

Ville de Sarre-Union

Pays de Sarre-Union
Communauté de Communes



Etude hydraulique du réseau d'eau potable du Syndicat Mixte de Production, de la ville de Sarre-Union et du SIVOM d'Harskirchen



Mastère spécialisé E.P.A

Projet AEP

Groupe :

BACCARA Pierre-Yves
BONDABELONI Patrick
LAMOUR Marc

Enseignants-chercheurs :

M. BARDIAUX Jean-Bernard
M. FINAUD-GUYOT Pascal



ENGEES
École Nationale du Génie
de l'Eau et de l'Environnement
de Strasbourg

Sommaire :

Introduction	Page 1
Schéma altimétrique	Page 2
1) Analyse fonctionnelle	Page 3
2) Bilan besoins-ressources-réserves	Page 4
2-1) Bilan besoins-Ressources en situation actuel	Page 4
2-2) Analyse des besoins en eau actuel et futur	Page 8
3) Détermination de la capacité hydraulique de la canalisation « Hochwald-Château d'eau »	Page 12
3-1) Débit de pointe domestique	Page 13
3-2) Débit de pointe industriel	Page 13
3-3) Débit des fuites d'eau potable sur le réseau	Page 14
4) Modélisation	Page 16
4-1) Modélisation du fonctionnement actuel du réseau	Page 16
4-2) Modélisation des aménagements	Page 18
4-3) Modélisation du réseau à l'horizon 2023	Page 19
5) Impact financier général des aménagements	Page 20
5-1) Impact financier sans distinction de périmètre territorial	Page 20
5-2) Impact financier avec prise en compte des paramètres territorial	Page 21
Conclusion	Page 22

Liste des Tableaux:

Tableau 1 : Rendement primaire annuel par secteur de 2000 à 2008

Tableau 2 : Estimation du besoin de pointe journalier des différents secteurs pour l'année 2003

Tableau 3 : Bilan besoins-ressources des différents secteurs en fonctionnement actuel et après aménagement

Tableau 4 : Résultats de calcul de la dotation hydrique domestique actuelle (2003)

Tableau 5: Résultats du nombre d'abonnés et de la consommation hydrique futur par secteur à l'horizon 2023

Tableau 6 : Bilan besoins-ressources des différents secteurs à l'horizon 2023

Tableau 7 : $Q_{\varnothing 250}$ en fonction de K

Tableau 8 : Débit de pointe de SOMETA

Tableau 9 : Q_{pointe}

Tableau 10: Ligne piézométrique de la canalisation

Tableau 11 : Modèle d'alimentation du syndicat de la rose

Tableau 12 : Dotations hydriques domestique futures par secteur renseignées sous Porteau

Liste des Graphiques :

Graphique 1 : Evolution des volumes d'eau produits et mis en distributions sur le réseau

Graphique 2 : Evolution du nombre d'abonné par secteur

Graphique 3 : Evolution des volumes d'eau consommés par secteur

Graphique 4 : Evolution de la dotation moyenne globale des secteurs SARRE-UNION HP, Sarre-Union BP et SIVOM

Graphique 5: Evolution des volumes d'eau annuels consommés par industries

Graphique 6 : capacité $\varnothing 250$ et Q_p

Liste des annexes :

Annexe 1: Volume annuel (m³) transitant par compteur et achat annuel en m³ par secteur

Annexe 2: Évolution des besoins journaliers de pointe, des coefficients de sécurité à la production et des coefficients de stockage des différents secteurs de 2000 à 2008

Annexe 3: Estimation du coefficient de pointe journalier à partir des données mensuelles du compteur 4

Annexe 4: Estimation de la production journalière pour chaque secteur (durée de pompage au forage de 20h)

Annexe 5 : Evolution de la population par Secteur et Sous –Secteur

Annexe 6: Consommation des industriels en 2003

Annexe 7: vente d'eau annuelle moyenne par abonné

Annexe 8: Point de fonctionnement des pompes de reprises

Annexe 9 : Résultats du calage en situation actuelle de demande moyenne / Module ZOMAYET

Annexe 10: Schéma du réseau d'eau potable du syndicat mixte de production d'eau potable de la région de Sarre-Union indiquant les différents aménagements prévus pour répondre aux problématiques

Annexe 11 : ordre de grandeur des coûts de réhabilitation d'un château d'eau

Annexe 12 : chiffrage des travaux d'aménagements préconisés

Annexe 13 : chiffrage des 4 hypothèses de financement

Annexe 14 : répercussion en €/m³ des différentes hypothèses

Annexe 15 : annuités des aménagements

Listes des fichiers joints :

-Sarre_union_moyen_base : Modèle du Réseau du syndicat en fonctionnement actuel pour un besoin journalier moyen

-Sarre_union_pointe_base : Modèle du Réseau du syndicat en fonctionnement actuel pour un besoin journalier de pointe

-Sarre_union_moyen_am : Modèle en fonctionnement actuel après différents aménagements pour répondre aux problématiques pour un besoin journalier moyen

-Sarre_union_pointe_am : Modèle en fonctionnement actuel après différents aménagements pour répondre aux problématiques pour un besoin journalier de pointe

-Sarre_union_moyen_futur: Modèle du réseau à l'horizon 2023 pour un besoin journalier moyen

-Sarre_union_pointe_futur: Modèle du réseau à l'horizon 2023 pour un besoin journalier moyen

Introduction :

Les ouvrages et réseaux du Syndicat mixte de production d'eau potable, de la ville de Sarre-Union et du SIVOM d'Harskirchen, présentent certains points de faiblesses. En effet, le château d'eau du réseau Sarre-Union « HP » présente un génie-civil extérieur dégradé (chute d'épaufrures de ciment). Le réservoir de Schopperten, situé à proximité immédiate d'habitations, a un faible volume utile, ce qui engendre une double problématique opposée (respect de débit en aval et nécessité d'une pression minimale en amont). A ces différents aspects, s'ajoute une demande d'alimentation d'appoint du Syndicat des Eaux de la Rose de 400m³ par jour.

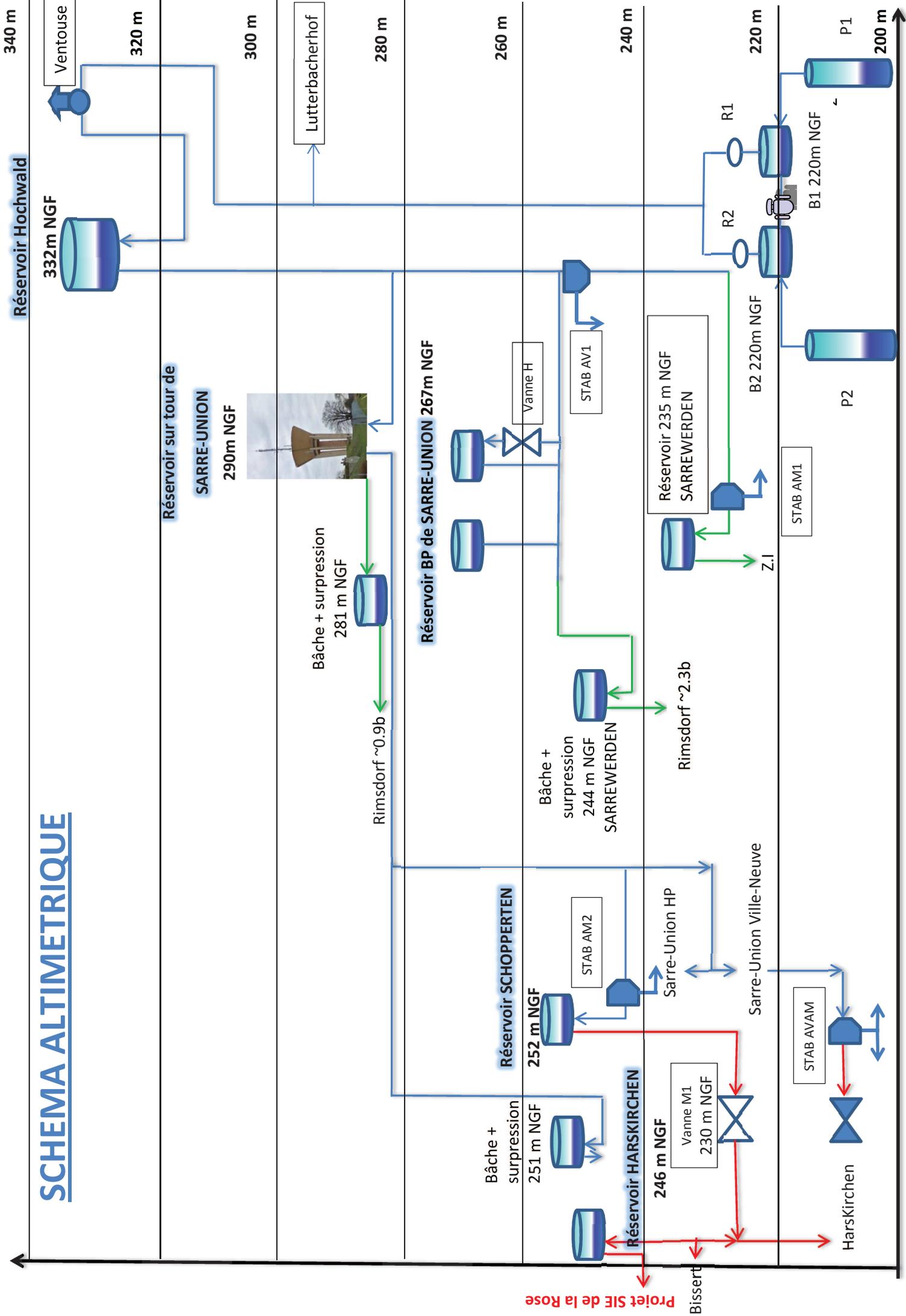
Aussi, face à ces problématiques, il nous a été demandé de réaliser l'étude hydraulique de ce réseau.

A cette fin, la réalisation d'un schéma altimétrique et de son analyse fonctionnelle, l'établissement du bilan besoins-ressources (à l'état actuel et futur) et la définition d'indicateurs (rendements, coefficients), nous permettrons de synthétiser les différents éléments indispensables au renseignement d'un modèle de simulation hydraulique (Porteau®).

Une fois le modèle complété et calé par rapport à des débits de pointes théoriques calculés préalablement, la modélisation pourra permettre d'une part, de confirmer les problématiques dégagées initialement dans le bilan besoins-ressources, puis d'autres part, d'identifier les aménagements nécessaires à la satisfaction du besoin de pointe journalier actuel et futur, et à la satisfaction du projet d'alimentation du Syndicat de la Rose.

Une fois les aménagements définis, il conviendra, de s'assurer de la faisabilité économique de ces travaux, au travers notamment de leurs impacts potentiels sur une hausse de la redevance eau potable, facturée aux abonnés.

SCHEMA ALTIMETRIQUE



1) Analyse fonctionnelle des équipements :

-VF1 : Vanne toujours fermée lors du fonctionnement normal du réseau. Il peut y avoir deux modes de fonctionnement :

- Soit le réservoir est compartimenté. Dans ce cas lors du lavage annuel, la vanne reste fermée. Son rôle est alors uniquement un rôle de sécurité entre service de pression différente.
- Soit il n'est pas compartimenté. Dans ce cas la vanne est ouverte au minimum une fois par an pour permettre de lavage annuel (332-290-Perte de charge entre le réservoir d'Hochwald et la vanne).

-VF2 : Vanne uniquement utilisée pour répondre à un fonctionnement dégradé. Exemple : l'alimentation du réseau d'Harskirchen se fait par une fonte 100. Or le réseau d'Harskirchen est en 125-150. En cas de casse significative sur du 150 et vu le volume utile minime du réservoir (90m³), il conviendrait alors d'ouvrir la vanne pour apporter un complément par la fonte 125 (sous réserve du fonctionnement du stabilisateur du regard Secathen).

-STAB AV1 : Stabilisateur aval permet de maintenir une pression de 1.8 bars pour l'usine REA.

-STAB AM1 : Stabilisateur amont situé juste avant le réservoir de Sarrewerden. Il a pour vocation de ne pas faire chuter la ligne piézométrique du réseau situé en amont, en raison d'un débit d'alimentation trop important du réservoir (STAB AM1=maintien de la ligne piézométrique).

-Vanne H : Vanne hydraulique (éventuellement de type RAMUS « LAURAM ») permet d'avoir des ouvertures et des fermetures progressives de la vanne (minimise les à-coups hydrauliques). L'ouverture de la membrane de la vanne est contrôlée par la différence de pression amont (niveau d'eau du réservoir) –aval (ligne piézométrique du réseau) de la vanne.

-STAB AM2 : Stabilisateur amont assure une pression minimale pour les habitations à l'amont direct du réservoir. Malheureusement le corollaire est une baisse de débit à l'entrée du réservoir de Schopperten.

-Vanne M1 : Vanne motorisée ; régule le niveau d'eau dans le réservoir de Harskirchen ; cette vanne est fermée lorsque le réservoir est plein et s'ouvre lorsque le réservoir atteint le niveau minimal. Par conséquent le réseau de Bissert-Harskirchen est totalement indépendant lorsque la vanne est fermée.

-STAB AVAM : Stabilisateur amont aval garanti une pression de 4.7 bars à l'amont pour l'usine de Secathen et de 3.5 bars pour les habitations d'Harskirchen situées au point bas afin d'éviter les risques de surpression. Pour la partie aval, la problématique apparaît lorsque le tirage d'eau des abonnés devient significatif (baisse de la ligne piézométrique). Dans ce cas le fonctionnement du stabilisateur est rendu difficile, dans le sens où il doit à la fois s'ouvrir pour rétablir la pression aval tout en continuant à maintenir sa pression amont.

