

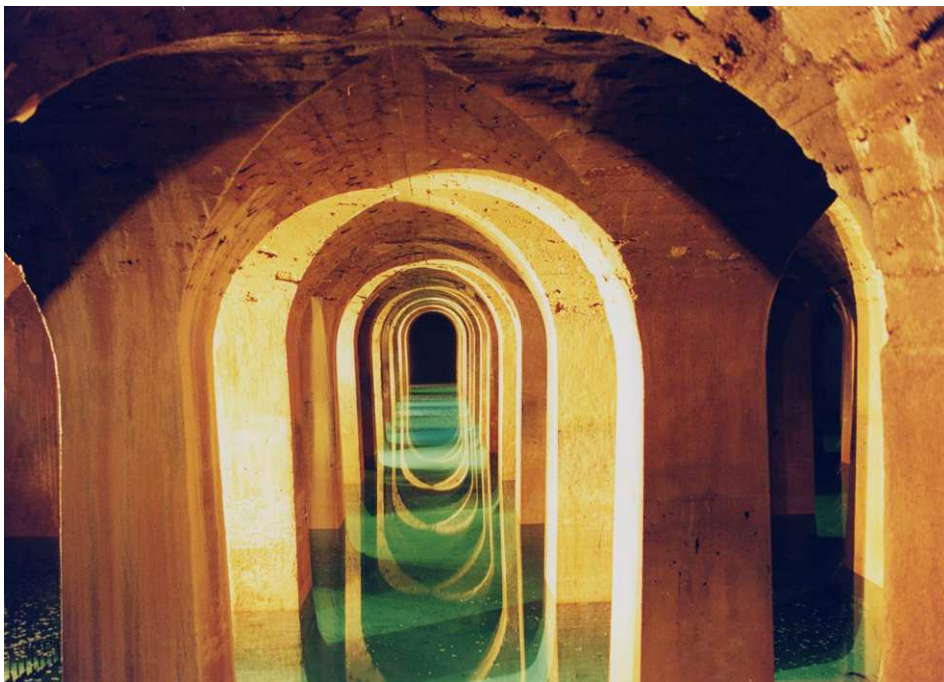


GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG

MINISTERE DE L'INTERIEUR ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Administration de la Gestion de l'Eau

**VALEURS PATRIMONIALE ET DE RENOUVELLEMENT
DES INFRASTRUCTURES D'APPROVISIONNEMENT
EN ADEQUATION AVEC UN APPROVISIONNEMENT
SELON LES REGLES DE L'ART**



MEMOIRE TECHNIQUE

Janvier 2005

Table des matières

1. Préambule.....	3
2. Glossaire.....	4
2.1. Règles de l'art.....	4
2.2. Valeurs patrimoniale et de renouvellement.....	5
3. Inventaire des infrastructures d'approvisionnement.....	6
3.1. Réseaux d'adduction et de distribution.....	6
3.1.1. Linéaire du réseau.....	6
3.1.2. Age du réseau et matériaux présents.....	7
3.1.3. Critères pour le renouvellement des conduites.....	8
3.2. Ouvrages de captage.....	11
3.3. Points de prélèvement.....	12
4. Valeurs patrimoniale et de renouvellement.....	13
4.1. Réseaux d'adduction et de distribution.....	13
4.2. Ouvrages de captage.....	14
4.3. Points de prélèvement.....	15
4.3.1. Coûts de renouvellement.....	15
4.3.2. Coûts de remise en état.....	16
5. Conclusion.....	18
6. Bibliographie.....	20
Graphique 1 : Historique de pose des matériaux composant le réseau de distribution du SES	
Graphique 2 : Historique de pose des matériaux composant le réseau de la DEA	
Graphique 2 ^{bis} : Matériaux composant le réseau actuel de la DEA	
Graphique 3 : Hypothèse de renouvellement du réseau de la DEA	
Graphique 4 : Evolution des soumissions relatives aux conduites d'adduction en fonte ductile	
Graphique 5 : Prix au mètre linéaire des conduites en fonte ductile Comparaison entre la droite ajustée et les valeurs empiriques	
Graphique 6 : Prix au mètre linéaire des conduites en plastique Comparaison entre la droite ajustée et les valeurs empiriques	
Graphique 7 : Prix au mètre linéaire des conduites d'adduction d'eau potable	
Graphique 8 : Prix au mètre linéaire des conduites de distribution d'eau potable	
Graphique 9 : Hypothèse de renouvellement du réseau de la DEA Estimation de l'investissement annuel	
Graphique 10: Prix unitaire moyen des réservoirs enterrés Comparaison entre la courbe ajustée et les valeurs empiriques	
Graphique 11: Prix de construction des réservoirs d'eau potable	

