baptista J., Cabrera E., Cubillo F., Duarte P., Hirne W., Parena R., *Performance Indicators for Water Supply Services*, London IWA publishing, Second Edition, 2006.

Ben Hassen, F., *Caractérisation et évaluation de la pression moyenne minimale d'une zone de desserte d'un réseau d'alimentation en eau potable*, 2012, Irstea, 105 p.

CLE, *SAGE Nappes Profondes de Gironde – Réunion de la CLE du 22 septembre 2014 : Mise en œuvre des dispositions 27, 29 et 30 du SAGE relatives aux diagnostics de réseau et à la sectorisation*, 2014, CLE, 16 p.

Eaufrance. *Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable*, 2014. Retrouvé le 30/11/2015 sur < <http://www.services.eaufrance.fr/observatoire/indicateurs/p103.2b> >.

Eaufrance. *Rendement du réseau de distribution*, 2007. Retrouvé le 30/11/2015 sur < <http://www.services.eaufrance.fr/observatoire/indicateurs/p104.3> >.

Irstea, ASTEE, *Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable : Guide pour l'élaboration du plan d'actions (décret 2012-97 du 27 janvier 2012)*, 2014, ONEMA, 174 p.

Irstea, *Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable : Systèmes d'indicateurs et méthodologies pour la définition, la conduite et évaluation des politiques de lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau potable*, 2012, ONEMA, 68 p.

Table des illustrations

Figure 1 : Etape 1 de l'arbre de décision (analyse de la situation et opérations préliminaires)	15
Figure 2 : Etape 2 de l'arbre de décision (sélection des catégories d'actions)	17
Figure 3 : Etape 3 de l'arbre de décision – Sous-catégorie I-A : « Patrimoine »	19
Figure 4 : Etape 3 de l'arbre de décision – Sous-catégorie I-B : « Connaissance des volumes »	21
Figure 5 : Etape 3 de l'arbre de décision – Sous-catégorie I-C : « Sectorisation »	23
Figure 6 : Etape 3 de l'arbre de décision – Sous-catégorie I-D : « Fonctionnement »	25
Figure 7 : Etape 3 de l'arbre de décision – Catégorie II : « Recherche active des fuites et réparation »	27
Figure 8 : Etape 3 de l'arbre de décision – Catégorie III : « Gestion des pressions »	31
Figure 9 : Etape 3 de l'arbre de décision – Catégorie IV : « Remplacement et rénovation des réseaux »	33
Tableau 1 : Organisation des branches de l'arbre de décision	11
Tableau 2 : Echelles d'action des différentes branches de l'arbre de décision	13
Tableau 3 : Etape 3 – Sous-catégorie II-A : « Pré-localisation »	28
Tableau 4 : Etape 3 – Sous-catégorie II-B : « Localisation »	29

Annexes

Annexe 1

Récapitulatif des indicateurs et de leur utilisation

Nom	Désignation	Élément d'évaluation	Unité	Ordre de grandeur des valeurs rencontrées*	Seuil de décision (indicatif)	Utilisation	Figure / Tableau
<i>Agmax</i>	Age du plus vieux compteur d'exploitation	-	Ans	10 – 30	15	I-B-1	Figure 4 (p. 21)
<i>DIA</i>	Diamètre de canalisation	-	mm	20 – 1 000	100 – 400	II-A-4 – II-A-5 – II-B-1 – II-B-2 – II-B-3 – II-B-5 – IV-B-2 – IV-C-1	Tableau 3 (p. 28) Tableau 4 (p. 29) Figure 9 (p. 33)
<i>DMR</i>	Délai moyen de réparation	-	Jours	5 – 20	8	II-C-1	Figure 7 (p. 27)
<i>Dpb</i>	Densité de poteaux et bouches incendie	$D_{pb} = \frac{N_{pb}}{L}$	Poteaux et bouches incendie/km	1 – 5	0,5	I-B-3	Figure 4 (p. 21)
<i>Dpr</i>	Densité de prises en charge	$D_{pr} = \frac{N_{pr}}{L}$	Prises en charge/km	1 – 10	3	II-A-4 – II-B-2	Tableau 3 (p. 28) Tableau 4 (p. 29)
<i>Dv</i>	Densité de vannes sur le réseau de distribution	$D_v = \frac{N_v}{L}$	Vannes/km	1 – 20	2 – 5	II-A-1 – II-A-4 – II-A-5 – II-B-2	Tableau 3 (p. 28) Tableau 4 (p. 29)
<i>ICGP</i>	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale	Cf. fiche descriptive P103.2B [Eaufrance, 2014]	Sans dimension	0 – 120	80	Sous-catégorie I-A	Figure 2 (p. 17)
<i>ICGPa</i>	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale a : plan des réseaux	Cf. Annexe 2	Sans dimension	0 – 35	25	I-A-1	Figure 3 (p. 19)
<i>ICGPb</i>	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale b : inventaire des réseaux	Cf. Annexe 2	Sans dimension	0 – 40	35	I-A-2	Figure 3 (p. 19)
<i>ICGPc</i>	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale c : compteurs des usagers	Cf. Annexe 2	Sans dimension	0 – 10	10	I-B-2	Figure 4 (p. 21)

Nom	Désignation	Élément d'évaluation	Unité	Ordre de grandeur des valeurs rencontrées*	Seuil de décision (indicatif)	Utilisation	Figure / Tableau
ICGPd	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale d : suivi des interventions	Cf. Annexe 2	Sans dimension	0 – 20	20	II-C-3	Figure 3 (p. 19) Figure 6 (p. 25) Figure 7 (p. 27)
ICGPe	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale e : programme de renouvellement	Cf. Annexe 2	Sans dimension	0 – 10	10	IV-A-1 – IV-A-2 – IV-A-3	Figure 9 (p. 33)
ICGPf	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale f : modélisation hydraulique	Cf. Annexe 2	Sans dimension	0 – 5	5	I-D-2	Figure 5 (p. 23)
ILC	Indice linéaire de consommation	$ILC = \frac{V_{cc} + V_{cnc} + V_v}{L * 365}$	m ³ /km/jour	1 – 300	-	Calcul de Rs	Figure 1 (p. 15)
IPA	Indice de pertes par abonné	$IPA = \frac{(V_{prod} + V_a) - (V_{cc} + V_{cnc} + V_v)}{365 * N}$	m ³ /abonné/jour	0,05 – 0,5	0,1	Catégorie II Sous-catégorie I-D	Figure 2 (p. 17)
L	Linéaire de réseau hors branchements	-	km	10 – 5 000	50	IV-A-1	Figure 9 (p. 33)
MaxS _B	Maximum des nombres de branchements par secteur	$MaxS_B = MAX(Nb_i, i = [1, n] \text{ secteur})$	Branchements	300 – 10 000	5 000	I-C-1	Figure 5 (p. 23)
MaxS _L	Maximum des linéaires de réseau par secteur	$MaxS_L = MAX(L_i, i = [1, n] \text{ secteur})$	km	5 – 500	50	I-C-1	Figure 5 (p. 23)
PMJ	Pression moyenne journalière	Cf. Annexe 3 (PMJ notée PMS dans la fiche 2-3 du guide [Irstea, 2012])	mCE	20 – 80	30	Catégorie III Sous-catégorie I-D	Figure 2 (p. 17)
PMJ-Pmin	Différence entre la pression moyenne journalière et la pression minimale atteignable	Cf. Annexe [Ben Hassen, 2012]	mCE	0 – 80	10	III-A-1	Figure 8 (p. 31)
PMJ/Pmin	Rapport entre la pression moyenne journalière et la pression minimale atteignable	Cf. Annexe [Ben Hassen, 2012]	mCE	1 – 4	1,2	III-A-1	Figure 8 (p. 31)