Gestion administratif du réseau :

-  Secteur géré par le Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple (SIVOM) de Harskirchen
-  Secteur géré par le Syndicat Intercommunal des Eaux (SDE) de Drulingen
-  Secteur géré par le Syndicat des Eaux et de l'assainissement du Bas-Rhin (SDEA)

2) Bilan besoins-ressources-réserves

2-1) Bilan besoins-Ressources en situation actuel

Un bilan besoins-ressources est réalisé pour le Syndicat ainsi que pour plusieurs sous-secteurs, afin d'évaluer de potentiels déséquilibres entre les besoins et les ressources disponibles. Cette évaluation passera par le calcul du rendement, du coefficient de sécurité à la production et le coefficient de stockage. L'impact d'aménagements liés aux problématiques (réservoirs de Sarre-Union, alimentation du Syndicat de la Rose) sur ces ratios sera examiné. Après estimation de la population future et de la dotation hydrique correspondante, un bilan en situation future sera également réalisé.

Deux sous-secteurs administratifs sont étudiés la ville de Sarre-Union et le SIVOM de Harskirchen ainsi que trois sous-secteurs fonctionnels à savoir la partie ouest du SIVOM de Harskirchen, la partie Basse Pression de Sarre-Union et enfin la partie Haute pression de Sarre-Union avec la partie Est du SIVOM de Harskirchen. En effet, le fonctionnement de la partie Est du réseau d'Harskirchen est totalement indépendante de la partie Ouest en raison de la présence d'une vanne fermée mais dépend directement de la partie Haute Pression de la ville de Sarre-Union.

Lorsque les données d'achats n'étaient pas fournies pour certains secteurs, elles ont été évaluées à l'aide des données compteurs (voir annexe 1).

- **Rendement du réseau :**

Le rendement du réseau correspond au rapport entre le volume vendu (volume distribué) et le volume acheté (volume mis en distribution) et permet d'évaluer les pertes en eau. Il est précisé, qu'il s'agit d'un calcul de rendement dit « primaire », et non de rendement au sens de l'indicateur P.104.3. Cet indicateur introduit par le décret N°2007-675 du 2 mai 2007 est notamment utilisé par les services d'eau, lors de la rédaction de leur rapport annuel prix et qualité du service. Pour ce rapport, nous nous contenterons, d'exprimer le rendement, comme le rapport des volumes « vendus / facturés ».

Tableau 1 : Rendement primaire annuel par secteur de 2000 à 2008

	Secteur	Syndicat de Production	Ville de Sarre-Union	Sarre-Union BP	Sarre-Union HP	Sarre-Union HP+ SIVOM Est	SIVOM Ouest	SIVOM
Rendement Primaire	2000	92,76%	64,52%				89,71%	90,39%
	2001	97,66%	66,30%	80,78%	56,81%	60,05%	90,61%	96,45%
	2002	101,22%	55,82%	77,28%	47,91%	50,35%	79,62%	84,78%
	2003	102,33%	45,04%	78,29%	36,45%	38,10%	73,86%	71,33%
	2004	95,35%	64,59%	91,43%	55,51%	56,57%	73,98%	73,76%
	2005	99,44%	67,10%	93,74%	59,10%	59,72%	84,94%	79,33%
	2006	99,35%	74,69%	79,31%	73,28%	72,05%	90,59%	81,36%
	2007	97,18%	69,11%	70,43%	61,73%	62,63%	74,46%	73,61%
	2008	97,18%	77,47%	100,02%	66,92%	67,82%	99,08%	83,86%

Remarques : -les valeurs en rouge correspondent à des valeurs utilisant des données compteurs aberrantes.
-Les valeurs grisées correspondent à des valeurs d'achats utilisant des données compteurs incomplètes, il manque en effet le relevé du mois de décembre, les rendements sont donc surévalués d'environ 8.3%.

On constate des disparités entre les différents secteurs notamment entre la ville de Sarre-Union et le SIVOM, le SIVOM ayant sur les 8 années un rendement supérieur à celui de Sarre-Union. Néanmoins la ville de Sarre-Union a réussi à améliorer son rendement depuis 2000 qui est passé à un rendement assez bon en 2008 (77.47%). Le secteur le plus problématique semble être Sarre-Union Haute-Pression avec un rendement de 62% pour l'année 2007 et de 66.92% pour l'année 2008 (sachant les données d'achats de cette année incomplète). En cas de problème de ressources en eau dans ce secteur (mauvais coefficient de stockage ou de sécurité à la production), un levier d'action serait l'amélioration du rendement.

- **Coefficient de sécurité à la production et coefficient de stockage**

Afin de calculer ces coefficients pour chaque secteur, la consommation journalière moyenne (m³/jour) et le besoin journalier de pointe (m³/jour) ont été déterminés. Le besoin journalier de pointe ainsi que les coefficients ont été déterminés pour toutes les années (voir annexe 2), néanmoins l'analyse du bilan besoins-ressources présenté ici se base sur les données de l'année 2003 qui est une année de forte consommation en raison de la canicule. Ainsi l'évaluation du réseau se place dans le cas le plus défavorable.

Le besoin journalier de pointe a été déterminé comme suit :

Besoin journalier de pointe (m³/j) = consommation journalière moyenne (m³/j) * coefficient de pointe journalier + perte journalière moyenne (m³/j)

Le coefficient de pointe journalier fourni par le syndicat est de 1.8, contre 1.6 calculé avec les données de sortie du réservoir de tête (compteur 4) de 2000 à 2008 (voir annexe 3). Néanmoins la valeur de 1.8 a été conservée afin d'être dans le cas le plus défavorable possible.

Tableau 2 : Estimation du besoin de pointe journalier des différents secteurs pour l'année 2003

	Production annuelle (m ³)	Vente (Consommation) annuelle (m ³)	Consommation journalière Moyenne (m ³ /j)	Consommation journalière de pointe (m ³ /j)	Perte journalière (m ³ /j)	Besoin journalier de pointe (m ³ /j)
Syndicat de production	520 843	532 976	1 460	2 628	-33	2 595
Ville de Sarre-Union	442 248	199 184	546	982	666	1 648
SIVOM	79 956	57 029	156	281	63	344
Sarre-Union Basse pression	79 387	62 155	170	307	47	354
Sarre-Union Haute Pression + SIVOM Est	395 447	150 651	413	743	671	1 414
SIVOM Ouest	58 772	43 407	119	214	42	256

Les données du syndicat de production présente une valeur aberrante soit sur la production soit sur la vente puisqu'il y a plus de vente que de production. Cependant, l'année 2003 peut être

intéressante pour calculer le débit journalier de pointe car il s'agit de l'année de la canicule. Cette donnée peut être utilisée si le problème provient du volume de production. En effet cette valeur n'intervient que dans le calcul de la perte journalière qui au niveau du syndicat de production est négligeable par rapport aux consommations journalières de pointe. En comparant les données de vente avec les données du compteur en sortie du réseau de production (compteur 4), on constate que les valeurs sont très proches. De plus les compteurs au niveau du forage (compteurs 1 et 3) ont été remplacés respectivement en 2003 et 2005, ce qui appuie l'hypothèse d'un problème au niveau des données de production et non pas de ventes. On fera donc l'hypothèse que le besoin journalier de pointe de 2003 est utilisable.

Le coefficient de sécurité à la production permet d'estimer la capacité du réseau à répondre au besoin journalier de pointe.

$$\text{Coefficient de sécurité à la production} = \frac{\text{Production (m3/j)}}{\text{Besoin journalier de pointe (m3/j)}}$$

Si ce coefficient est inférieur à 1, la production n'est pas suffisante pour satisfaire le besoin de pointe. Pour chaque secteur, la production journalière est estimée à partir des données de débits d'alimentation fournies par le syndicat (Annexe 4). Au niveau du syndicat de production, la production dépend du temps de fonctionnement des pompes. Les pompes permettent une alimentation du syndicat à un débit de 150 m³/heure. En moyenne les pompes fonctionnent une dizaine d'heures par jour, en cas de besoins les pompes peuvent être utilisées jusqu'à 20h dans la journée.

Le coefficient de stockage permet d'évaluer quel proportion du volume du besoin journalier de pointe est stocké dans les réservoirs, il se calcul comme suit :

$$\text{Coefficient de stockage} = \frac{\text{Volume des réserves utiles (m3)}}{\text{Besoins journaliers de pointe (m3/j)}}$$

Le SDEA a fixé un minimum de 25% pour assurer une bonne sécurité à la production soit une autonomie de 6h en cas d'arrêt de production.

Après avoir calculé ces coefficients pour le fonctionnement actuel du réseau, l'impact de l'alimentation du Syndicat de la Rose et de la suppression du château d'eau de Sarre-Union est testé sur ces coefficients. Dans le cas de l'alimentation du Syndicat de la Rose, un volume journalier de 400 m³ a été retenu, le besoin journalier de pointe a ainsi été augmenté de 400 m³. Pour la suppression du château d'eau, seul le volume utile est affecté dans certain secteur.

Les résultats sont présentés dans le tableau 3 (page suivante).

-Fonctionnement actuel :

On constate qu'en état actuel, les pompes devraient fonctionner pendant 18h afin d'absorber le besoin de pointe journalier. De plus, le besoin du jour de pointe du SIVOM ne peut être absorbé si l'eau provient uniquement du réservoir de Schopperten, Néanmoins, la possibilité d'ouvrir la vanne manuelle, située entre le SIVOM Est et Sarre-Union HP, permet lors de fortes demandes en eau, d'assurer la continuité du service public, en apportant de l'eau potable en complément du réseau issu de Schopperten.

On distingue également une fragilité au niveau du secteur Haute-Pression avec la partie Est du SIVOM, en effet en cas de casse à l'amont du château d'eau l'autonomie du secteur n'atteint pas les 6h requises (coefficient de stockage < 25%).

Tableau 3 : Bilan besoins-ressources des différents secteurs en fonctionnement actuel et après aménagement

	Secteur	Syndicat	Ville de Sarre-Union	Sarre-Union BP	Sarre-Union HP+ Harskirchen Est	SIVOM ¹	SIVOM Ouest
	Réservoirs concernés (considérés plein)	Tous	Hochwald Sarre-Union HP Sarre-Union BP	Sarre-Union BP	Sarre-Union HP	Schopperten Harskirchen	Schopperten Harskirchen
Fonctionnement actuel	Besoin journalier de pointe (m ³ /j)	2 595	1 648	354	1 414	344	256
	Production (m ³ /j)	2400-2700-3000 ²	2 700	840	1 860	300	300
	Coefficient de sécurité à la production	0,9-1,0-1,2 ²	1,6	2,4	1,3	0,9	1,2
	Volume Utile (m ³)	975	865	205	320	110	110
	Coefficient de stockage	37,57%	52,48%	57,91%	22,63%	31,97%	42,94%
Suppression du château d'eau	Coefficient de stockage	25,24%	33,07%	57,91%	24,05%	31,97%	42,94%
Alimentation de 400 m ³ du Syndicat de la Rose	Coefficient de sécurité à la production	0,8-0,9-1,0 ²	1,3	1,1	1,0	0,4	0,5
	Coefficient de stockage	32,55%	42,23%	27,19%	17,64%	14,78%	16,76%
Alimentation de 400 m ³ du Syndicat de la Rose avec suppression du château d'eau	Coefficient de stockage	21,87%	26,61%	27,19%	18,74%	14,78%	16,76%

1 : En considérant que la vanne séparant le SIVOM Est et Ouest est ouverte et que le SIVOM n'est alimenté que par Schopperten

2 : Calculer pour une durée de fonctionnement des pompes de 16, 18 et 20h.

- Alimentation de 400 m³ du syndicat de la rose :

L'alimentation du syndicat de la rose avec 400m³, nécessiterait de faire fonctionner les pompes pendant 20h afin d'absorber le besoin de pointe journalier.

Cette alimentation poserait problème au niveau du SIVOM de Harskirchen. En effet le SIVOM ne serait plus en capacité de répondre au besoin du jour de pointe (coefficient de sécurité<1), de plus le coefficient de stockage de la zone de Sarre-Union avec le SIVOM Est serait encore plus

dégradé. Une solution pourrait être d'alimenter le SIVOM à la fois par le réservoir de Schopperten et par la vanne fermée dans Harskirchen. En augmentant ainsi l'approvisionnement, le coefficient de sécurité pourrait être rétabli à une valeur supérieure à 1 et le coefficient de stockage serait amélioré car la zone dépendrait alors également directement du château d'eau de Sarre-Union voir du réservoir du Hochwald (en cas de suppression du château d'eau).

-La suppression du château d'eau de Sarre-Union :

La suppression du château d'eau entraînerait une baisse du coefficient de stockage global du syndicat jusqu'à une valeur critique de 25%. Si cette suppression s'accompagne d'une alimentation de 400m³ journalier au syndicat de la rose, le coefficient passerait alors à une valeur inférieure à 25% pour l'ensemble du réseau.

En conclusion, en état actuel le syndicat comporte des faiblesses au niveau du coefficient de stockage du secteur de Sarre-Union Haute Pression avec Harskirchen Est. L'alimentation du Syndicat des eaux de la Rose (à hauteur de 400 m³/j) ainsi que la suppression du château de Sarre-Union devront nécessairement s'accompagner d'aménagements tels que le doublement du réservoir de tête ainsi que l'alimentation du SIVOM par la vanne fermée de Harskirchen.