1. Préambule

Le renouvellement des infrastructures d'approvisionnement en eau potable, sujet qui devient fortement d'actualité compte tenu de l'âge et de l'état vétuste des réseaux (certains éléments ont été mis en place il y a un siècle !), va conduire à une hausse significative des sommes affectées par les collectivités locales au renouvellement de leurs infrastructures (et par voie de conséquence à une hausse du prix de l'eau).

Afin de déterminer les coûts à prévoir pour assurer le renouvellement de ces infrastructures, il convient de connaître l'état des réseaux et autres équipements intervenant dans le captage, la production, le stockage et la distribution d'eau potable. Or, il s'avère qu'à part l'évaluation partielle de l'état des ouvrages de captage d'eau souterraine [1], nous ne disposons à l'heure actuelle d'aucun inventaire des éléments d'infrastructure, notamment de leur état actuel, de la vitesse à laquelle ils se détériorent et de leur criticité.

En effet, les données qui servent de base à l'estimation des besoins d'investissement nécessaires à la **remise en état** (all. : Instand**setzung**) des infrastructures ne seront disponibles qu'après l'établissement des dossiers techniques prévus par le règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Ces dossiers comprennent une description détaillée des infrastructures ainsi que les mesures préventives à mettre en œuvre pour la remise en état de celles-ci. Si, en premier lieu, ces dossiers mettent en place un outil technique pour la gestion de la qualité sur un réseau, ils comportent également un important volet de prise de conscience à l'intention des fournisseurs. La réalité montre que les infrastructures d'approvisionnement sont trop souvent méconnues des collectivités ; de nombreuses communes ne possèdent aucun plan de leurs infrastructures digne de ce nom.

En l'absence d'un inventaire précis, nous nous limitons donc dans une première approche au chiffrage des grandes masses financières nécessaires à la **maintenance en bon état** des infrastructures (all. : Instand**haltung**), quel que soit le véritable état de ces équipements (= **valeur de renouvellement**). Ces données, même s'il ne s'agit que d'**ordres de grandeur**, révèlent généralement des surprises, avec des valeurs insoupçonnées la plupart des temps.

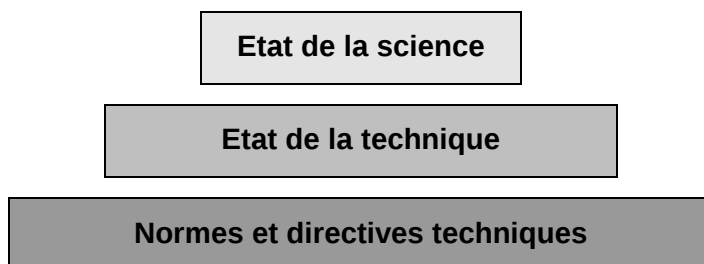
2. Glossaire

Pour commencer, nous allons brièvement préciser la signification de trois termes spécifiques qui guideront la présente quantification des masses financières :

2.1. Règles de l'art

Le règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine introduit la notion de **règles de l'art** (all. : Stand der Technik). Cette notion fut reprise de la législation des pays germanophones et particulièrement de celle de l'Allemagne.

Il convient de signaler que la législation allemande donne une définition précise de la notion de règles de l'art (ou **état de la technique**) et de son classement par rapport à l'**état de la science** (all. : Stand der Wissenschaft) et aux **normes et directives techniques** (all. : anerkannte Regeln der Technik), illustrée par la hiérarchie technologique suivante :



Ainsi les règles de l'art reflètent les meilleures techniques disponibles au moment de la réalisation d'un acte, mais ne tiennent pas forcément compte de leur rapport qualité-prix. Elles tirent leur origine des résultats conjugués de la science, de la technologie et de l'expérience (donc de l'état de la science). Les règles de l'art ne sont pas codifiées par des normes ou des directives techniques et sont donc, au sens légal, d'application **volontaire** !