Nom	Désignation	Élément d'évaluation	Unité	Ordre de grandeur des valeurs rencontrées*	Seuil de décision (indicatif)	Utilisation	Figure / Tableau
ΔP_{Pc}	Variation de pression au niveau du point critique	-	mCE	0 – 50	5	III-A-2	Figure 8 (p. 31)
$P_{pmax} - P_{pmin}$	Différence entre la pression maximale et la pression minimale à l'aval du pompage sur une journée	-	mCE	5 – 100	30	III-A-3	Figure 8 (p. 31)
N	Nombre d'abonnés	-	Abonnés	-	1 000	IV-A-1	Figure 9 (p. 33)
R	Rendement	$R = \frac{V_{cc} + V_{cnc} + V_v}{V_{prod} + V_a}$ Cf. fiche descriptive P104.3 [Eaufrance, 2007]	%	40 – 95	R_s	Etape 1	Figure 1 (p. 15)
R_s	Seuil réglementaire de rendement	$R_s = \text{MIN} \left(R_1 = 85 ; R_2 = R_0 + \frac{ILC}{5} \right)$	%	65 – 85	-	Etape 1	Figure 1 (p. 15)
$R_s - R$	Ecart du rendement au seuil réglementaire	-	Points de rendement	-30 à +20	3	Sous-catégorie I-C	Figure 2 (p. 17)
$Sniv$	Niveau de sectorisation	<i>Sniv</i> [Agence de l'eau Adour-Garonne, 2005] : <ul style="list-style-type: none"> - niveau 1 : suivi annuel des volumes par zone de distribution ou étage de pression, avec télégestion ou non ; - niveau 2 : suivi permanent des volumes par secteur, avec télégestion ; - niveau 3 : deuxième niveau auquel s'ajoute le procédé d'ilotage (fiche II-A-2). 	Sans dimension	0 – 3	2	Sous-catégorie I-C	Figure 2 (p. 17)
$T_{xcptConf}$	Taux de compteurs domestiques conformes	$T_{xcptConf} = \frac{N_{cptConf}}{N_{cpt}}$	%	50 – 100	90	I-B-2	Figure 4 (p. 21)
T_{xcpt15}	Taux de compteurs domestiques de plus de 15 ans	$T_{xcpt15} = \frac{N_{cpt15}}{N_{cpt}}$	%	0 – 50	10	I-B-2	Figure 4 (p. 21)

Nom	Désignation	Élément d'évaluation	Unité	Ordre de grandeur des valeurs rencontrées*	Seuil de décision (indicatif)	Utilisation	Figure / Tableau
<i>Txdb</i>	Taux de défaillance des branchements	$Txdb = \frac{Ndb}{Nb} * 1\ 000$	Défaillances hors accessoires/1 000 branchements/an	2 – 30	5	Catégorie IV Sous-catégorie I-D Action IV-B-1	Figure 2 (p. 17) Figure 9 (p. 33)
<i>Txdc</i>	Taux de défaillance des canalisations (ou taux de casse)	$Txdc = \frac{Ndc}{L}$	Défaillances à l'amont du comptage/km/an	0,05 – 0,5	0,1	Catégorie IV Sous-catégorie I-D Actions IV-B-2 – IV-C-1	Figure 2 (p. 17) Figure 9 (p. 33)
<i>Txesc</i>	Taux de comptages des entrées et sorties d'eau du système et des secteurs de distribution	$Txesc = \frac{Nesc}{Nes}$	%	0 – 100	100	I-B-1	Figure 4 (p. 21)
<i>Txlav</i>	Taux de lavage des stockages	$Txlav = \frac{Vlav}{Vsto}$	%	20 – 200	100	I-B-6	Figure 4 (p. 21)
<i>Txpsc</i>	Taux de piquages autorisés sans compteur hors incendie, purges et vidanges	$Txpsc = \frac{Npsc}{Np}$	%	0 – 100	1	I-B-3	Figure 4 (p. 21)
<i>Txpurge</i>	Taux de purge	$Txpurge = \frac{Vpurge}{Vd}$	%	0 – 10	2	I-B-5	Figure 4 (p. 21)
<i>Txsect90</i>	Taux de fonctionnement de la sectorisation	$Txsect90 = \frac{Nsect90}{Nsect}$	%	0 – 100	90	I-C-2	Figure 5 (p. 23)
<i>TxVcnc</i>	Taux de volume consommé non comptabilisé	$TxVcnc = \frac{Vcnc}{Vprod + Va}$	%	0,5 - 10	4	Sous-catégorie I-B	Figure 2 (p. 17)

* L'objectif de la colonne « Ordre de grandeur des valeurs rencontrées » est de pouvoir détecter d'éventuelles erreurs de calcul. Néanmoins, il est important de noter que l'intervalle est donné à titre indicatif, et qu'un service peut obtenir une valeur hors de la gamme indiquée, sans qu'elle soit erronée.

Annexe 2

Indicateurs construits à partir de l'indice de connaissance et de gestion patrimoniale (ICGP) des réseaux d'eau potable défini par l'arrêté du 2 décembre 2013 modifiant l'arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement

Indicateur	Numéro d'alinéa	Nombre de points	Description
ICGPa (plan des réseaux)	La valeur de cet indice est comprise entre 0 et 35, avec le barème suivant.		
	1	0	Absence de plan des réseaux de transport et de distribution d'eau ou plan incomplet.
	2	10	Existence d'un plan des réseaux de transport et de distribution d'eau potable mentionnant, s'ils existent, la localisation des ouvrages principaux (ouvrage de captage, station de traitement, station de pompage, réservoir) et des dispositifs généraux de mesures que constituent par exemple le compteur du volume d'eau prélevé sur la ressource en eau, le compteur en aval de la station de production d'eau, ou les compteurs généraux implantés en amont des principaux secteurs géographiques de distribution d'eau potable.
	3	5	Définition d'une procédure de mise à jour du plan des réseaux afin de prendre en compte les travaux réalisés depuis la dernière mise à jour (extension, réhabilitation ou renouvellement de réseaux) ainsi que les données acquises notamment en application de l'article R. 554-34 du code de l'environnement. La mise à jour est réalisée au moins chaque année.
	Ces 15 points doivent être obtenus pour que le service puisse bénéficier des points supplémentaires suivants.		
	8	10	Le plan des réseaux précise la localisation des ouvrages annexes (vannes de sectionnement, ventouses, purges, poteaux incendie...) et, s'il y a lieu, des servitudes instituées pour l'implantation des réseaux.
	10	10	Le plan des réseaux mentionne la localisation des branchements.