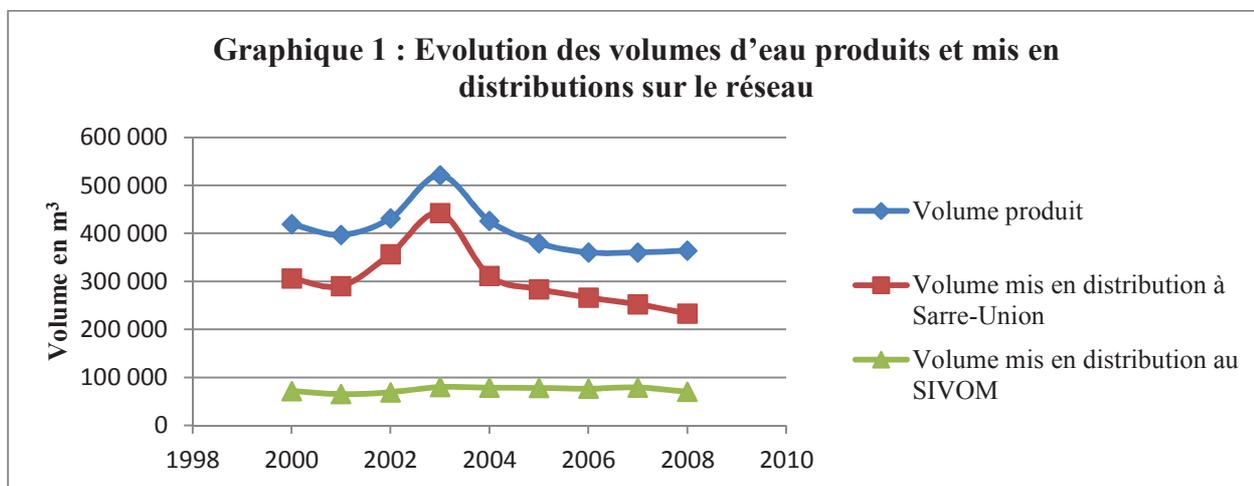
2-2) Analyse des besoins en eau actuel et futur

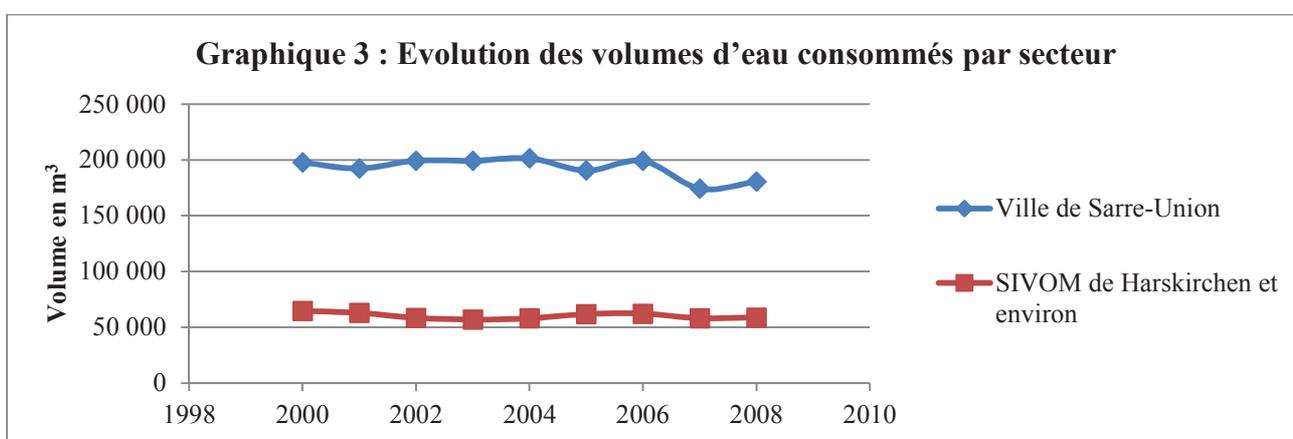
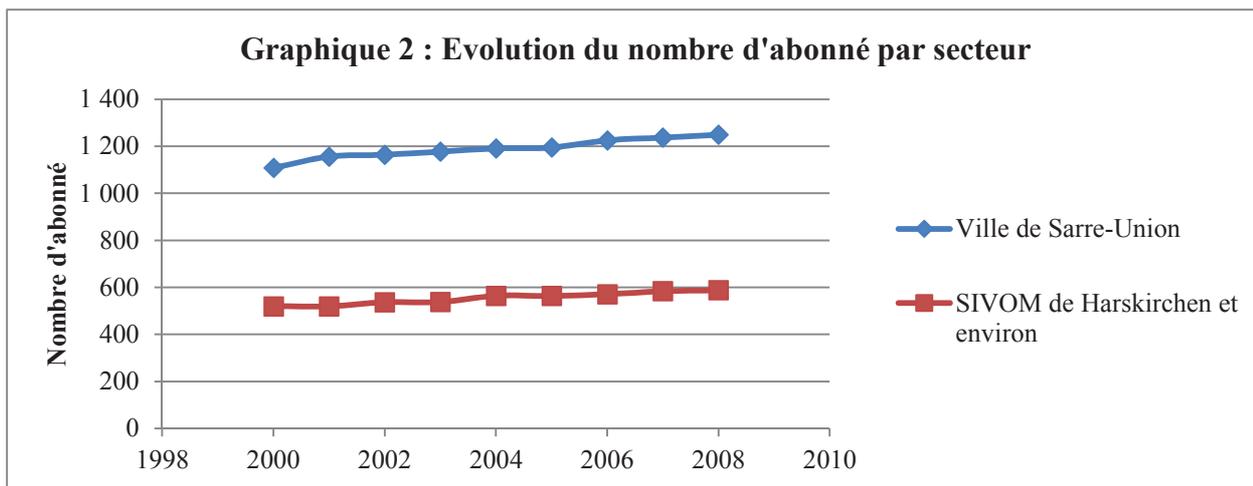
-Evolution des volumes introduits, produits et consommés sur le réseau de 2003 à 2008

Le graphique 1 ci – dessous présente tout d'abord l'évolution des volumes produits, mis en distribution et consommés par différents secteur de la zone du projet.

D'une part, les volumes produits sont en baisses depuis 2003 jusqu'en 2007. En 2008 la production d'eau potable augmente à **364.154 m³** et l'achat d'eau baisse à **232.927 m³**, contre **252.237 m³** en 2007 pour la ville de Sarre union, et à **70.173 m³** contre **79.064 m³** en 2007 pour le SIVOM Harskirchen.

D'autre part les graphiques 2 et 3 montrent que le nombre d'abonnés augmente constamment depuis 2000 pour la ville de Sarre union et le SIVOM de Harskirchen, alors que les volumes consommés totaux annuels se stabilisent autour d'une valeur moyenne (**192.672 m³**) pour la ville de Sarre union et de (**60.264m³**) pour le SIVOM Harskirchen. Cela signifie que la consommation unitaire des abonnés a tendance à diminuer (les graphiques 5 et 6 résument cette tendance à la diminution).

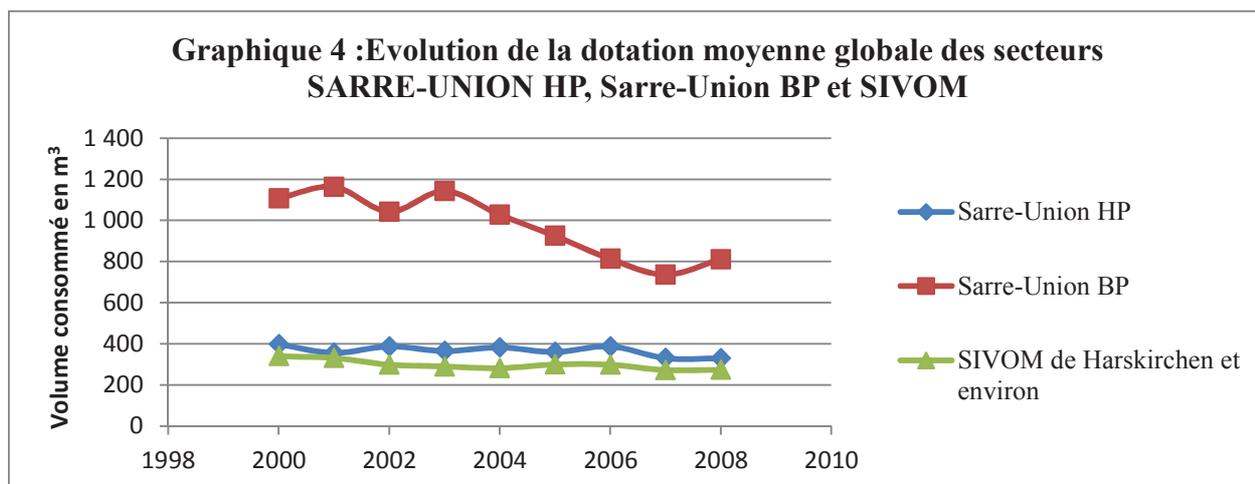




Graphique 3 : Evolution des volumes d'eau consommés par secteur

-Evolution de la dotation globale hydrique de la ville de Sarre Union et SIVOM Harskirchen

La dotation globale hydrique exprime la demande en eau d'un abonné en (litre/jour/abonné).



Interprétation : d'après le graphique 4, on peut voir que les dotations hydriques moyennes globales sont de l'ordre de **367 litre/abonné/ jour** pour Sarre-Union HP, de **974 litre/ abonné/ jour** pour Sarre Union BP et de **299 litre/abonné/jour** pour le SIVOM de Harskirchen

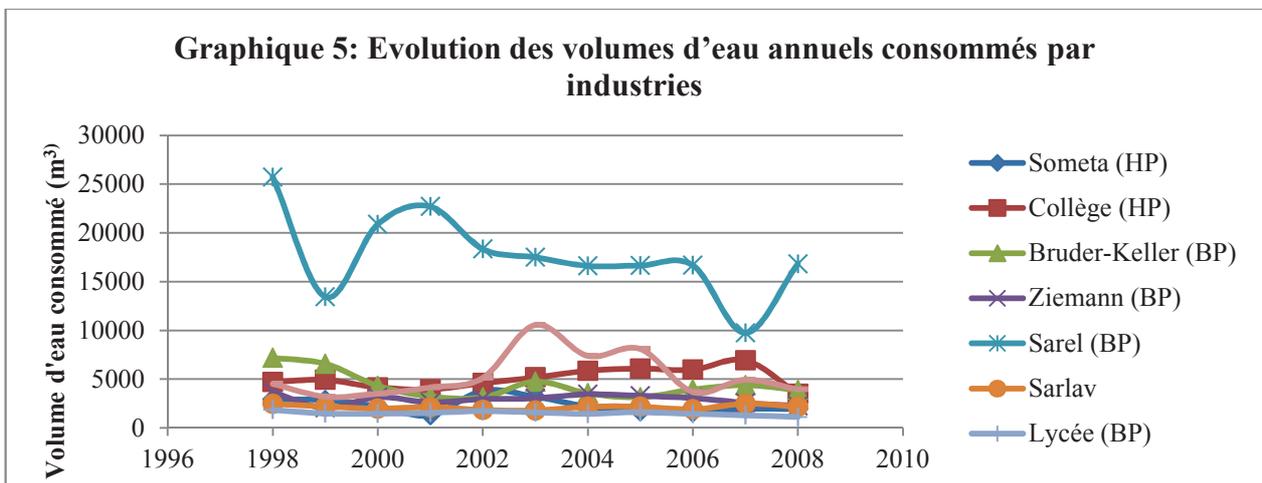
Nous avons considéré les valeurs des dotations moyennes globales ci-dessus dans l'évaluation du bilan besoins-ressources futur. La baisse de consommation globale constatée dans l'analyse des besoins actuels (voir graphique 3), nous entraînent à faire baisser la consommation globale future. Néanmoins, pour éviter toute sous-évaluation de la demande en eau future, nous avons considéré que la dotation hydrique moyenne globale (domestique+ industrie) restera constante jusqu'à l'horizon du projet en 2023.

Tableau 4 : Résultats de calcul de la dotation hydrique domestique actuelle (2003)

Année	Secteur du projet	Dotation moyenne hydrique (litre/abonné/jour)	Dotation de pointe hydrique (litre/abonné/jour)
2003	Sarre Union HP	346	622
	Sarre Union BP	394	709
	SIVOM Harskirchen	294	529

-Analyse des besoins futurs 2023

Afin de modéliser le réseau de distribution d'eau de la ville de Sarre union et environs, nous réalisons en premier lieu une analyse des besoins futurs des différents secteurs et sous-secteurs à horizon 2023. Pour ce faire, nous calculerons les besoins domestiques à partir de l'évaluation de la population future. Concernant les industriels nous avons supposé que la moyenne de consommation journalière en eau restera constante jusqu'à l'horizon du projet, suite au manque d'information des surfaces dédiées aux zones d'activités et des futurs projets d'implantation d'industries. De plus, on observe sur le graphique 5 ci-dessous, une baisse systématique des consommations en eau pour la plupart des industries.



-Estimation d'évolution des besoins futurs en eau domestique

Pour estimer les besoins domestiques futurs de la zone du projet, il faut tout d'abord évaluer la population et les abonnés domestiques à l'horizon 2023. Puis, à partir des dotations hydriques futures, nous calculerons les besoins domestiques futurs.

Hypothèse de croissance de la population

Le choix de la loi de la tendance d'évolution de la population par secteur a été faite sur base de calcul du taux d'accroissement qui rapproche par ordre de grandeur les valeurs des populations (voir annexe 5). La déduction de la population du sous-secteur Sarre union BP a été faite sur base de l'hypothèse ci – dessous :

$$\text{Population de Sarre – Union BP} = \frac{\text{Population Sarre-Union}}{\text{ratio(abonnés Sarre-Union)}}$$

-Hypothèses de croissance des abonnés futurs mixte et domestique

L'estimation des abonnés futurs mixtes par secteur est faite suivant l'hypothèse que la population future par secteur est égale au produit des abonnés futurs mixte par secteur à la moyenne du ratio (population par secteur par rapport aux abonnés mixtes par secteur). Soit, Population future par secteur = K * Abonnés futur mixte par secteur ou sous-secteur

K : ratio moyen par secteur de la population par rapport au nombre d'abonnés mixte par secteur (sur une période allant de 2000 à 2008)

Le nombre d'abonnés futurs domestique est déduit à partir de la relation ci – dessous : Nombre d'abonnés futurs domestique par secteur = (Nombre d'abonnés futurs mixte par secteur - le Nombre d'abonné futur industriel par secteur).