En revanche, les normes et directives telles que les DIN et les fiches du DVGW, prescrivent les moyens minima à mettre en œuvre (**obligation de moyens**) pour arriver à satisfaire une **obligation de résultat**, à savoir le respect des exigences essentielles de la réglementation, et dont la fiabilité a été mise à l'épreuve. Ces spécifications expriment le **comportement technico-économique approprié**, accessible à l'ensemble du corps professionnel dont relèvent leurs applications. Elles évoluent en fonction de l'état de la

technique, ce qui implique que les infrastructures d'approvisionnement doivent être adaptées, dans la mesure du possible (→ faisabilité et investissement), aux exigences minima des spécifications techniques en vigueur (obligation convenablement décrite par le terme allemand **Instandhaltung**).

2.2. Valeurs patrimoniale et de renouvellement

La **valeur patrimoniale** d'une infrastructure d'approvisionnement correspond à son **coût de remplacement** (all. : **Wiederbeschaffungskosten**) à un moment précis par une autre qui servira au même usage, **sans déduction de la dépréciation pour vétusté et obsolescence**. Bien au contraire, le coût de remplacement **neuf** doit tenir compte de l'évolution technique et des exigences minima stipulées par la réglementation en vigueur.

D'autre part, la **valeur de renouvellement** (all. : **Instandhaltungskosten**) d'une infrastructure correspond au **coût annuel moyen à long terme de remplacement**, calculé en fonction de la durée utile des éléments. La valeur de renouvellement est ordinairement de un à dix pour cent du coût de remplacement total. Cela suppose qu'on prévoit que les éléments constituant du réseau auront en moyenne une durée utile de 10 (certains équipements électromécaniques) à 100 ans (conduites d'adduction).

Précisons encore que tous les montants chiffrés ci-après s'entendent **hors honoraires et taxes**.

3. Inventaire des infrastructures d'approvisionnement

3.1. Réseaux d'adduction et de distribution

3.1.1. Linéaire du réseau

En l'absence de sources d'informations détaillées permettant d'estimer le linéaire des conduites à l'échelle nationale, l'enquête est limitée à la recherche de données sommaires. Les études menées dans les pays voisins ont mis en évidence une corrélation entre la densité de la population et le linéaire de conduites par habitant.

En France, le ratio de longueur de conduites par habitant fut globalement estimé à 13,8 m/hab [2], avec un ratio inversement proportionnel à la densité de la population. En effet, en zone rurale, la longueur du réseau nécessaire à l'approvisionnement de la population éparsée est proportionnellement supérieure à la longueur du réseau alimentant la population agglomérée.

Pour le Luxembourg entier (communes et syndicats confondus), le linéaire de conduites hors branchements fut approximativement estimé à 3.550 km en 1971 par l'Administration des Ponts et Chaussées [3]. La révision des données de l'époque (relevés syndicaux, augmentation de la population) nous amène à supposer une longueur totale de l'ordre de **4.600 km**. Partant, le ratio de la longueur de conduites par habitant du Luxembourg est de **10,2 m/hab** (10,0 m/hab en 1971). Etant donné que la densité de la population luxembourgeoise est supérieure à celle de la France (172 hab/km² contre 108 hab/km²), cette valeur se situe dans la logique de la relation proportionnelle entre la densité de la population et le ratio de conduites, et peut donc être considérée comme une estimation réaliste. Finalement ramené au km², le linéaire total s'élève à environ **1,8 km/km²** (contre 1,5 km/km² en France).

Le relevé des données physiques (diamètre nominal, matériau, longueur, année de pose) relatives aux grands syndicats d'eau est plutôt complet. Les six syndicats réunissent à eux seuls 1000 km de conduites avec un diamètre nominal moyen pondéré d'environ 280 mm. En ce qui concerne le diamètre moyen des 3.600 km de conduites communales, l'exploitation des relevés disponibles nous amène à admettre une valeur proche de 125 mm. Considéré à l'échelle nationale, le **diamètre moyen pondéré** du réseau d'eau potable s'élève donc à environ **160 mm**.