Indicateur	Numéro d'alinéa	Nombre de points	Description
ICGPb (inventaire des réseaux)	La valeur de cet indice est comprise entre 0 et 40, avec le barème suivant.		
	4	10	Existence d'un inventaire des réseaux identifiant les tronçons de réseaux avec mention du linéaire de la canalisation, de la catégorie de l'ouvrage définie en application de l'article R. 554-2 du code de l'environnement ainsi que de la précision des informations cartographiques définie en application du V de l'article R. 554-23 du même code et pour au moins la moitié du linéaire total des réseaux, les informations sur les matériaux et les diamètres des canalisations de transport et de distribution.
	5	5 (max)	Lorsque les informations sur les matériaux et les diamètres sont rassemblées pour la moitié du linéaire total des réseaux, un point supplémentaire est attribué chaque fois que sont renseignés 10 % supplémentaires du linéaire total, jusqu'à 90 %. Le cinquième point est accordé lorsque les informations sur les matériaux et les diamètres sont rassemblées pour au moins 95 % du linéaire total des réseaux.
	6	10	L'inventaire des réseaux mentionne la date ou la période de pose des tronçons identifiés à partir du plan des réseaux, la moitié du linéaire total des réseaux étant renseigné.
	7	5 (max)	Lorsque les informations sur les dates ou périodes de pose sont rassemblées pour la moitié du linéaire total des réseaux, un point supplémentaire est attribué chaque fois que sont renseignés 10 % supplémentaires du linéaire total, jusqu'à 90 %. Le cinquième point est accordé lorsque les informations sur les dates ou périodes de pose sont rassemblées pour au moins 95 % du linéaire total des réseaux.
	Au moins 25 de ces 30 points doivent être obtenus pour que le service puisse bénéficier des points supplémentaires suivants.		
	9	10	Existence et mise à jour au moins annuelle d'un inventaire des pompes et équipements électromécaniques existants sur les ouvrages de stockage et de distribution.
ICGPc (compteurs des usagers)	La valeur de cet indice est comprise entre 0 et 10, avec le barème suivant.		
	11	10	Un document mentionne pour chaque branchement les caractéristiques du ou des compteurs d'eau incluant la référence du carnet métrologique et la date de pose du compteur.
ICGPd (suivi des interventions)	La valeur de cet indice est comprise entre 0 et 20, avec le barème suivant.		
	12	10	Un document identifie les secteurs où ont été réalisées des recherches de pertes d'eau, la date de ces recherches et la nature des réparations ou des travaux effectués à leur suite.
	13	10	Maintien à jour d'un document mentionnant la localisation des autres interventions sur le réseau telles que réparations, purges, travaux de renouvellement...

Indicateur	Numéro d'alinéa	Nombre de points	Description
ICGPe (programme de renouvellement)	La valeur de cet indice est comprise entre 0 et 10, avec le barème suivant.		
	14	10	Existence et mise en œuvre d'un programme pluriannuel de renouvellement des canalisations (programme détaillé assorti d'un estimatif portant sur au moins trois ans).
ICGPf (modélisation hydraulique)	La valeur de cet indice est comprise entre 0 et 5, avec le barème suivant.		
	15	5	Existence et mise en œuvre d'une modélisation des réseaux, portant sur au moins la moitié du linéaire de réseaux et permettant notamment d'apprécier les temps de séjour de l'eau dans les réseaux et les capacités de transfert des réseaux.

Annexe 3

Fiche pratique 2-3 du recueil [Irstea, 2012] : « Evaluation de la pression d'une zone de desserte »

FICHE 2-3		REDUCTION DES FUITES	
		2 SECTORISATION	

Evaluation de la pression d'une zone de desserte

La pression dans les réseaux influence les fuites en les intensifiant ou en les créant. L'intérêt d'abaisser la pression dans une perspective de diminution des volumes de pertes est aujourd'hui largement démontré. Or, pour établir un lien entre la pression et les pertes à l'échelle du secteur, il faut disposer d'une estimation de la pression à cette même échelle. La pression étant variable dans le temps (pertes de charges) et de l'espace (altitude), cela suppose de définir ce que recouvre la notion de « pression d'une zone » et de préciser les manières dont elle peut être évaluée.

Concepts et méthode développés à l'international

La prise en compte de la pression pour l'évaluation de la réduction des pertes d'un secteur a donné lieu à de nombreux travaux. Deux ouvrages à visées méthodologiques peuvent être cités : « District Metered Areas Guidance Notes (Draft) » [Morrison *et al.*, 2007], « Leakage management and control et « A best practice training manual » [Farley, 2001].

Trois principaux concepts ont été développés concernant l'évaluation de la pression d'un secteur (en anglais DMA pour District Metered Area) ou d'un réseau :

- **Current Average System Pressure (CASP)** : pression moyenne annuelle du réseau. C'est cette valeur qui est prise en compte dans l'évaluation des pertes incompressibles (UARL). Elle est également dénommée Average Operating Pressure dans l'ouvrage de référence « Performance Indicators for Water Supply Services »¹.

- **Average Zone Night Pressure (AZNP)** : pression moyenne nocturne d'un secteur. Cet indicateur est utilisé pour la gestion des pertes au niveau du secteur avec suivi des débits de nuit.

- **Average Zone Point (AZP)** : point d'un secteur dont les variations de pression sont supposées représentatives de la moyenne du secteur.

La Water Services Association of Australia (WSAA) a élaboré un guide pour l'estimation de la pression moyenne des zones de desserte et des réseaux². Cette méthode passe par la définition systématique d'un point représentatif de chaque secteur (AZP) et propose une approche systématique qui comporte 4 étapes.

Etape 1 : calculer l'altitude moyenne pondérée de chaque zone

A partir des données topographiques, on considère la bande délimitée par deux courbes de niveau et on lui affecte l'altitude moyenne des deux courbes. On affecte ensuite à chaque bande un poids représentatif du réseau puis on calcul l'altitude moyenne pondérée.

Les facteurs de pondération proposés sont les suivants :

- La longueur de conduites ou le nombre de bouches d'incendie si la densité de branchement de la zone est inférieure à 20 branchements/km ;
- Le nombre de branchements particuliers si la densité de branchement de la zone est supérieure à 20 branchements/km.

Etape 2 : identifier un hydrant représentatif de l'AZP de chaque zone

Pour chaque zone, il s'agit de trouver un hydrant idéalement situé vers le centre de la zone et à une cote égale à l'altitude moyenne pondérée de la zone. Si un tel point n'existe pas, il faut choisir un hydrant dont la cote est proche et corriger ensuite les valeurs de pression de la différence de cotes.

Etape 3 : obtenir pour chaque zone une évaluation des pressions à l'AZP, trois méthodes de calcul

- Par mesure directe à l'AZP ;
- Par évaluation à partir de mesures situées à d'autres points en estimant les pertes de charges ;
- Par calcul de la pression avec un modèle hydraulique.