Tableau 5: Résultats du nombre d'abonnés et de la consommation hydrique futur par secteur à l'horizon 2023

Secteur	Nombre d'abonné mixte futur	Nombre abonné industriel futur	Nombre abonné domestique futur	Dotation moyenne globale journalière (m3/ab/jour)	Conso. moyenne journalière globale (m3/j)	Conso. De pointe journalière globale (m3/j)	Conso. moyenne journalière industries (m3/j) ¹	Conso. Moyenne journalière domestique (m3/j)
Sarre Union BP	166	7	159	0.974	162	291	149	13
Sarre Union HP	1115	2	1113	0.367	409	737	32	377
Sarre Union	1281	9	1272	0.445	570	1026	181	389
SIVOM Harskirchen	601	0	601	0.299	180	324	0	180

1 : Le détail de calcul des valeurs de cette colonne figurent à l'Annexe 6

-Fonctionnement futur

Tableau 6 : Bilan besoins-ressources des différents secteurs à l'horizon 2023

	Secteur	Syndicat de Production	Ville de Sarre-Union	Sarre-Union BP	Sarre-Union HP	SIVOM ¹
	Réservoirs concernés (considérés plein)	Tous	Hochwald Sarre-Union HP Sarre-Union BP	Sarre-Union BP	Hochwald	Schopperten Harskirchen
Fonctionnement futur avec alimentation de 400 m3 du Syndicat de la Rose et suppression du château d'eau	Besoin journalier de pointe (m3/j)	1378	1055	299	756	323
	Production (m3/j)	2400-2700-3000 ²	2 700	840	1 860	300
	Coefficient de sécurité à la production	1,7-2,0-2,2 ²	2,6	2,8	2,5	0,9
	Volume Utile	655	543	205	340	110
	Coefficient de stockage	47,53%	51,47%	68,56%	44,97%	34,06%

1 : En considérant que la vanne séparant le SIVOM Est et Ouest est ouverte et que le SIVOM n'est alimenté que par Schopperten

2 : Calculer pour une durée de fonctionnement des pompes de 16, 18 et 20h.

On constate que les différents coefficients de sécurité et de stockages estimés en situation future sont bien plus confortables que pour la situation actuelle et ceci malgré les aménagements prévus (alimentation du Syndicat de la Rose et suppression du Château d'eau de Sarre-Union). En fait dans notre bilan besoins-ressources actuel, les données d'une année de consommation exceptionnelle ont été utilisées tandis que les consommations futures estimées se placent dans une année de consommation moyenne. Seul le coefficient de sécurité à la production du SIVOM de Harskirchen est sous la limite minimale requise confirmant le besoin d'amélioration l'alimentation de ce secteur. On peut supposer que les différents aménagements qui seront réalisés pour les problématiques actuelles seront suffisants pour répondre aux besoins futurs.

3) Détermination de la capacité hydraulique de la canalisation « Hochwald-Château d'eau »

Dans le cadre du projet de suppression du château d'eau de Sarre-Union, il convient de regarder si la canalisation d'eau potable Ø250, est en mesure de faire transiter le débit de pointe. Pour ce faire, il est nécessaire de calculer la valeur de ce débit, ainsi que la capacité hydraulique de la canalisation existante. La comparaison des valeurs obtenues, nous permettra de nous prononcer sur l'éventuelle faisabilité de suppression du château d'eau de Sarre-Union.

Compte-tenu qu'il s'agit d'eau potable, avec des vitesses d'écoulement comprise entre 0.4 et 2m/s, nous pouvons, pour le calcul du « Qmax » de la canalisation, utiliser la formule de Lechapt & Calmon : $J=L*Q^M/D^N$. De plus, l'écart avec la formule de Colebrook est environ de 3%, ce qui ne représente pas un écart significatif, qui justifierait d'utiliser obligatoirement Colebrook.

Pour connaître le débit, il nous faut préalablement rechercher les pertes de charges linéaires unitaires, données que l'on connaît via l'altitude des réservoirs (delta de 41,9m) et le linéaire (3 130m) des canalisations. Les résultats en fonction des différentes rugosités, est exprimé ci-dessous :

Tableau 7 : $Q_{\varnothing 250}$ en fonction de K

	k=0,1	k=1	k=2
Débit	342,5 m3/h	264,8 m3/h	239,9 m3/h

-Calcul du débit de pointe pour Sarre-Union Haute-Pression :

Le calcul du débit de pointe est la somme de plusieurs débits :

1. Débit de pointe domestique (calculé par la formule de Tribut),
2. Débit de pointe industriel (somme des débits de pointe industriels ayant une activité à 19h),
3. Débit des fuites d'eau sur le réseau AEP.

3-1) Débit de pointe domestique :

On utilisera la formule de Tribut : $Qp = d(nKinf + \lambda\sqrt{n}\sqrt{Kinf(D/d - 2Kinf)} + T)$

Les débits de pointes des secteurs de Sarre-Union basse pression et Sarrewerden proviennent de réservoirs dédiés à l'alimentation de ces secteurs. Aussi, seuls les abonnés, les industriels et les fuites dépendant directement du réservoir surélevé, sont à prendre en compte pour le calcul par Tribut. En effet, les autres « Qp » n'ont pas d'influence instantanée sur le marnage du château d'eau.

Pour pouvoir faire le calcul, nous avons besoin de connaître le nombre d'abonnés (valeur retenue : 1078), la consommation moyenne annuelle par abonné (valeur retenue : 140 m³/ab/an ; valeur revenant régulièrement en 2002, 2004, 2006. La valeur de 2000 est un petit peu forte et à contrario celles de 2007 et 2008 sont un peu faible pour calculer un débit de pointe). Le facteur de pointe K est de 1,8. La probabilité de non satisfaction que l'on a retenue est de 5%, soit un λ de 1.1663. Un tableau détaillant le calcul du nombre de m³ vendus par an et par abonné est fourni en annexe 7.

L'application numérique donne :

Soit $d=140\ 000/86\ 400/365*1.8=0.008$ l/s et $D=0.5$ l/s

Calcul du terme de « torture ou d'ajustement » : $0.5=0.008[1.8+1.163\sqrt{(1.8(50-2*1.8))+T}]$; $T=50,14$

Calcul du Qp par Tribut : $Qp=0.008[1078*1.8+1.163\sqrt{1078\sqrt{(1.8*(0.5/0.008)-2*1.8)+50.14}]$;
Qp=19.1 l/s soit 68.6 m3/h

3-2) Débit de pointe industriel :

2 abonnés dits « industriels » (SOMETA et le collège) sont présents sur le secteur Sarre-Union haute pression. Le collège étant fermé au moment de la pointe des abonnés domestiques (~19 heures), nous ne retiendrons que le débit de pointe de l'entreprise SOMETA. Pour le calculer, nous divisons le volume vendu annuel 2003 (3 206m³), par le nombre de jour ouvrés (200 jours). Puis nous appliquons le coefficient du jour de pointe (1.3) et nous ramenons le résultat en m³/h (0.9). Nous faisons ensuite

le rapport de la pointe (100) à la moyenne des coefficients horaires d'utilisation (moyenne des « 0 à 100 »). Le rapport de 1.5 est appliqué à 0.9m³/h. On arrive ainsi à **Qp SOMETA 19h =0.36l/s**

Tableau 8 : Débit de pointe de SOMETA

	Consommation / jours ouvrés		Besoin de pointe journalier	Besoin horaire moyen industriel du jour de pointe	moyenne par industriel des "0 à 100"	écart pointe/moyenne (100/66,7)	Besoin horaire de pointe (1,5*0,87)	
SOMETA	16 m ³	0,19 l/s	21 m ³	0,87 m ³ /h	66,7	1,50	1,30 m ³ /h	0,36 l/s

3-3) Débit des fuites d'eau potable sur le réseau :

Le volume journalier de fuites en 2003 sur le secteur « SIVOM Est » est de 63m³, soit 2,6m³/h.

Le volume journalier de fuites en 2003 sur le secteur « Sarre-Union HP » est de 666 m³ ou 27.8m³/h.

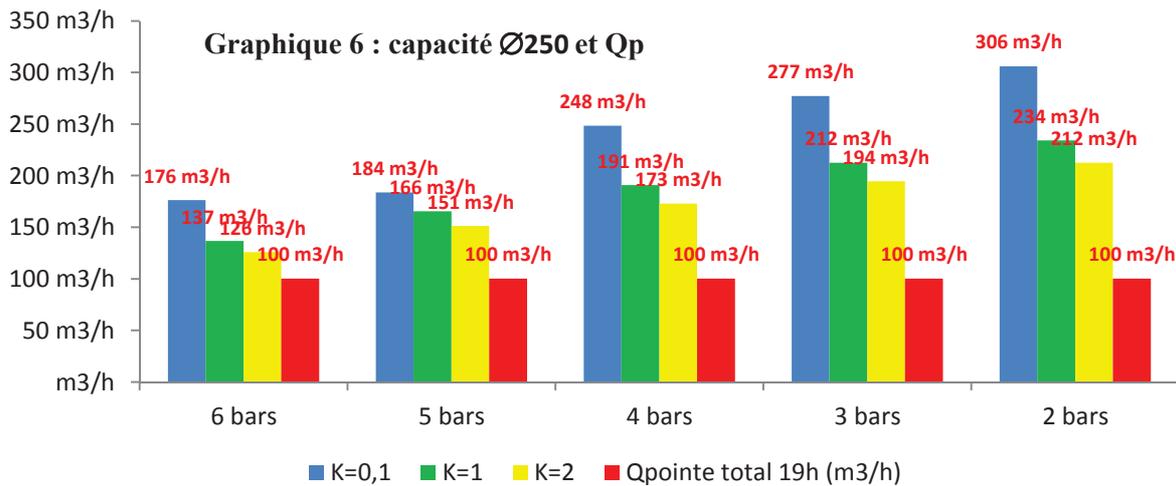
-Calcul du débit de la canalisation en fonction de différents choix de charges :

Le théorème de Bernoulli entre le réservoir de Hochwald et l'arrivée de la conduite 200 en centre-ville de Sarre-Union HP, s'exprime de la façon suivante :

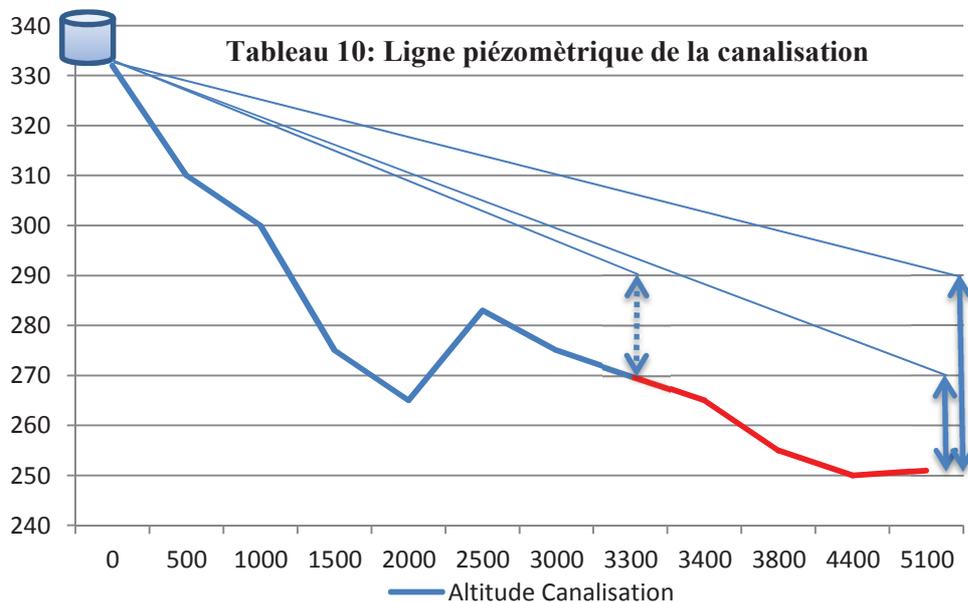
$$H_{\text{amont}} = Z + P/\rho g + Q^2/2gS^2_{200} + J_{\varnothing 200}L_{\varnothing 200} + J_{\varnothing 250}L_{\varnothing 250}$$

Suivant la ligne piézométrique et la rugosité choisie (essai de calcul pour des charges de 2 à 6 bars), le résultat des débits pouvant transiter de Hochwald jusqu'au centre-ville, est résumé dans le tableau suivant (avec comparaison avec le débit de pointe total) :

Tableau 9 : Qpointe	6 bars	5 bars	4 bars	3 bars	2 bars
K=0,1	176 m ³ /h	184 m ³ /h	248 m ³ /h	277 m ³ /h	306 m ³ /h
K=1	137 m ³ /h	166 m ³ /h	191 m ³ /h	212 m ³ /h	234 m ³ /h
K=2	126 m ³ /h	151 m ³ /h	173 m ³ /h	194 m ³ /h	212 m ³ /h
Qp Tribut (domestique)	69 m³/h				
Perte eau SIVOM (2003)	2,6 m ³ /h				
Perte eau SU (2003)	27,8 m ³ /h				
Perte eau global	30,4 m ³ /h				
Qp (m ³ /h) (domestique)	99 m ³ /h				
Qpointe (l/s) (domestique)	28 l/s				
Qpointe industriel 19h (l/s)	,36 l/s				
Qpointe total 19h (l/s)	27,9 l/s				
Qpointe total 19h (m ³ /h)	100 m³/h				



On constate à la lecture du graphique, que quelque soit le choix de la pression de service du réseau (de 2 à 6 bars), la capacité hydraulique de la canalisation, permet le passage du débit de pointe. C'est seulement à partir de 6 bars de pression et avec une rugosité de K=2, que la capacité hydraulique commence à s'approcher légèrement du débit de pointe (100 m³/h contre 126 m³/h). Aussi, on peut dire que la canalisation située entre le réservoir de Hochwald et le centre du village de Sarre-Union peut permettre de faire transiter le débit de pointe, et par extrapolation, que la suppression du château d'eau est techniquement envisageable (sous réserve néanmoins des résultats de la modélisation qui seront abordés dans la suite de ce rapport).



3 lignes piézométriques (existante, 2 et 6 bars) ont été dessinées. L'emplacement du château d'eau est matérialisé par la double flèche en pointillée, celui du réservoir de Hochwald par la cuve en bleue. Les 2 doubles flèches bleues « pleines » représentent les consignes de pression de 2 et 6 bars. Le tracé bleu représente le Ø250 et le tracé rouge le Ø200. La ventouse en point haut de la canalisation (~2750m d'Hochwald).

4) Modélisation

- Objectif de la modélisation

L'objectif de la modélisation d'un réseau d'eau potable est de simuler le plus précisément possible le fonctionnement réel du réseau en situation actuelle et future. Cela permet de mieux vérifier les dysfonctionnements et les insuffisances du réseau. La modélisation est réalisée sous PORTEAU.

4-1) Modélisation du fonctionnement actuel du réseau

La modélisation du réseau du Syndicat de la région de Sarre Union était déjà réalisée et nous a été fournie par l'exploitant. Néanmoins, certaines données manquaient sur le modèle, à savoir plusieurs réservoir et organes de régulation, le modèle de consommation de plusieurs industriels et le volume journalier en litre des modèles de consommations domestiques. Tous nos modèles ont été testés pour un jour de consommation moyen en utilisant Zomayet et pour un jour de consommation de pointe avec Zomayet et Opointe.

-Les réservoirs et la station de reprise

Les réservoirs et le château d'eau de Sarre Union sont modélisés par des réservoirs de tête alimentés par surverse. Ils sont définis par leur nœud de vidange, leur nœud de remplissage, leur côte sol, radier et trop plein ainsi que leur volume total et utile.

Les deux bâches immergées de la station de Voellerdingen ont été modélisées comme des ressources infinies en supposant que leur niveau d'eau varie peu dans le temps. D'autre part, les pompes de reprises aspirant dans les deux bâches sont définies par la courbe caractéristique $HMT = f(Q)$. Nous avons renseigné trois points pour tracer la courbe caractéristique. Nous avons également vérifié à l'aide d'un calcul Excel la zone de rendement correspondant au point de fonctionnement de groupement en parallèle des 2 pompes identiques de reprises et calculé par la suite la puissance absorbée par la pompe (Voir Annexe 8). D'une part, il existe 4 stabilisateurs dont : 1 stab. Amont + Aval, 2 stab. Amont et 1 stab. Aval définis par un nœud initial et un nœud final, ainsi que la charge qu'ils imposent à l'aval.

-Affectation des consommations

Approche ZOMAYET: Nous avons exploité les profils de consommation domestique du SIVOM de Harskirchen, Sarre Union HP et BP qui ont été fournis et calés sur Porteau par l'exploitant. Pour les modèles de consommations domestiques, le volume consommé par jour par abonné a été déterminé à partir des volumes totaux vendus en 2003 par secteur, ramenés à un volume journalier puis divisé par le nombre d'abonnés du secteur renseigné dans Porteau. Ce volume est simplement multiplié par 1.8 pour tester le jour de pointe. Concernant les industriels, nous avons renseigné les profils de consommation construits en affectant à chaque pas de temps, un coefficient de consommation « Cc » représentant la proportion de la consommation par heure par rapport à la consommation moyenne totale de la journée du calage de l'année 2003. Le débit de pointe est ensuite calculé en divisant le volume vendu annuel 2003, par le nombre de jour ouvrés. Puis nous appliquons le coefficient du jour de pointe (1.3) et nous ramenons le résultat en m³/h. Nous faisons ensuite le rapport de la pointe (100) à la moyenne des coefficients horaires d'utilisation (moyenne des « 0 à 100 »). Le rapport est ensuite appliqué au débit calculé. Ce débit est ensuite renseigné au nœud portant l'industrie concernée (voir annexe 6).

Approche OPOINTE: Le coefficient multiplicateur Opointe permet de simuler le comportement d'un réseau maillé de distribution d'eau sous pression en calculant, les débits et les pressions de pointe au moment de la journée ou la demande est maximale. En se basant sur les profils de consommation

domestique, nous avons déterminé une heure de pointe à 19h. Nous avons donc pris en compte que les industriels ayant une activité à 19h pour lesquels nous avons calculé un coefficient multiplicateur de pointe. Il s'agit du rapport du coefficient de consommation à 19h à la moyenne des coefficients de consommation (moyenne des « 0 à 100 »). Le modèle est ensuite calé en vérifiant que le débit de pointe instantané Porteau en sortie du château d'eau est à peu près le même que le débit de tribut calculé. Le calage est réalisé en jouant avec la probabilité d'ouverture des abonnés domestiques.

-Modèle de consommation fuites

La simulation du volume journalier (en litre) des modèles de consommation « fuite » pour les domestiques de SIVOM de Harskirchen consiste à calculer le nombre d'abonnés fuites « fictifs » par tronçon à partir d'un volume fuite par abonné imposé (car les fuites de Sarre-Union étaient déjà renseignées et utilisent le même modèle de consommation). Pour ce faire, nous avons tout d'abord calculé l'indice linéaire des pertes du SIVOM de Harskirchen et déduit par la suite le volume des pertes par tronçon connaissant leurs longueurs.

-Calage du modèle

Le calage du modèle consiste à retrouver par simulation les résultats des mesures. Pour ce projet, nous vérifierons dans la situation actuelle :

- a. Débit de pompage de Voellerdingen vers le réservoir de Hochwald
- b. Ordre de grandeur du débit d'adduction du réservoir de Schopperten alimenté par une DN80 et du réservoir de Sarre Union BP alimenté par une DN125.
- c. Volume entrant et sortant de différents réservoirs (volume mis en distribution par secteur)
- d. Point de fonctionnement des pompes de reprises
- e. Temps de fonctionnement des pompes de reprises
- f. Plage des pressions aux différents nœuds des consignes des stabilisateurs de pression.

D'après les résultats renseignés dans l'Annexe 9, nous pouvons conclure que notre modèle est bien calé et peut servir aux mieux le fonctionnement réel du réseau en situation actuelle et future

-Diagnostics du réseau

Pour effectuer le diagnostic du réseau, nous étudierons les pressions aux nœuds, les pertes de charges dans les canalisations ainsi que les débits sur les tronçons. Au niveau d'un nœud portant des abonnés, la pression minimale admise est de 1 bar et la maximale de 6 bars. Pour les nœuds sans abonné, des pressions supérieures à 6 bars sont acceptées (généralement au niveau du syndicat de production) ainsi que certaine inférieur à 1 bar (pour les nœuds très proche des réservoirs).

Fonctionnement en jour de consommation moyenne : A partir des résultats de la modélisation du réseau en fonctionnement actuel sous l'approche Zomayet (voir fichier Sarre_union_moyen_base), on observe des pressions de plus de 6 bars à l'entrée du château d'eau. Cela s'explique par une dénivellation importante de l'ordre de 60 m entre le réservoir de Hochwald et le nœud RH0. Par contre, pour l'ensemble du réseau on observe une plage des pressions admissibles variant entre 2 et 5 bars.

D'autre part, au niveau de l'entrée de Rimsdorf nous constatons des pressions négatives à 19 heures, mais du fait que Rimsdorf est alimenté en grande partie par le SDE de Drulingen, on estime que ses pressions doivent en réalité être positive de part cette arrivé d'eau qui n'est pas modélisé ici.

Les fluctuations constatées au niveau du réservoir de Schopperten démontrent clairement que ce réservoir présente de sérieux problèmes de marnage et se vide presque complètement entre 18h et 20h.

Fonctionnement en jour de consommation moyenne : en jour de pointe, le modèle ne peut fonctionner si la vanne de Harskirchen Est n'est pas en position ouverte. Ceci s'explique par une vidange rapide du réservoir de Schopperten et reflète la réalité puisqu'en 2003 durant la canicule cette vanne a dû être ouverte durant les jours de fortes consommations.

4-2) Modélisation des aménagements

A partir du modèle du fonctionnement actuel du syndicat, les différentes problématiques sont abordées, à savoir une fourniture d'appoint de 400m³/j pour le syndicat des eaux de la rose, la suppression du château d'eau de Sarre-Union et l'amélioration de l'alimentation du SIVOM d'Harskirchen. Ces problématiques sont évaluées en jours de consommation de pointe et en jours de consommation moyenne afin de détecter de potentiels problèmes de pression (surpression ou sous pression) et de marnage de réservoir.

-Modélisation de l'alimentation du syndicat des eaux de la rose à 400m³

Pour simuler l'alimentation du Syndicat des eaux de la Rose sous Porteau, un nœud a été rattaché au réservoir d'Harskirchen. Un modèle de consommation a été créé pour donner les 400m³ par jour (voir tableau 4). Ce modèle se caractérise par une alimentation

Tableau 11 : Modèle d'alimentation du syndicat de la rose

Plage horaire	06h-18h	18h-20h	20h-06h
Débit (l/s)	3	0	7,5

moyenne en journée, nulle aux heures de pointes et importante durant la nuit. Comme convenu en conclusion du bilan besoins-ressources, la vanne séparant Harskirchen Est et Ouest a été ouverte. Cependant en testant avec le besoin journalier de pointe, malgré la vanne ouverte le **réservoir de Schopperten** se vidange très rapidement lors de l'heure de pointe. En raison de sa faible réserve utile, il a été décidé de by-passer le réservoir de Schopperten. Le réservoir est uniquement conservé comme réserve incendie.

La **vanne motorisée** avait pour but de créer un sous-réseau indépendant dans Harskirchen permettant le marnage du réservoir mais avec l'alimentation du SIVOM par Harskirchen Est et le marnage du réservoir réalisé par le débit sortant quotidiennement de 400 m³ vers le syndicat de la rose, cette vanne devient obsolète. Elle pourra donc être enlevée, ou compte-tenu de son existence, laissée en position ouverte, pour éviter des coûts de travaux liés à son retrait, néanmoins il convient d'équiper le réservoir de Harskirchen d'un **robinet à flotteur** pour éviter tout débordement.

Afin d'éviter la vidange du réservoir de Harskirchen lors des heures de pointes, le **stabilisateur amont-aval** de Harskirchen a été désactivé.

Sous **Opointe**, on remarque de fortes chutes de pression à l'amont du réservoir de Schopperten. Pour pallier à ce problème les 805 mètres de canalisations de 80mm à l'amont du réservoir ont été remplacées par des canalisations de 125mm (du nœud RSCA au nœud PA3).

Dans cette nouvelle configuration du réseau, des problèmes de surpression (pression supérieur à 6 bars) ont été constatés à l'aval du réservoir de Harskirchen et dans la zone aval du secteur de Sarre-Union Haute Pression. Deux **stabilisateurs avals** avec une consigne de 40 mCE ont donc été installés sur le tronçon SC1-L1 et sur le tronçon S73-S48. En cas de non suppression du château d'eau, la présence de ces stabilisateurs peut provoquer de nouvelles chutes de pression à l'amont de l'ancien réservoir de Schopperten. Il conviendra alors de remplacer 415 mètres de canalisations de 80mm

supplémentaire par des canalisations de 125mm (du nœud PA3 à S39) et d'ouvrir la vanne fermée sur le tronçon S72-S72A afin de rétablir des pressions acceptables.

Ces différents aménagements permettent une alimentation d'appoint du syndicat des eaux de la rose de 400m³/j mais également d'améliorer l'alimentation du SIVOM de Harskirchen et environ.

-Modélisation de la suppression du Château d'eau de Sarre-Union.

En raison du coût trop élevé de la réhabilitation du château d'eau de Sarre-Union, sa suppression a été décidée. La suppression du château d'eau de Sarre-Union entraîne de forte surpression sur toute la partie Haute pression de Sarre-Union particulièrement pour un jour de consommation moyenne (jusqu'à 9.5 bars). Le château d'eau jouant le rôle de brise charge, il doit impérativement être remplacé par un stabilisateur aval réglé à 20mCE. Il faudra également prévoir l'agrandissement du réservoir du Hochwald pour passer de 340m³ utiles à 680m³ utiles afin de conserver de bons coefficients de stockage.

En conclusion la réponse aux trois problématiques à savoir l'alimentation d'appoint du Syndicat de la Rose à 400m³ par jours, l'amélioration de l'alimentation du SIVOM d'Harskirchen et la suppression du château d'eau de Sarre-Union, nécessitera plusieurs aménagements à des endroits stratégiques (voir annexe 10) :

- l'installation de 3 stabilisateurs avals sur le Syndicat et d'un robinet flotteur pour le réservoir d'Harskirchen
- le remplacement de 815 mètres linéaires de canalisations 80mm par des canalisations 125mm
- l'abandon de l'utilisation du réservoir de Schopperten comme réserve d'eau potable
- le doublement du réservoir du Hochwald
- La suppression du stabilisateur amont-aval et de la vanne motorisée

4-3) Modélisation du réseau à l'horizon 2023

Pour l'estimation de nos besoins futurs, nous avons conclu à une stagnation des consommations domestiques et industriels et un nombre d'abonnés industriels constant. Seul le nombre d'abonnés domestiques augmentaient. Cependant, il est difficile de prévoir sur quels nœuds les abonnés futurs se placeront, nous sommes donc partie de la consommation moyenne journalière domestique présentée dans le tableau 5 que nous avons attribué aux abonnés déjà présent dans Porteau. Ainsi nous avons changé le volume journalier par abonné dans les modèles de consommations domestiques. Pour la modélisation, nous avons utilisé le modèle actuel comprenant les différents aménagements réalisés.

Tableau 12 : Dotations hydriques domestique futures par secteur renseignées sous Porteau

Secteur	Sarre Union BP	Sarre Union HP	SIVOM Harskirchen
Dotation moyenne (litre/abonné/jour)	94	334	338
Dotation de pointe (litre/abonnée/jour)	169	601	609

Le modèle fonctionne avec ces nouvelles données et ne présente pas de problème particulier. Ainsi, les aménagements proposés en réponse aux problématiques actuelles seront suffisantes pour absorber les besoins journaliers à l'horizon 2023.