Etape 4 : calculer la pression moyenne du réseau à partir de celles des zones

La pression moyenne du réseau sera considérée égale à la moyenne pondérée des pressions moyennes des AZP des différentes zones. Les facteurs de pondération proposés sont les mêmes que ceux de l'étape 1 et selon les mêmes critères.

1 : ALEGRE H., BAPTISTA J. M., CABRERA JR. E., CUBILLO F., DUARTE P., HIRNER W., MERKEL W., PARENA R. (2006). PERFORMANCE INDICATORS FOR WATER SUPPLY SERVICES. 289 P.

2: LAMBERT A. (2009) GUIDELINES AVERAGE PRESSURE. WATER SERVICES ASSOCIATION OF AUSTRALIA. 12 P.

Méthodes pratiques d'évaluation de la pression

La méthodologie proposée par la WSAA est conçue pour les services sectorisés et recourt systématiquement à la définition d'un *AZP*. Elle n'est donc pas toujours applicable, notamment en France, c'est pourquoi des variantes en l'absence de sectorisation ou sans recours à la notion d'*AZP* sont proposées³.

En l'absence d'informations sur le nombre de branchements, il est supposé que la consommation moyenne journalière est représentative du nombre de branchements. Concernant la topographie, en l'absence d'informations plus précises les cotes sol des nœuds mentionnées dans les modèles hydrauliques ont été utilisées.

Trois méthodes ont été expérimentées pour évaluer *PMS* la pression moyenne de service (*CASP* dans la terminologie anglophone) et *PMN* la pression moyenne nocturne (*AZNP* dans la terminologie anglophone).

Méthode « Topographique »

Cette méthode est fondée sur une approche topographique et néglige les variations de pression dues aux pertes de charges.

La pression statique moyenne d'une zone *z* avec la pondération *w*, PS_{wz} est obtenue en faisant la différence entre la cote trop plein CTP_z du réservoir alimentant la zone *z* ou le cas échéant, la HMT (Hauteur Manométrique Totale) maximum du dispositif alimentant la zone (pompe, stabilisateur de pression, etc.) et la cote sol moyenne pondérée de la zone CSM_{wz} .

Dans cette méthode, on considère que PS_{wz} constitue à la fois une évaluation de *PMS* et de *PMN*.

Méthode « Modèle hydraulique »

Cette méthode s'appuie sur le modèle hydraulique et considère les variations horaires de la pression sur une journée représentative, les pertes de charges étant évaluées par le modèle. La pression dynamique PD^h_i est calculée pour chaque nœud *i* à chaque heure *h*, permettant le calcul de la pression dynamique moyenne horaire pondérée de la zone *z*.

Méthode « Mesure »

Cette méthode s'appuie sur des mesures de pression effectuées en un point moyen représentatif de la zone, *PMZ*. On choisit un point *k* situé dans une partie a priori représentative de la zone *z* et dont la cote au sol CS_k est proche de la cote sol moyenne pondérée de la zone CSM_{wz} . PM^h_k étant la pression mesurée au point *k* à l'heure *h*, la pression moyenne horaire pondérée de la zone *z*.

Pour le calcul de *PMN*, deux variantes sont à distinguer suivant la manière dont le débit nocturne a été calculé :

- Soit le débit nocturne pris en compte est la moyenne des débits sur la période de 2 h à 5 h (PMN_1) ;
- Soit le débit nocturne pris en compte est le minimum des débits entre 2 h et 5 h (PMN_2).

Le calcul de la pression d'une zone fait intervenir un système de pondération. Le poids *w* peut, selon l'information disponible être :

- Le nombre de branchements, *Nb* ;
- La consommation au nœud, *c* ;
- La longueur de réseau, *l* ;
- Uniforme, *u*.

Evaluation de la pression par la topographie

$$PS_{wz} = CTP_z - CSM_{wz}$$

Avec :

$$CSM_{wz} = \frac{\sum_{i=1}^n CS_i \times w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad \begin{array}{l} CS_i - \text{Cote Sol du nœud } i \\ w \in \{Nb, u, c, l\} \end{array}$$

Evaluation de la pression par le modèle hydraulique

$$PD_{wz}^h = \frac{\sum_{i=1}^n PD_i^h \times w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Estimation de *PMS*

Estimation de PMN_1

Estimation de PMN_2

$$PD_{wz}^j = \frac{\sum_{h=0}^{23} PD_{wz}^h}{24}$$

$$PDN_{1wz}^j = \frac{\sum_{h=2}^5 PD_{wz}^h}{4}$$

$$PDN_{2wz}^j = \text{Max}_{h=2}^{h=5} (PD_{wz}^h)$$

Evaluation de la pression par la mesure

$$PM_{wz}^h_{pmzk} = PM_k^h + CS_k - CSM_{wz}$$

Estimation de *PMS*

Estimation de PMN_1

Estimation de PMN_2

$$PM_{wz}^j_{pmzk} = \frac{\sum_{h=0}^{23} PM_{wz}^h_{pmzk}}{24}$$

$$PMN_{wz}^j_{pmzk} = \frac{\sum_{h=2}^5 PM_{wz}^h_{pmzk}}{4}$$

$$PMN_{wz}^j_{pmz} = \text{Max}_{h=2}^{h=5} (PM_{wz}^h_{pmz})$$

3: SISSOKO M. T. (2010) MAITRISE DES PERTES D'EAU POTABLE. METHODES D'ÉVALUATION DE LA PRESSION CARACTERISANT UNE ZONE DE DESSERTE. CEMAGREF. 98 P.

Avantages et inconvénients des méthodes d'évaluation de la pression

Les trois méthodes d'évaluation de la pression envisagées, sont en général applicables et présentent chacune des avantages et des inconvénients de telle sorte qu'aucune ne semble devoir être écartée. Ces méthodes sont synthétisées dans le tableau ci-après.

Comparatif des trois méthodes d'évaluation de la pression

	Méthode « Topographique »	Méthode « Modèle hydraulique »	Méthode « Mesure »
Principes de base	La pression moyenne est supposée peu différente de la pression statique qui peut être estimée à partir de l'altimétrie des éléments du réseau	La pression moyenne est calculée à partir d'un modèle hydraulique supposé fiable pour une journée moyenne de consommation	La pression moyenne du secteur est déduite de mesures effectuées en un point dont la pression est supposée représentative de celle de l'ensemble du secteur
Informations nécessaires	Plan du réseau sur fond topographique (courbes de niveau)	Existence d'un modèle hydraulique calé avec une information fiable et récente concernant la demande	Informations topographiques et point de mesure dont on connaît avec précision la cote au sol
Domaine d'application	Bien adapté aux secteurs en distribution pure. A manipuler avec précaution dans tous les autres cas	Applicable à tout type de secteur dès lors que les conditions de fonctionnement et la demande sont bien connus	Applicable aux seuls secteurs dont tous les usagers sont soumis au même régime de pression
Avantages	Facile à mettre en œuvre y compris pour des réseaux dont la connaissance est lacunaire	Applicable à tout type de secteur ; possibilité de simuler aisément des configurations différentes	Assez simple à mettre en œuvre et permet une adaptation aux variations de consommation et de fonctionnement
Inconvénients	Inapplicable pour les réseaux complexes	Ne permet pas une adaptation simple et réaliste aux éventuelles évolutions de la demande	Inapplicable lorsqu'il y a plusieurs régimes de pression, nécessite la mise en place de matériels de mesure
Précautions	En dehors des réseaux en distribution simple, des précautions doivent être prises et des corrections mises en œuvre	La qualité du modèle est primordiale, il est utile de faire des tests de cohérence voire de recouper avec les autres méthodes	La cote au sol du point de mesure doit être connue avec une bonne précision, la représentativité du point de mesure doit être vérifiée

Le système de pondération utilisé pour le calcul de la pression moyenne a un impact fort sur les résultats. Ce qui nous conduit à préconiser l'utilisation de la pondération par le nombre de branchements chaque fois que cette information est mobilisable.