5) Impact financier général des aménagements

5-1) Impact financier sans distinction de périmètre territorial

Nous avons vu qu'il convenait de transformer le réservoir de Schopperten en réserve incendie, d'ajouter un robinet flotteur à Harskirchen, ainsi que de supprimer des stabilisateurs existants et d'en créer de nouveaux à d'autres endroits. Au-delà de ces aménagements, la problématique principale reste de savoir si l'on peut prévoir la suppression du réservoir surélevé et le remplacer par un doublement de la cuve existante à Hochwald. Les calculs de la capacité hydraulique de la canalisation existante Ø250, montre que cette dernière est en mesure de faire transiter le débit de pointe. La modélisation a montré qu'il était possible de conserver le château d'eau, mais sous condition de changer ~415 mètres supplémentaires de fonte Ø80. Il convient donc de voir la différence de coût entre les différentes solutions.

Une recherche sur internet sur les coûts de réhabilitation de château d'eau (voir annexe 11), donne un ordre de grandeur de 190 000 € HT pour une rénovation intérieur, extérieur et mise en sécurité des ouvrages pour la sécurité du personnel. A ce coût (c'est un ordre de grandeur sommaire car extrait de journaux et non de revues scientifiques), il conviendrait de rajouter le renouvellement de 415 mètres de conduite Ø80. Le coût des travaux serait de ~63 000 €. Le coût total des travaux serait alors de 253 K€ HT.

La destruction du château d'eau (80 K€), auquel il faut rajouter la création d'une cuve supplémentaire à Hochwald (192 K€), et la mise en place d'un stabilisateur à la place de l'ancien réservoir surélevé, représenterait un coût global de 280 K€ HT. La différence de 30 000 €, bien qu'importante est cependant à nuancer. On compare une rénovation d'un réservoir des années 1970 avec la construction d'un nouveau réservoir. Autant, on peut être à peu près assuré de la durabilité dans le temps d'un nouveau réservoir, mais en revanche quid de la durabilité dans le temps de la réparation de l'ancien château d'eau ? Par ailleurs, la gestion d'un seul réservoir de tête plus conséquent, aura peut-être également la préférence de l'exploitant. Enfin, des habitations sont situées actuellement à proximité immédiate du château d'eau existant. L'aspect foncier, bien que non abordé dans ce rapport, est un élément d'aide à la décision qui peut devenir important, notamment, quand on voit que l'actuel château d'eau est situé dans le centre-ville de Sarre-Union. Aussi, pour ces différentes raisons, il semblerait pertinent de prévoir la destruction du château d'eau et le remplacement à minima de son volume utile, par une nouvelle cuve à Hochwald.

Dans ce scénario, le coût total des travaux serait de 430 500 € HT. En intégrant par sécurité à minima 10% de frais d'études supplémentaires (frais de géomètre, SPS, contrôleur technique, maîtrise d'œuvre...), le montant des travaux est porté à 473 825 €, soit un montant retenu de 480 000 € HT.

Sous réserve de financement à obtenir auprès des partenaires institutionnels de la Collectivité, financement qui pourrait s'élever à 60%, le montant résiduel des travaux à la charge de la Collectivité serait de 192 000 €. Il est possible d'utiliser pour partie les excédents globaux de clôture de la section d'investissement (compte 001) du budget. Néanmoins, nous ne connaissons pas le fond de roulement de leur budget M49, leurs niveaux d'épargne brut et net du service, ainsi que le détail de leur programmation de travaux des années à venir. Aussi, notre mission se limitera à simuler l'impact en €/m3 que représenteront ces travaux, avec un financement reposant uniquement sur l'emprunt et les

subventions (pas d'utilisation de fonds propres). Compte-tenu des volumes vendus par le Syndicat de production en 2008 (353 872 m³), un emprunt sur 15 ans avec un TAEG de 5%, engendrerait une annuité de 18 497 €. La hausse sur les tarifs serait dans ce cas de 0.05 €/m³. Cette hausse, bien inférieure à 10 centimes d'euros par m³, apparaît donc relativement modérée et par là-même rend envisageable cette programmation de travaux.

5-2) Impact financier avec prise en compte des paramètres territoriaux

Problématique : Au-delà de ce premier regard uniquement technique et financier, il est important d'analyser plus précisément la répartition potentielle des travaux sur chaque entité administrative distincte. Au vu des périmètres territoriaux des différents EPCI, il semblerait que le château d'eau appartienne à la ville de Sarre-Union. Dans ce cas, les coûts de démolition devraient être supportés par les seuls abonnés de la ville. Le coût de construction d'une nouvelle cuve au réservoir d'Hochwald, semble devoir être répercuté sur le Syndicat de production (il est propriétaire des ouvrages). Ce faisant, on assiste à un transfert de charge financier, de la ville vers le Syndicat de production, avec comme corollaire, une « assiette » de facturation (base des volumes vendus) plus importante et donc une répercussion au final, du coût des travaux sur le prix du m³ plus faible pour l'abonné. Egalement, le choix de destruction ou de réhabilitation du château d'eau peut-être directement dépendant de l'identification des maîtres d'ouvrages compétents. Si le Syndicat de production est prêt à prendre en charge le financement de la création d'une 2nde cuve, la ville de Sarre-Union n'a dans ce cas, plus de raison précise à vouloir réhabiliter l'ouvrage existant.

De même, afin de pouvoir satisfaire le BPJ du SIE de la Rose, certains tronçons du réseau d'eau potable de la ville de Sarre-Union doivent au préalable être redimensionnés et le positionnement des stabilisateurs doivent être revus. L'impact financier doit-il être répercuté sur le SIE de la Rose ? Dans ce cas, comment procéder à cette facturation, sachant que seul le Syndicat de production peut vendre l'eau potable aux différentes Collectivités. On voit ainsi, à la lecture de ces différents exemples de problématiques, qu'il n'existe pas un seul et unique mode de financement possible. Seules les Collectivités compétentes, qui ont une parfaite connaissance de leur territoire et des enjeux avec les territoires voisins, pourront définir de manière précise les modalités de prise en charge financières des investissements préconisés. Néanmoins, globalement, il convient de relativiser le coût sur le m³ de ces aménagements, sachant qu'il représente une annuité au maximum de 19 K€.

Nous pourrions nous arrêter à ces valeurs. Mais, afin d'être force de proposition et dans le cadre de notre devoir de conseil, nous fournissons en annexe 12 et 15, 4 hypothèses chiffrées (en €/m³) de répercussion des coûts. Nous rappelons, néanmoins avant toute chose, que ces hypothèses, bien que précise dans leur calcul, ne doivent être vu que comme des possibilités et à ce titre uniquement permettre de vérifier des ordres de grandeur, afin de s'assurer de la faisabilité des différentes répercussions tarifaires.

Hypothèses :

1. Coût des aménagements destinés à permettre la satisfaction du BPJ actuel,
2. Coûts de démolition du château d'eau,
3. Coûts de construction de la 2nde cuve d'Hochwald,
4. Coûts des aménagements nécessaires à l'alimentation du SIE de la Rose.

Conclusion :

Avant de conclure ce rapport, il est intéressant de se remémorer une dernière fois brièvement les problématiques principales auxquelles cette étude devait répondre :

- ✓ Devenir du château d'eau de la ville de Sarre-Union,
- ✓ Difficultés ponctuelles d'alimentation en eau du SIVOM d'Harskirchen,
- ✓ Projet de d'apport journalier de 200 voir 400m³ au SIE de la Rose.

Il a été montré que l'abandon du château d'eau de Sarre-Union est possible d'un point de vue fonctionnel et préférable d'un point de vue économique. Ceci passera par le doublement du réservoir de tête du Hochwald et l'ajout d'un stabilisateur aval au niveau du château d'eau.

Nous avons constaté qu'il est possible de renforcer l'alimentation du SIVOM de Harskirchen et environ tout en fournissant 400m³ par jour au Syndicat de la Rose. Ce renforcement nécessitera divers aménagements principalement le remplacement en fonte 125 mm de 805 mètres de conduite en 80 mm, le by-pass du réservoir de Schopperten et l'ouverture de la vanne de Harskirchen, permettant une deuxième source d'alimentation du SIVOM.

L'estimation des besoins futurs à l'horizon 2023 a conclu à une stagnation de la consommation, compensée par une augmentation de la population aboutissant ainsi, à une faible variation des besoins en eau. Aussi, les aménagements proposés pour les problématiques actuelles seront suffisant pour répondre aux besoins futurs. De plus, l'impact de la répercussion de ces travaux sur le prix de l'eau facturé aux abonnés, reste acceptable, en étant inférieur à 10 centimes d'euros par m³.

Au-delà de ces aménagements spécifiques, qui ont fait l'objet de cette étude, il est intéressant de faire une ouverture sur le nécessaire besoin à terme, de prévoir la sécurisation de la ressource en eau potable, et ce en raison d'une unique ressource actuelle (station de pompage de Voellerdingen). Bien que cette ressource donne entière satisfaction au maître d'ouvrage, tant sur le plan qualitatif que quantitatif, il serait néanmoins intéressant d'envisager la possibilité de cette diversification.

Annexe 1: Volume annuel (m³) transitant par compteur et achat annuel en m³ par secteur.

Numéro compteur	CPTR 4	CPTR 5	CPTR 6	CPTR 7	CPTR 8	CPTR 9	CPTR 10	CPTR 11	CPTR 12	CPTR 13
LOCALISATION	Sortie syndicat de production	Sortie château d'eau de Sarre-Union	Sortie des réservoirs Basse Pression de Sarre-Union	Entrée zone basse pression de Sarre-Union	Entrée secteur Rimsdorf	Entrée Réservoir Schopperten	Entrée Harskirchen Est	Entrée Secteur hameau Buscherhof	Amont usine REA	Entrée réservoir Sarrewerden
2000	390 929	541 998	67 686		11 172	55 439	17 172	891	261	0
2001	374 263	499 821	65 850	76 081	10 239	53 089	12 168	1 060	424	371
2002	439 220	396 117	59 694	72 651	9 176	55 228	14 347	1 272	3	0
2003	525 690	467 098	62 007	80 529	9 434	58 772	19 460	1 112	30	274
2004	417 133	319 016	60 500	66 985	10 099	59 396	20 334	962	4 920	463
2005	377 185	309 985	50 432	63 305	10 119	54 888	23 039	785	4 523	0
2006	357 848	283 704	55 021	66 505	9 984	52 085	24 436	871	3 879	0
2007	349 814	282 001	47 677	71 613	11 026	57 336	21 731	882	6 605	0
2008	317 394	261 305	45 296	58 967	13 889	46 086	16 874	966	4 165	0

Remplacement compteur

Données manquantes ou incomplète

Secteur	SIVOM OUEST (C9)	SIVOM EST (C10)	SIVOM (C9+10)	Sarre-Union BP hors ZI (C6-C11)	Sarre-Union HP (C5-C10-C9-C8)	Sarre-Union ZI (C7-C6-C12)	Sarre-Union BP	Sarre-Union
2000	55 439	17 172	72 611	66 795				
2001	53 089	12 168	65 257	64 790	222 686	9 807	74 597	297 283
2002	55 228	14 347	69 575	58 422	287 818	12 954	71 376	359 194
2003	58 772	19 460	78 232	60 895	357 495	18 492	79 387	436 882
2004	59 396	20 104	79 500	59 538	260 319	1 565	61 103	321 422
2005	54 888	23 039	77 927	49 647	221 939	8 350	57 997	279 936
2006	52 085	24 436	76 521	54 150	197 199	7 605	61 755	258 954
2007	57 336	21 731	79 067	46 795	191 908	17 331	64 126	256 034
2008	46 086	16 874	62 960	44 330	184 456	9 506	53 836	238 292

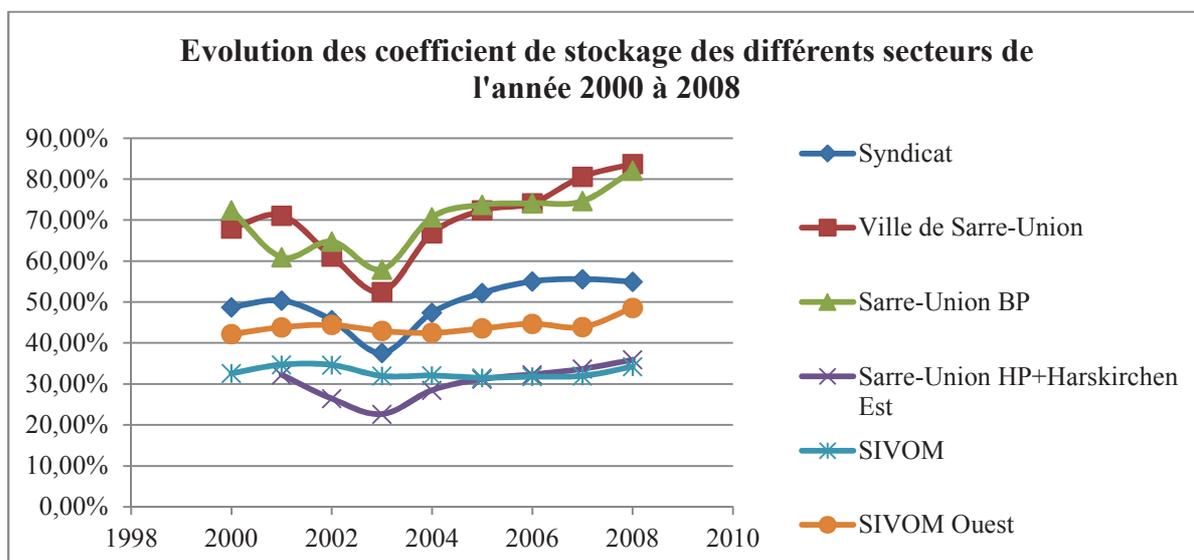
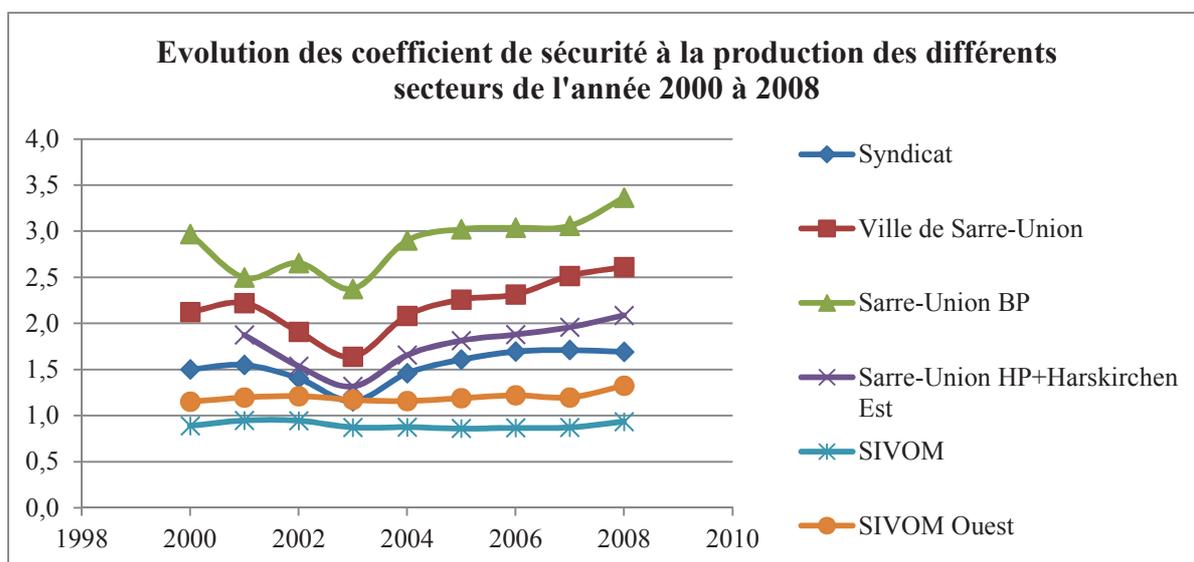
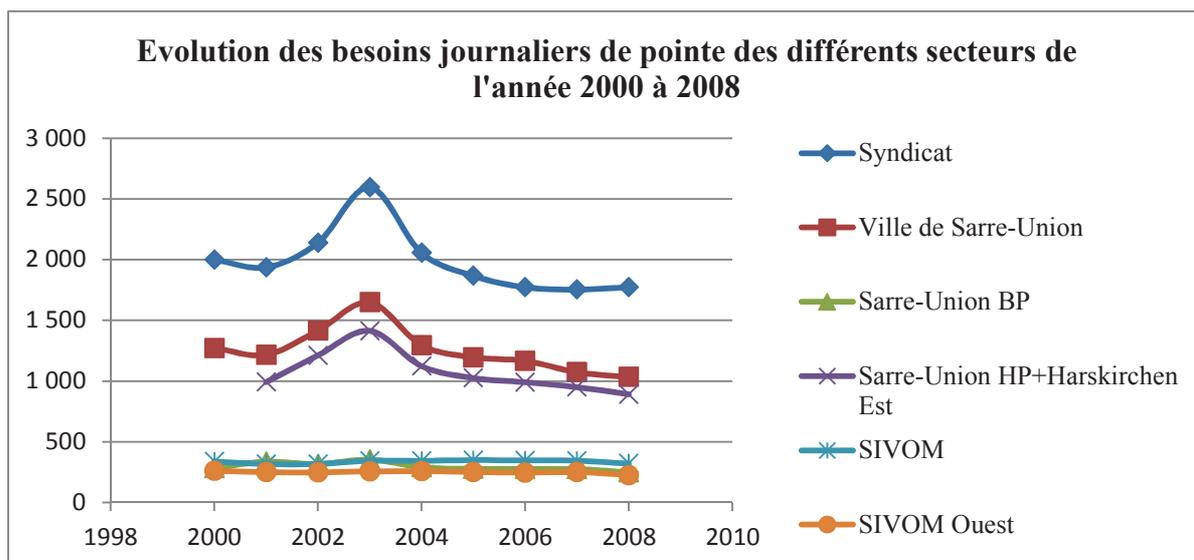
Annexe 3: Estimation du coefficient de pointe journalier à partir des données mensuelles du compteur 4

	Moyenne Mensuel	Max mensuel	Coefficient de pointe mensuel	Coefficient de pointe mensuel moyen	Coefficient de pointe journalier
2000	32 577,4	0,0	0,0	1,1	1,6
2001	31 188,6	38 402,0	1,2		
2002	39 929,1	68 921,0	1,7		
2003	43 807,5	52 684,0	1,2		
2004	34 761,1	38 003,0	1,1		
2005	31 432,1	40 216,0	1,3		
2006	27 526,8	34 105,0	1,2		
2007	29 151,2	36 275,0	1,2		

Annexe 4: Estimation de la production journalière pour chaque secteur (durée de pompage au forage de 20h)

Secteur	Calcul de la production	Production (m ³ /j)
Syndicat	150m ³ /h*20h	3000
Ville de Sarre-Union	150m ³ /h*20h-12,5m ³ /h*24h	2700
Sarre-Union BP	35m ³ /h*24h	840
Sarre-Union HP + SIVOM Est	150m ³ /h*20h-24h*(12,5m ³ /h+35m ³ /h)	1860
SIVOM	12,5m ³ /h*24h	300
SIVOM ouest	12,5m ³ /h*24h	300

Annexe 2: Evolution des besoins journaliers de pointe, des coefficients de sécurité à la production et des coefficients de stockage des différents secteurs de 2000 à 2008



Pour les secteurs de Sarre-Union BP, Sarre-Union HP+Harskirchen Est et SIVOM ouest, les données de l'année 2008 utilisées étaient incomplètes

Annexe 5 : Evolution de la population par Secteur et Sous –Secteur

Secteur	Type de progression utilisée	Taux d'accr. (%) calculé	Population 2008 Habitant	Population 2015 Habitant	Population 2023 Habitant
Sarre Union	Géométrique	0.4	3174	3263	3368
Sarre.U/HP	Géométrique	0.4	2701	2778	2868
Sarre.U/BP	Géométrique	0.4	473	487	502
Sivom. Harskirchen	Géométrique	0.4	1390	1432	1485
Harskirchen	Géométrique	0.4	848	869	894
Schopperten	Géométrique	0.1	399	427	462
Bissert	Arithmétique	-0.01	143	136	129
Rimsdorf	Géométrique	0.02	258	259	259

Année	Population (HP+BP)	Abonné HP	Abonné. BP	Ration Population – Abonné (HP+BP)	Population BP	Population HP
2000	3075	966	142	6.8	458	2616
2001	3087	1014	142	7.1	460	2627
2002	3099	1019	145	7	462	2637
2003	3111	1028	149	6.9	464	2648
2004	3124	1042	149	7	466	2658
2005	3136	1034	161	6.4	467	2669
2006	3149	1060	165	6.4	469	2679
2007	3161	1069	168	6.4	471	2690
2008	3174	1078	171	6.3	473	2701
Moyenne		1034	155	6.7		

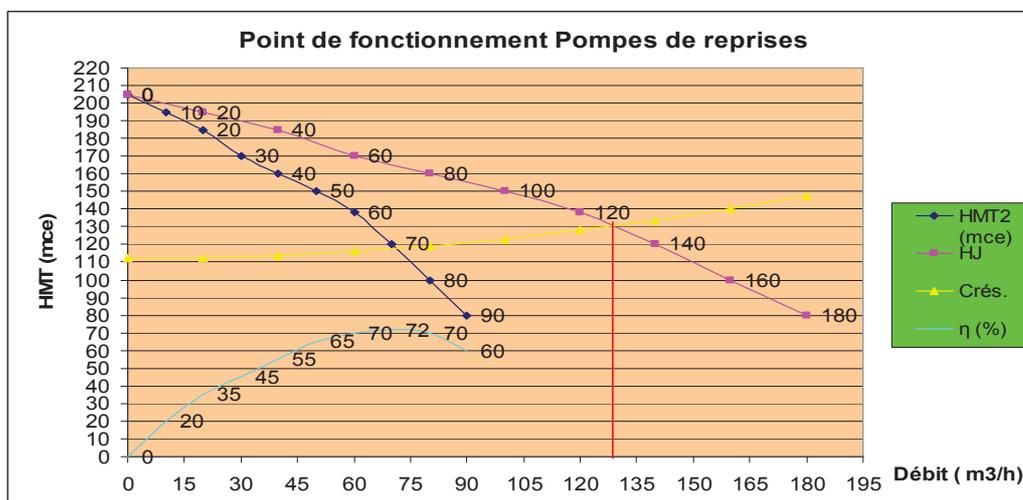
Annexe 6: Consommation des industriels en 2003

Nom	SOMETA	COLLEGE	BK	ZIE	sarel	sarlav	LYCEE	LECLERC	REA
Secteur	HP	HP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP
année 2003 : Conso. Moyenne annuelle (m3/an)	3206.00	5183.00	4751.00	3039.00	17503.00	1802.00	1589.00	10559.00	3500.00
Nbre jours	200.00	250.00	225.00	200.00	250.00	365.00	250.00	300.00	250.00
Conso moyenne journ. (m3/jour)	16.03	20.73	21.12	15.20	70.01	4.94	6.36	35.20	14.00
Conso. Moyenne horaire. (l/s)	0.19	0.24	0.24	0.18	0.81	0.06	0.07	0.41	0.16
Coeff. de pointe. Journ. par industrie	1.30	1.30	1.30	3.00	3.00	3.00	1.30	1.30	1.40
Conso. de pointe journalier industrielle (m3/j)	20.84	26.95	27.45	45.59	210.04	14.81	8.26	45.76	19.60
Conso. Moyenne horaire. industriel (m3/h)	0.87	1.12	1.14	1.90	8.75	0.62	0.34	1.91	0.82
Coeff. de pointe. Horaire par industrie	1.50	4.36	1.50	2.40	1.55	2.79	4.29	2.31	1.82
Conso.horaire de pointe Industriel en m3/h	1.30	4.90	1.72	4.56	13.55	1.72	1.48	4.40	1.48
Conso.horaire de pointe Industriel en l/s	0.36	1.36	0.48	1.27	3.76	0.48	0.41	1.22	0.41
Coefficient Multiplicateur ZOMAYET	0.51	0.18	0.51	0.14	0.22	0.12	0.18	0.33	0.39

Annexe 7: vente d'eau annuelle moyenne par abonné

	Ab SU	Ab SU BP	Ab SU HP	Vente SU	Vente BP	vente par abonné
2000	1108	142	966	197 604 m3	57 393 m3	145 m ³ /abonné/an
2001	1156	142	1014	192 335 m3	60 258 m3	130 m ³ /abonné/an
2002	1164	145	1019	199 256 m3	55 159 m3	141 m ³ /abonné/an
2003	1177	149	1028	199 184 m3	62 155 m3	133 m ³ /abonné/an
2004	1191	149	1042	201 372 m3	55 869 m3	140 m ³ /abonné/an
2005	1195	161	1034	190 459 m3	54 366 m3	132 m ³ /abonné/an
2006	1225	165	1060	199 066 m3	48 976 m3	142 m ³ /abonné/an
2007	1237	168	1069	174 324 m3	45 166 m3	121 m ³ /abonné/an
2008	1249	171	1078	180 452 m3	50 646 m3	120 m ³ /abonné/an

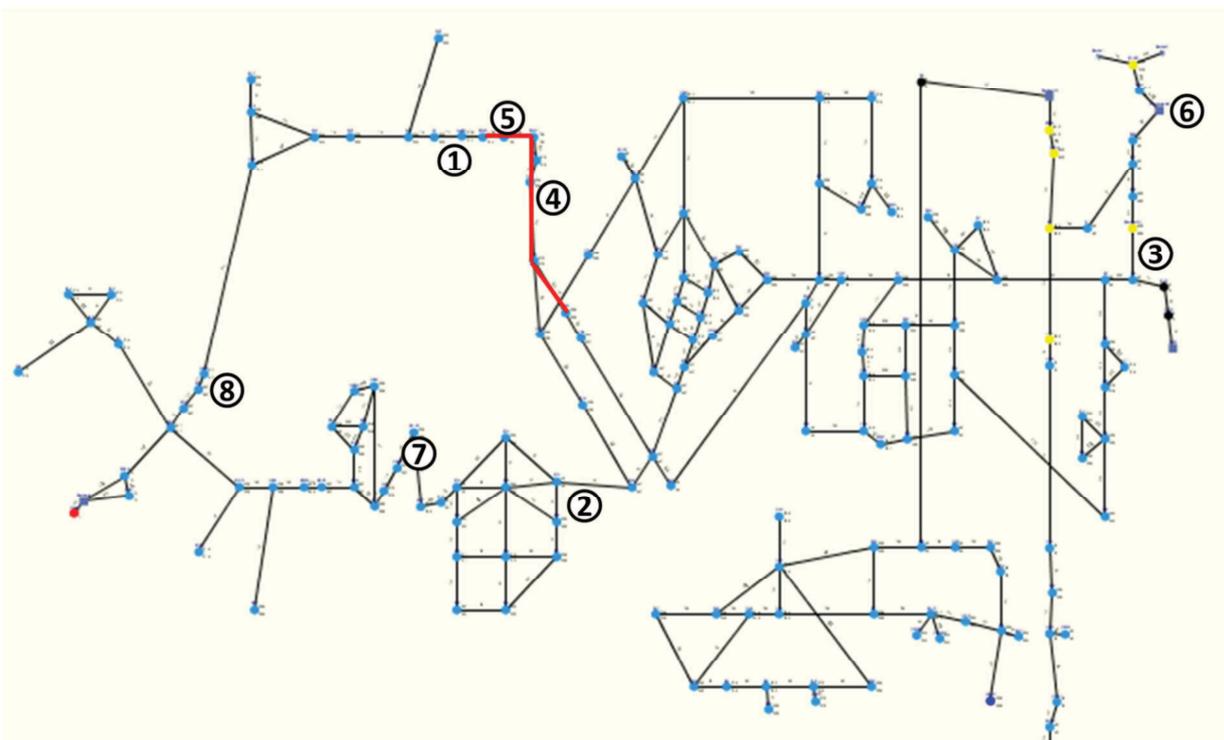
Annexe 8: Point de fonctionnement des pompes de reprises



Annexe 9 : Résultats du calage en situation actuelle de demande moyenne / Module ZOMAYET