Remarque : il peut advenir qu'une zone connaisse plusieurs types de fonctionnement en fonction des périodes de l'année, c'est le cas notamment de zones touristiques où certaines installations ne fonctionnent que pendant la haute saison. Dans de tels cas, il convient d'évaluer la pression pour chacun des régimes de fonctionnement puis d'en déduire la pression moyenne annuelle en effectuant une pondération selon la durée des périodes correspondantes.

**Eddy RENAUD, Dikra KHEDHAOURIA,
 MARION CLAUZIER & MAMADOU SISSOKO**
 IRSTEA BORDEAUX, 50 Av de Verdun, Gazinet
 33612 CESTAS Cedex
 e-mail contact : eddy.renaud@irstea.fr

Annexe 4

Fiche pratique 2-2 du recueil [Irstea, 2012] : « Débits de la sectorisation »

FICHE 2-2		REDUCTION DES FUITES		
		PARTENARIAT 2011 – Action 3		
2		SECTORISATION		

Débits de la sectorisation

La sectorisation permet d'obtenir des données brutes de volumes ou de débits transitant à chaque comptage. Pour exploiter les informations à l'échelle du secteur, il est nécessaire d'appliquer des traitements aux données brutes. Une méthodologie est proposée qui permet le calcul des débits des secteurs, aussi bien pour le court terme (débit horaire et journalier) que pour le long terme (débit hebdomadaire et annuel), et comporte des traitements adaptés afin de s'affranchir des erreurs de manipulations et de transmissions de données.

Compte tenu de la faiblesse des débits à mesurer en période nocturne, le pas de temps horaire est souvent un bon compromis pour ménager la fiabilité des données et la finesse des analyses.

L'obtention du débit horaire à l'échelle du secteur nécessite le respect des règles suivantes :

- Les horloges des comptages sont synchronisées ;
- Le nombre de chiffres significatifs avec lequel est restituée la mesure doit être cohérent avec la précision de la mesure. Il faut au minimum une précision au dixième de m³/h (0.1 m³/h), quand le matériel l'autorise, une valeur délivrée au centième de m³/h (0.01 m³/h) est souhaitable.

Des mesures effectuées à l'heure pile facilitent l'exploitation des données. Pour permettre son affectation aisée à la journée concernée, le débit mesuré en fin de journée doit

être considéré comme le débit du jour j à 24 heures plutôt que comme celui du jour j+1 à 0 heure.

L'archivage et le stockage peuvent se faire sous la forme suivante :

Date heure minute seconde	Identifiant du comptage
JJ/MM/AAAA hh:mm:ss	Débit horaire du comptage (m ³ /h)
...	...

Pour chaque secteur, des débits horaires, journaliers hebdomadaires et annuels sont calculés à partir des données brutes issues des comptages.

L'exploitation des données met en œuvre plusieurs étapes successives.

ETAPE 1 : traitement préalable

La transmission des données débitométriques par chaque instrument de mesure peut prendre deux formes ; soit des index volumétriques, soit des volumes horaires. L'obtention du débit horaire des comptages, à partir de ces données, nécessite un traitement en une ou deux étapes, suivant les cas.

1) S'assurer de la continuité chronologique des index ou des volumes horaires et de la régularité des pas de temps. Par exemple, pour un pas de temps horaire vérifier qu'il n'y ait ni heure manquante ni pas de temps infra-horaire. Cette

étape conditionne le calcul des débits horaires et donc tous les autres débits en aval du traitement.

2) Si la donnée est sous forme d'index, calculer le volume ou le débit horaire par différence d'index entre deux pas de temps horaires consécutifs. Si la donnée est sous forme de volume horaire, cette étape n'est pas nécessaire.

Remarque : l'étape 1 est importante car la transmission des données par les appareils de mesure est sujette à des perturbations.

ETAPE 2 : calcul des débits horaires

Les débits horaires sont calculés pour chaque secteur. Si un des compteurs du secteur présente une absence de données le jour j à l'heure h alors le débit horaire correspondant du secteur n'est pas calculé (cf. condition de calcul du débit horaire).

Condition de calcul du débit horaire

$$\sum_{i=1}^n \lambda_{jh}(i) = n$$

$\lambda_{jh}(i)$ vaut 1 si la donnée du comptage i est présente à l'heure h et vaut 0 sinon. Lorsque la somme des λ_{jh} vaut n alors tous les compteurs présentent une valeur le jour j à l'heure h et le débit horaire est calculé.

Débit horaire

$$q_{hj} = \sum_{i=1}^n q_{hj}(C_i) \times \lambda_{jh}(i)$$

Volume écoulé durant la période d'une heure précédant l'heure h, le jour j du secteur, composé de n compteurs C_i.

ETAPE 3 : calcul des débits journaliers, nocturnes et minimum nocturnes

<p style="text-align: center;"><u>1) Débit moyen journalier</u></p> $Q_{moy_j} = \frac{\sum_{h=1}^{24} q_{jh} \times \lambda_{jh}}{\sum_{h=1}^{24} \lambda_{jh}}$ <p>Volume horaire moyen sur la période de 0 h à 24 h, le jour j en m³/h λ_{jh} vaut 1 si la donnée est présente à l'heure h et vaut 0 sinon.</p>	<p style="text-align: center;"><u>2) Débit nocturne</u></p> $Q_{nuit_j} = \frac{\sum_{h=2}^5 q_{jh} \times \lambda_{jh}}{\sum_{h=2}^5 \lambda_{jh}}$ <p>Volume horaire calculé de 2 h 00 à 5 h 00 pour le jour j en m³/h λ_{jh} vaut 1 si la donnée est présente à l'heure h et vaut 0 sinon.</p>	<p style="text-align: center;"><u>3) Débit minimum</u></p> $Q_{min_j} = \text{Min}(q_{jh})_{h \in [2-5]}$ <p>Volume horaire minimum de 2 h 00 à 5 h 00 pour le jour j en m³/h</p>
---	--	--

ETAPE 4 : filtre sur les débits

Un système de filtre sur les débits a été mis en place pour écarter les débits négatifs et les débits nocturnes supérieurs aux débits moyens journaliers.