Paramètre	Mesure	Résultat Porteau	Ecart (%)
Débit sortie station de Voellerdingen vers le réservoir de Hochwald	Q : 40 litre/ seconde 130 m3/h	Q : 35 litre/ seconde 126 m3/heure	- 3%
	HMT : 130 mce	HMT : 133 mce	-2 %
Temps de fonctionnement des pompes de reprises	Max : 10 heures/ jour Min : 6 heures/ jour	6 heures	0%
Débit sortant réservoir de Hochwald vers château d'eau (compteur N°4)	Q : 66.6 litre/seconde Soit 240 m3/h	Q: 55.92 litre/seconde soit 201 m3/h	17%
Débit entrant réservoir de Sarre Union BP (m3/j)	Q : 9.72 litre/s Soit 35 m3/h	Q : 9.72 litre/seconde Soit 35 m3/h	0%
Débit entrant réservoir de Schopperten	Q : 3.47 litre/seconde Soit 12.5 m3/h	Q : 3.12 litre/seconde Soit 11.23 m3/h	10%
Pression en amont du réservoir de Schopperten à 19 heures	2 bars	2 bars	0%
Pression R.P Réa à 19 heures	1.8 bars	1.8 bars	0%
Pression au niveau de regard de Sécathen à 19 heures	3.5 bars (consigne aval)	3.5 bars	0%
Pression au niveau de regard de Sécathen à 19 heures	4.7 bars (consigne amont)	4.9 bars	4%

Annexe 10: Schéma du réseau d'eau potable du syndicat mixte de production d'eau potable de la région de Sarre-Union indiquant les différents aménagements prévus pour répondre aux problématiques



- 1 : Stabilisateur aval réglé à 40 mCE
- 2 : Stabilisateur aval réglé à 40 mCE
- 3 : Stabilisateur aval réglé à 20 mCE
- 4 : Remplacement de canalisations 80mm par des canalisations 125mm

- 5 : Installation d'une conduite de by-pass au réservoir de Schopperten
- 6 : Agrandissement du réservoir de Hochwald
- 7 : Suppression du stabilisateur amont-aval
- 8 : Suppression de la vanne motorisée

Annexe 11 : ordre de grandeur des coûts de réhabilitation d'un château d'eau

Commune	Maître d'ouvrage	hauteur réservoir	volume réservoir	Date construction	Coût HT des travaux	date
Kervoilan		24 m	600	1960	250 000 €	2012
Saint-Gaudens	SIE Barousse Comminges	25 m	150	1950	100 000 €	2012
Saint-Segal		27 m	200	1960	66 000 €	2012
Mèze	ville de Mèze	20 m	2000	1970	265 000 €	2003
	Communauté de communes du Sud Territoire				155 660 €	2008
Mormant			1500	1973	300 000 €	
Plouvoorn					157 171 €	2009
Saint Vincent de Paul	SYDEC		750	1972	219 374 €	2011
Coût moyen HT brut (sans distinction de hauteur, volume, intégration ou non des frais de MOE)					189 151 €	
Minima (cuve de 200 m3)					66 000 €	
Maxima (cuve de 1500 m3)					300 000 €	
Moyenne (hors extrema)					191 201 €	

bibliographie

- http://www.ouest-france.fr/actu/actuLocale_-Le-chateau-d-eau-de-Kervoilan-va-etre-renove_-22168-avd-20120505-62776843_actuLocale.Htm
<http://www.ladepeche.fr/article/2012/09/20/1444026-saint-gaudens-rehabilitation-du-chateau-d-eau-aux-serres-de-nerous.html>
<http://www.letelegramme.com/local/finistere-sud/chateaulin-carhaix/chlinregion/stsegal/chateau-d-eau-fin-des-travaux-de-rehabilitation-08-03-2012-1626041.php>
<http://www.revue-travaux.fr/media/deliacms/media//10/1027-c04f9d.pdf>
<http://www.cc-sud-territoire.fr/vie-locale/detail-des-installations.htm>
<http://www.ville-mormant.fr/Download/conseil%20municipal/2012/CONSEIL%20MUNICIPAL%20DU%2028%20JUN%202012.pdf>
<http://www.letelegramme.com/local/finistere-nord/morlaix/plouzevede/plouvoorn/conseil-municipal-renovation-du-chateau-d-eau-15-09-2009-551783.php>
<http://www.sydec40.fr/Qui-sommes-nous/Actualites/Toutes-les-actualites/Le-chateau-d-eau-de-Saint-Vincent-de-Paul-fait-peau-neuve>

Annexe 12 : chiffrage des travaux Aménagements préconisés	Justification des aménagements	Coût unitaire	Coût total
suppression du stabilisateur aval SECATHEN	Ce stabilisateur a une incidence négative sur l'alimentation en eau du réservoir d'Harskirchen et des 400m3 du SIE de la Rose	1500	1 500 €
suppression du stabilisateur amont SECATHEN	Ce stabilisateur a une incidence négative sur l'alimentation en eau du réservoir d'Harskirchen et des 400m3 du SIE de la Rose	1500	1 500 €
suppression du stabilisateur amont Schopperten	Compte-tenu de l'arrêt de la transformation du réservoir de Schopperten en réserve incendie, ce stabilisateur n'est plus très utile	1500	1 500 €
Transformation du réservoir de Schopperten en réserve incendie	Le faible volume utile du réservoir 20m3, associé aux difficultés de pression à l'amont du réservoir et aux difficultés de débits en aval, voir même à l'impossibilité de satisfaire le besoin de pointe journalier en intégrant le SIE de la Rose, justifie l'arrêt de son utilisation	8000	8 000 €
Installation d'un robinet flotteur au réservoir d'Harskirchen	Obligatoire, compte-tenu de l'ouverture permanente de la vanne manuelle et de l'ancienne vanne motorisée	1500	1 500 €
Installation d'un stabilisateur aval entre le nœud SC1 et L1 (en aval hydraulique de l'ancien réservoir de Schopperten)	Destinée à éviter des surpressions en aval de Schopperten	5000+3000	8 000 €
Installation d'un stabilisateur aval entre le nœud ResHauSU et S2 (à l'emplacement de l'ancien château d'eau)	Destinée à éviter des surpressions en aval de l'ancien château d'eau (consigne de pression fixée pour compenser la hausse de pression du à la suppression du réservoir surélevé)	5000+3000	8 000 €
Installation d'un stabilisateur aval entre le nœud S73 et S48	Destinée à éviter des surpressions en aval de l'organe	5000+3000	8 000 €
Suppression du château d'eau de Sarre-Union	Choix financier et technique qui sera détaillé plus précisément dans le contenu du rapport	80000	80 000 €
Doublement du réservoir du Hochwald	Destiné à compenser la perte du volume utile du château d'eau et à assurer des coefficients corrects	600 €/m3	192 000 €
Remplacement en fonte 125 de 805 mètres de conduite en 80	Nécessaire pour pallier à des problèmes de sous-pressions en amont de Schopperten (chute de pression à certains moments de la journée)	150 €/ml	120 750 €
Remplacement en fonte 125 de 415 mètres de conduite en 80	A faire uniquement en cas de conservation du château d'eau	150 €/ml	62 250 €
Arrêt d'utilisation de la vanne motorisée existante	les consignes de fermetures gêne l'alimentation en eau du SIE de la Rose, donc, la vanne doit être maintenue en position ouverte	0	0 €

Annexe 13 : chiffrage des 4 hypothèses de financement

Nature des travaux	Prix unitaire	Coût	hypothèses			
			1	2	3	4
suppression du stabilisateur aval SECATHEN	1500	1 500 €	1 500 €			
suppression du stabilisateur amont SECATHEN	1500	1 500 €	1 500 €			
suppression du stabilisateur amont Schopperten	1500	1 500 €	1 500 €			
by-pass du réservoir de Schopperten en réserve incendie (hors coût d'aménagement en réserve incendie)	8000	8 000 €	8 000 €			
Installation d'un robinet flotteur au réservoir d'Harskirchen	1500	1 500 €	1 500 €			
Installation d'un stabilisateur aval entre le nœud SC1 et L1 (en amont hydraulique de l'ancien réservoir de Schopperten)	5000+3000	8 000 €	8 000 €			
Installation d'un stabilisateur aval entre le nœud ResHauSU et S2 (à l'emplacement de l'ancien château d'eau)	5000+3000	8 000 €	8 000 €			
Installation d'un stabilisateur aval entre le nœud S73 et S48	5000+3000	8 000 €	8 000 €			
Suppression du château d'eau de Sarre-Union	80000	80 000 €		80 000 €		
Doublement du réservoir du Hochwald (320m3)	600 €/m3	192 000 €			192 000 €	
Remplacement en fonte 125 de 805 mètres de conduite en 80	150 €/ml	120 750 €				120 750 €
TOTAL (hors changement 415m de 80)		430 750 €	38 000 €	80 000 €	192 000 €	120 750 €
Frais d'études (10%)		43 075 €	3 800 €	8 000 €	19 200 €	12 075 €
divers (5%)		21 538 €	1 900 €	4 000 €	9 600 €	6 038 €
TOTAL		495 363 €	43 700 €	92 000 €	220 800 €	138 863 €

Annexe 14 : répercussion en €/m3 des différentes hypothèses

	coût des travaux	annuité	assiette	€/m3
Hypothèse 1 : aménagements nécessaires pour permettre la satisfaction du BPI actuel (hors projet du SIE de la Rose)				
Hypothèse 1.1 : le coût des aménagements nécessaires sont uniquement répartis sur les abonnés de la ville de Sarre-Union (car la ville ne revend pas d'eau potable au SIVOM, qui est facturé par le Synd. prod)	43 700 €	1 683 €	180 452 m3	0,01 €/m3
Hypothèse 1.2 : le coût des aménagements nécessaires sont uniquement répartis sur les abonnés du SIVOM (car les difficultés hydrauliques sont sur le secteur du SIVOM; mais théoriquement pas de refacutration possible)	43 700 €	1 683 €	58 850 m3	0,03 €/m3
Hypothèse 2 : répartition des coûts de démolition du château d'eau				
Hypothèse 2.1 : le coût de démolition du château d'eau est supporté par les seuls abonnés de la Ville de Sarre-Union	92 000 €	3 545 €	180 452 m3	0,02 €/m3
Hypothèse 3 : répartition des coûts de construction du nouveau réservoir				
Hypothèse 3.1 : le coût de construction du réservoir est supporté par tous les abonnés du syndicat de production (compte-tenu qu'il va devenir un réservoir de tête avec une importance intercommunale)	220 800 €	8 508 €	499 872 m3	0,02 €/m3
Hypothèse 3.2 : le coût de construction du réservoir est refacturé par le Syndicat de production aux seuls abonnés de la Ville de Sarre-Union (compte-tenu qu'il vient en remplacement du château d'eau)	220 800 €	8 508 €	180 452 m3	0,05 €/m3
Hypothèse 4 : répartition des coûts des aménagements nécessaires à l'alimentation du SIE de la Rose				
Hypothèse 4.1 : le coût des aménagements à réaliser sur le réseau de la ville de Sarre-Union pour permettre l'alimentation du SIE de la Rose est supporté par les seuls abonnés de la Ville de Sarre-Union	138 863 €	5 351 €	180 452 m3	0,03 €/m3
Hypothèse 4.2 : le coût des aménagements à réaliser sur le réseau de la ville de Sarre-Union pour permettre l'alimentation du SIE de la Rose est refacturé uniquement au SIE de la Rose	138 863 €	5 351 €	146 000 m3	0,04 €/m3
Hypothèse 4.3 : le coût de la totalité des aménagements est supporté par la totalité des abonnés de l'ensemble des collectivités (en cas de fusion des différents EPCI en une seule et même structure)	495 363 €	19 089 €	499 872 m3	0,04 €/m3

durée emprunt	15 ans
Taux d'emprunt	5,00%
Coût des travaux	495 363 €
Taux de subvention	60,00%
Subvention	297 218 €
Coût restant EPCI	198 145 €

Annexe 15 : annuités des aménagements

Durée	Principal	Intérêts	Annuitée	Syndicat de production		Tous les abonnés	
				m3 vendus	€/m3	m3 vendus	€/m3
1 ans	9 181,81 €	9 907,26 €	19 089,07 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
2 ans	9 640,90 €	9 448,13 €	19 089,03 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
3 ans	10 122,94 €	8 966,05 €	19 089,00 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
4 ans	10 629,09 €	8 459,87 €	19 088,96 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
5 ans	11 160,54 €	7 928,37 €	19 088,92 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
6 ans	11 718,57 €	7 370,30 €	19 088,87 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
7 ans	12 304,50 €	6 784,33 €	19 088,83 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
8 ans	12 919,72 €	6 169,06 €	19 088,78 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
9 ans	13 565,71 €	5 523,02 €	19 088,73 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
10 ans	14 244,00 €	4 844,69 €	19 088,68 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
11 ans	14 956,20 €	4 132,43 €	19 088,63 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
12 ans	15 704,01 €	3 384,57 €	19 088,57 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
13 ans	16 489,21 €	2 599,31 €	19 088,51 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
14 ans	17 313,67 €	1 774,79 €	19 088,45 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
15 ans	18 179,35 €	909,04 €	19 088,39 €	353 872 m3/an	0,05 €/m3	499 872 m3/an	0,04 €/m3
TOTAL	198 130,20 €	88 201,23 €					

Afin de détailler la méthode, nous avons mis en annexe, une copie d'un tableau Excel de calcul d'emprunt. 4 autres tableaux ont été utilisés pour permettre de calculer la répercussion sur le prix au m3 pour les abonnés. Néanmoins, compte-tenu de la quasi identité des tableaux (seules les valeurs changent), nous en n'avons mis qu'un seul en annexe.

Commentaire répercussion €/m3 :

Dans le cas les plus défavorables pour chaque Collectivité, la hausse serait :

SIVOM : ~0.09 €/m3

Ville de Sarre-Union : ~0.11 €/m3

Syndicat de prod : ~0.05 €/m3

SIE de la Rose : ~0.04 €/m3