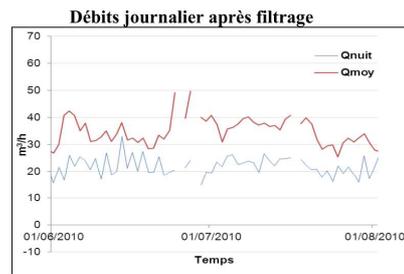
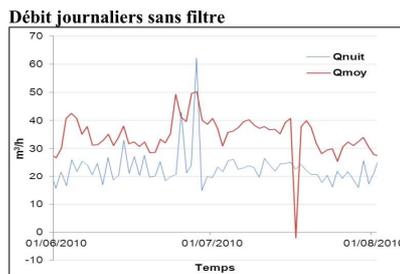
<p style="text-align: center;"><u>Système de filtre sur les différents débits journaliers</u></p> <p>1) $Q_{moy_j} > 0$ 2) $Q_{nuit_j} > 0$ 3) $\frac{Q_{nuit_j}}{Q_{moy_j}} < 1$</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">Positivité des débits</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">Débit de nuit inférieur au débit moyen journalier</p> </div>	<p>Ces filtres permettent de déterminer la valeur de la fonction de validité de la valeur journalière λ_j:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si 1), 2) et 3) sont simultanément vérifiées alors les débits journaliers sont conservés ; - Sinon ils sont invalidés $\lambda_j = 0$.
---	--

Remarque : il est admis que les débits journaliers sont plus importants que les débits nocturnes car durant la nuit la consommation est très réduite. Cependant, le cas contraire n'est pas à exclure, des consommations nocturnes exceptionnelles et/ou particulières peuvent gonfler le débit nocturne de façon à ce qu'il dépasse le débit moyen journalier. Il s'agit ici de cas particuliers qui n'ont pas été intégrés dans le système de filtre.

Le tableau et les graphiques suivant illustrent le système de filtre.

Exemple de données filtrées

Q_{moy_j}	Q_{nuit_j}	$\frac{Q_{nuit_j}}{Q_{moy_j}}$	λ_j
-2.3	1.2	-0.52	0
3.6	7	1.9	0
2.64	1.52	0.57	1
2.9	-0.9	-0.31	0



FICHE 2-2		REDUCTION DES FUITES PARTENARIAT 2011 – Action 3	
		2 SECTORISATION	

ETAPE 5 : calcul des débits hebdomadaires

Les données journalières sont désormais « propres », le calcul des débits hebdomadaires est alors possible. L'expérience a montré que l'analyse annuelle ou inter-mensuelle des secteurs est plus facile avec des débits hebdomadaires, car cela permet de s'affranchir du caractère chaotique des consommations.

Deux débits hebdomadaires sont calculés, ils correspondent à la moyenne des débits moyens journaliers et nocturnes sur une semaine.

Les traitements antérieurs ayant éliminés les débits aberrants, certaines semaines se retrouvent donc avec moins de 7 jours de débits renseignés. Pour que les débits hebdomadaires aient une certaine pertinence, il a été choisi de garder les semaines avec au moins 4 jours, condition exprimée par l'encadré correspondant. Les équations suivantes traduisent le calcul des débits hebdomadaires.

<p style="text-align: center;"><u>Condition</u></p> $\sum_{j \in \text{semaine}} \lambda_j \geq 4$ <p style="text-align: center;">Volume horaire moyen nocturne sur une semaine en m³/h</p> <p>Sur une semaine donnée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la condition est vérifiée alors le débit hebdomadaire est calculé, - Sinon la semaine est considérée sans donnée hebdomadaire. 	<p style="text-align: center;"><u>Débit moyen hebdomadaire</u></p> $Q_{moy}(s) = \frac{\sum_{j \in \text{semaine}} Q_{moy_j} \times \lambda_j}{\sum_{j \in \text{semaine}} \lambda_j}$ <p style="text-align: center;">Volume horaire moyen sur une semaine en m³/h λ_{jh} vaut 1 si la donnée est présente à l'heure h et vaut 0 sinon.</p>	<p style="text-align: center;"><u>Débit nocturne hebdomadaire</u></p> $Q_{nuit}(s) = \frac{\sum_{j \in \text{semaine}} Q_{nuit_j} \times \lambda_j}{\sum_{j \in \text{semaine}} \lambda_j}$ <p style="text-align: center;">Volume horaire moyen nocturne sur une semaine en m³/h λ_{jh} vaut 1 si la donnée est présente à l'heure h et vaut 0 sinon.</p>
---	---	---

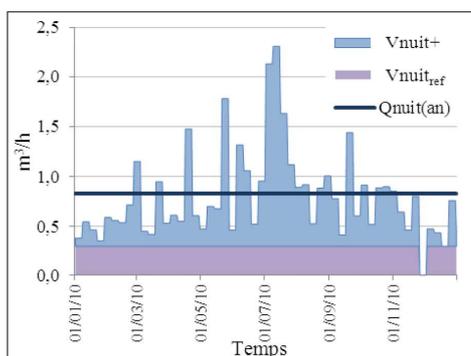
ETAPE 6 : calcul des débits annuels

Enfin, l'ultime étape consiste à calculer les débits annuels. Ces débits sont aux nombres de trois et sont utiles pour le suivi de long terme. Les jours j de l'année an varient de 1 à 365 ou 366.

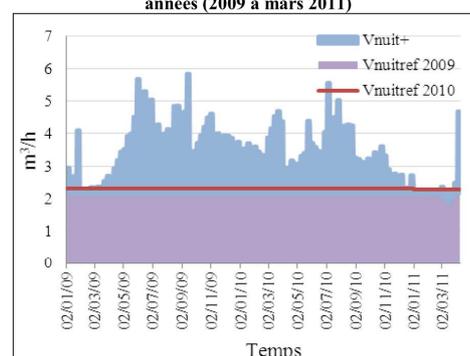
<p style="text-align: center;"><u>Débit nocturne annuel</u></p> $Q_{nuit}(an) = \frac{\sum_{j \in an} Q_{nuit_j} \times \lambda_j}{\sum_{j \in an} \lambda_j}$ <p style="text-align: center;">Débit moyen des débits nocturnes hebdomadaires sur l'année en m³/h λ_{jh} vaut 1 si la donnée est présente à l'heure h et vaut 0 sinon.</p>	<p style="text-align: center;"><u>Débit de référence</u></p> $Q_{nuit_{ref}} = \text{Min}(Q_{nuit}(s))_{s \in an}$ <p style="text-align: center;">Débit minimum des débits nocturnes hebdomadaires sur l'année en m³/h</p>	<p style="text-align: center;"><u>Débit moyen annuel</u></p> $Q_{moy}(an) = \frac{\sum_{j \in an} Q_{moy_j} \times \lambda_j}{\sum_{j \in an} \lambda_j}$ <p style="text-align: center;">Débit moyen des débits moyens journaliers sur l'année en m³/h λ_{jh} vaut 1 si la donnée est présente à l'heure h et vaut 0 sinon.</p>
---	---	---

Les figures ci-après illustrent les débits en question sur deux périodes différentes. Le volume de nuit référence $V_{nuit_{ref}}$, correspond au débit horaire $Q_{nuit_{ref}}$ s'écoulant tout au long de l'année (en violet sur le graphique). Le volume de nuit additionnel V_{nuit+} , est la différence entre le volume annuelle correspondant au $Q_{nuit}(s)$ de secteur et $V_{nuit_{ref}}$.

Débits nocturnes hebdomadaires et annuels sur l'année 2010



Débits nocturnes hebdomadaires et annuels sur plus de deux années (2009 à mars 2011)



Eddy RENAUD, Dikra KHEDHAOURIA & MARION CLAUZIER
IRSTEA BORDEAUX, 50 Av de Verdun, Gazinet
33612 CESTAS Cedex
e-mail contact : eddy.renaud@irstea.fr

Annexe 5

« Caractérisation et évaluation de la pression moyenne minimale d'une zone de desserte d'un réseau d'alimentation en eau potable » [Ben Hassen, 2012]

La pression minimale atteignable, notée P_{min} , correspond à la pression moyenne minimale qui peut être atteinte pour une zone de distribution, avec les technologies usuelles, tout en garantissant à tout moment une pression suffisante à chacun des usagers. Elle est estimée en considérant une pression limite théorique atteinte lorsque le nombre d'appareils de régulation de la pression devient très grand.

Une valeur approchée de cet indicateur de pression peut être estimée de deux manières différentes.

- ❖ **Lorsque l'on dispose d'informations sur la distribution des pressions au sein de la zone étudiée (c'est notamment le cas lorsqu'une modélisation hydraulique existe), P_{min} s'exprime de la façon suivante :**

$$P_{min} = PMJ - 0,9 * (P_{10\%} - 20)$$

Avec :

- PMJ la pression moyenne journalière de la zone ;
- $P_{10\%}$ le premier décile de la distribution des pressions.

- ❖ **Dans le cas où les informations sur la distribution des pressions ne sont pas disponibles, P_{min} peut être estimé selon la formulation suivante :**

$$P_{min} = PMJ - 0,8 * P_{critique}$$

Avec :

- PMJ la pression moyenne journalière de la zone ;
- $P_{critique}$ la pression minimale au point critique (c'est-à-dire le point du secteur connaissant la pression la plus faible de la zone).

Nota bene : Lorsque c'est possible, la première formulation, qui fait intervenir $P_{10\%}$, est à privilégier car il peut arriver que le point critique soit isolé du reste du secteur (proche d'un réservoir par exemple) et que sa pression ne soit donc pas représentative du secteur.

Annexe 6

Éléments des actions de lutte contre les pertes pouvant être financés par les agences de l'eau (mise à jour de l'Annexe III du volume 1 du guide [Irstea, 2014]).

Référence des fiches		Agence de l'eau					
Code	Titre	Adour-Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône Méditerranée Corse	Seine-Normandie
I-A-1	Mise à jour des plans	Etudes et outils de connaissance du réseau : subvention 50 % ¹	Descriptif détaillé des réseaux : subvention 70 %	Etudes patrimoniales : subvention 80 %	Descriptif détaillé des réseaux : subvention 70 %	Dans le cadre de la structuration des services et de l'inventaire du patrimoine (réalisation des plans du réseau et descriptif détaillé) : subvention jusqu'à 60 %	Dans le cadre d'un diagnostic AEP : subvention 50 %
I-A-2	Inventaire des réseaux						
I-A-3	Détection des réseaux					Dans le cadre de la structuration des services et de la réalisation du descriptif détaillé : subvention jusqu'à 60 %	
I-B-1	Comptages d'exploitation	Compteurs de prélèvement : subvention 30 %		Équipement réseau : subvention 80 %	Équipements : subvention 35 %	Dans le cadre des économies d'eau, aide pour la mise en place de compteurs de prélèvement : subvention jusqu'à 80 % en territoire déficitaire ⁵ ou jusqu'à 50 % en territoire non déficitaire	Subvention et avance selon le type de collectivité ⁶
I-B-2	Gestion du parc de compteurs des usagers						
I-B-3	Usagers sans compteur			Bornes de puisage : subvention 60 %			
I-B-4	Vols d'eau						
I-B-5	Optimisation des purges						
I-B-6	Optimisation du lavage des réservoirs						

Référence des fiches		Agence de l'eau					
Code	Titre	Adour-Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône Méditerranée Corse	Seine-Normandie
I-B-7	Traitement des données pour le calcul des pertes						
I-C-1	Sectorisation	Etudes de sectorisation et équipements ² : subvention 50 % ¹	Matériel de comptage : subvention 70 %	Equipement réseau : subvention 80 %	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 70 % Equipements : subvention 35 %	Dans le cadre de la structuration des services et de l'élaboration d'un schéma directeur : subvention jusqu'à 60 % Dans le cadre des économies d'eau : subvention jusqu'à 80 % en territoires déficitaires ⁵ ou sous forme d'avance dans les territoires non déficitaires	Dans le cadre d'un diagnostic AEP : subvention et avance selon le type de collectivité ⁶
I-C-2	Suivi des débits de nuit						
I-D-1	Télégestion		Système de télégestion : subvention 25 % + subvention urbain-rural 15 %				Equipements : subvention 35 %
I-D-2	Modélisation hydraulique	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 50 %	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 50 %	Etude-diagnostic : subvention 60 %	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 70 % (assiette à définir)	Dans le cadre de la structuration des services : subvention jusqu'à 60 %	Dans le cadre d'un diagnostic AEP : subvention 50 %
I-D-3	Indicateurs techniques						Dans le cadre d'un diagnostic AEP : subvention 50 %

Référence des fiches		Agence de l'eau						
Code	Titre	Adour-Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône Méditerranée Corse	Seine-Normandie	
II-A-1	Vannes de sectionnement			Équipement réseau : subvention 80 % (dans le cadre de la sectorisation du réseau uniquement)	Équipements : subvention 35 % (dans le cadre de la sectorisation du réseau uniquement)		Dans le cadre d'un diagnostic AEP : subvention 50 %	
II-A-2	Ilottage	Recherche de fuites : uniquement pré-localisateur acoustique à poste fixe : subvention 50 % ¹ Ne sont pas aidables : <ul style="list-style-type: none"> renouvellement des équipements pré-localisateurs à poste mobile équipements de corrélation acoustique, d'écoute au sol, de gaz traceur équipements de télérelève des compteurs d'abonnés 	Recherche de fuites : subvention 70 %	Étude-diagnostic : subvention 60 %	Dans le cadre d'une étude-diagnostic : subvention 70 % Acquisition des équipements : subvention 35 %	Dans le cadre des économies d'eau : subvention jusqu'à 80 % en territoires déficitaires ⁵ ou sous forme d'avance dans les territoires non déficitaires (l'achat de matériel n'est pas aidable)		
II-A-3	Quantification par alimentation directe							
II-A-4	Prélocalisation acoustique fixe						Équipement réseau : subvention 80 %	
	Prélocalisation acoustique mobile							
II-A-5	Écoute directe mécanique							
II-B-1	Écoute électronique amplifiée directe et au sol							
II-B-2	Corrélation acoustique mobile							
II-B-3	Gaz traceur							
II-B-4	Géoradar							
II-B-5	Hydrophone immergé							

Référence des fiches		Agence de l'eau					
Code	Titre	Adour-Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône Méditerranée Corse	Seine-Normandie
II-C-1	Rapidité d'intervention						
II-C-2	Réparation					Dans le cadre des économies d'eau : subvention jusqu'à 80 % en territoires déficitaires ⁵ ou sous forme d'avance dans les territoires non déficitaires	
II-C-3	Suivi des interventions						
III-A-1	Réduction de pression			Équipement : subvention 60 %		Dans le cadre des économies d'eau : subvention jusqu'à 80 % en territoires déficitaires ⁵ ou sous forme d'avance dans les territoires non déficitaires	En fonction de l'objectif : subvention et avance selon le type de collectivité ⁶
III-A-2	Modulation de pression			Équipement : subvention 60 %			
III-A-3	Régulation des pompages						
III-A-4	Dispositif anti béliet et soupapes de décharge						
IV-A-1	Méthodes et outils d'aide à la décision	Études patrimoniales + outils d'aide à la décision (modèles économiques et financiers, logiciels de gestion patrimoniale) : subvention 50 % ¹	Étude : subvention 50 %	Études patrimoniales : subvention 80 %		Dans le cadre de la structuration des services : subvention jusqu'à 60 %	Études spécifiques en eau potable : subvention 50 %
IV-A-2	Techniques d'inspection non destructives					Dans le cadre des économies d'eau : subvention jusqu'à 80 % en territoires déficitaires ⁵ ou sous forme d'avance dans les territoires non déficitaires	
IV-A-3	Techniques d'inspection destructives						

Référence des fiches		Agence de l'eau					
Code	Titre	Adour-Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône Méditerranée Corse	Seine-Normandie
IV-B-1	Remplacement des branchements	Réhabilitation de réseau de distribution en eau potable : subvention 25 % (programme solidarité urbain-rural si cofinancement égal du Conseil général)	Travaux d'amélioration des rendements ciblés sur les conduites où les pertes sont les plus importantes ³ : <ul style="list-style-type: none"> collectivités dont le rendement est inférieur au seuil fixé par décret : avance remboursable 50 %, autres collectivités dont le rendement est supérieur au seuil fixé par décret : avance remboursable 30 % 		Travaux d'amélioration des rendements ciblés sur les conduites où les pertes sont les plus importantes ⁴ : <ul style="list-style-type: none"> collectivités prioritaires (ZRE nappe des GTI + collectivités à risque de pénuries récurrentes) : subvention 35 % + avance remboursable 65 % autres collectivités dont le rendement est inférieur à 85 % : avance remboursable 65 % 	Dans le cadre des économies d'eau : subvention des travaux de réparation de fuites pour la partie publique jusqu'à 80 % en territoires déficitaires ⁴ ou sous forme d'avance dans les territoires non déficitaires Dans le cadre de l'aide au renouvellement des communes rurales (solidarité urbain-rural) : subvention pour la partie publique des canalisations dans le cadre de la solidarité urbain-rural jusqu'à 30 % + 20 % pour l'ultra-rural	Subvention et avance selon le type de collectivité ⁶
IV-B-2	Remplacement des canalisations						
IV-C-1	Rénovation des canalisations						

Les informations ci-dessous portent sur les aides des Agences de l'eau en vigueur du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2018, sous réserve d'ajustements qui pourraient intervenir durant cette période. Elles sont susceptibles d'évoluer dans les années qui suivent. Les domaines et les modalités d'attribution des aides par les Agences de l'eau peuvent être adaptés dans le cadre d'appels à projets.

Notes précisant les modalités de financement des Agences de l'eau

1. **[Adour-Garonne]** Subvention de 70 % si démarche complète :

- phase 1 : études de connaissance ;
- phase 2 : études de sectorisation, études de recherches de fuites ;
- ou phase 1 + phase 2 : études de diagnostics réseaux ;
- phase 3 : études de planification et programmation.

2. **[Adour-Garonne]** Equipements de sectorisation : comptages de quantification et de sectorisation, équipements de gestion de ces dispositifs (télégestion).

3. **[Artois-Picardie]** Critères préalables : $ICGP > 40$, diagnostic du réseau, gain de rendement supérieur à 2 %, coût plafond de travaux de 50 €/m³ économisé.
4. **[Rhin-Meuse]** Critères préalables : $ICGP > 40$, diagnostic du réseau, prix de l'eau potable supérieur à 1 € HT/m³, coût plafond de travaux de 250 € par mètre de canalisation rénovée ou remplacée.
5. **[Rhône Méditerranée Corse]** Territoires déficitaires : sous-bassin ou masses d'eau souterraine identifiés dans le SDAGE comme devant faire l'objet d'actions de résorption du déséquilibre quantitatif ou de préservation des équilibres quantitatifs.
6. **[Seine-Normandie]** Subvention et avance selon type de collectivité :

	Collectivités urbaines	Collectivités rurales
Taux de base	Subvention de 20 % et avance de 30 %	Subvention de 30 %
Taux majoré	Subvention de 30 % et avance de 20 %	Subvention de 40 %

Sources

Agence de l'eau	Accès aux documents de référence des possibilités de financements dans le cadre de leur 10 ^e programme (2013-2018)
Adour-Garonne	Agence de l'eau Adour-Garonne. 2013-2018 : le 10 ^e programme d'intervention. Retrouvé le 30 novembre 2015, sur http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/quelle-politique-de-l-eau-en-adour-garonne/un-outil-le-programme-d-intervention-de-l-agence.html
Artois-Picardie	Agence de l'eau Artois-Picardie. Les documents du X ^{ème} Programme d'Intervention 2013-2018. Retrouvé le 30 novembre 2015, sur http://www.eau-artois-picardie.fr/Les-documents-du-Xeme-Programme-d.html
Loire-Bretagne	Agence de l'eau Loire-Bretagne. 10 ^e programme 2013-2018 – Pour l'eau destinée à la consommation humaine. <i>Les aides financières de l'agence de l'eau Loire-Bretagne</i> . Retrouvé le 30 novembre 2015, sur http://www.eau-loire-bretagne.fr/nos_missions/aides_financieres/fiche10_AEP.pdf
Rhin-Meuse	Agence de l'eau Rhin-Meuse. 10 ^{ème} programme d'intervention de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (2016-2018). <i>Les aides aux collectivités et leurs groupements</i> . Retrouvé le 30 novembre 2015, sur http://www.eau-rhin-meuse.fr/?q=aides_collectivites
Rhône Méditerranée Corse	Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. Aides pour les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Retrouvé le 30 novembre 2015, sur http://www.eaurmc.fr/aides-et-redevances/aides-pour-les-bassins-rhone-mediterranee-et-corse.html
Seine-Normandie	Agence de l'eau Seine-Normandie. Les aides du 10 ^{ème} programme en fonction des défis du SDAGE (2013-2018). Retrouvé le 30 novembre 2015, sur http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=7687