Syndicat d'eau	Longueur du réseau	Diamètre moyen*
DEA	465 km	180 mm
SEBES	126 km	650 mm
SES	224 km	360 mm
SESE	30 km	180 mm
SIDERE	137 km	185 mm
SR	22 km	175 mm

* uniquement valable pour les **dépendances linéaires** telles que le prix moyen au mètre linéaire et non pour les dépendances exponentielles telles que le volume d'eau contenu dans le réseau

Dans la suite, nous faisons abstraction des quelques **180.000 branchements particuliers** dont nous postulons que la valeur est incluse dans celle du réseau de conduites.

3.1.2. Âge du réseau et matériaux présents

L'âge des tuyaux est ordinairement l'indicateur d'état le plus utile et le plus simple. Il faut toutefois reconnaître que l'âge n'est pas le seul puisqu'il existe bien d'autres facteurs physiques (p.ex. revêtements de protection), environnementaux (p.ex. nature du sol) ou opérationnels (p.ex. pressions) qui peuvent avoir une incidence sur l'état d'une conduite d'eau. Dans tous les cas, il arrive un moment où il faut remplacer le tuyau.

Il s'avère que la détermination de l'année de pose et le matériau des conduites à l'échelle nationale est impossible à faire sur base des données disponibles. A titre d'exemple, nous nous limitons à une analyse-type du réseau de conduites du syndicat de Distribution d'Eau des Ardennes (DEA) qui dispose d'un relevé détaillé (diamètre nominal, matériau, longueur, année de pose) de son réseau entier. Pour comparer, nous produisons également l'historique de pose du réseau de distribution (les données de son réseau d'adduction n'étant pas disponibles) du Syndicat des Eaux du Sud (SES).

L'allure des deux histogrammes permet de distinguer les différents historiques de pose des conduites actuellement en service de ces deux réseaux. A l'égard du syndicat SES [se référer au graphique 1], nous observons deux pics de pose prononcés : d'abord le chantier des années 1930-1933 relatif à l'extension du réseau d'origine, puis, après une phase de renouvellement et de renforcement du réseau dans les années 50 et 60, une nette accélération du rythme de pose durant la période 1970-1983. En outre, nous constatons un choix presque exclusif de l'acier pour les conduites. Ce choix trouve son origine dans la dégradation constatée dès la pose des premières conduites en fonte grise

et en acier dans les sols argileux au Sud du pays. Pour y remédier, le réseau fut placé sous protection cathodique à partir des années 50. Cette protection ne pouvant être appliquée sur le réseau en fonte grise, le SES a dû procéder au remplacement de la fonte dans les régions les plus exposées. De nos jours, les nouvelles technologies de protection de la fonte ductile rendent ce choix exclusif toutefois obsolète.

En ce qui concerne la DEA [se référer au graphique 2], nous observons trois différents âges de pose, à savoir, en premier lieu, les conduites datant de la mise en place du réseau d'origine, puis, après la deuxième guerre mondiale, une phase d'extension du réseau et le renouvellement des tronçons endommagés durant la Bataille des Ardennes, et finalement, à un rythme moins prononcé et plus étalé, le renforcement du réseau à partir de 1970 en raison du fort accroissement de la demande en eau au Nord du pays. Contrairement au choix de l'acier des deux premières phases, le syndicat a misé durant les dernières décennies sur le plastique et le PVC en particulier, ainsi que sur la fonte ductile.

Formuler un historique de pose pour tout le Luxembourg ne fait que peu de sens puisque le rythme de pose était étroitement lié à l'essor démographique et/ou industriel (p.ex. SES/ARBED 1908, SEBES/Du Pont 1971, SIDERE/Guardian 1995), essor fort différent selon les régions du pays et qui donnait, du moins après la mise en place des réseaux d'origine il y a plus d'un siècle, les impulsions déterminantes à l'extension de ces réseaux. De même, l'expérience montre que l'emploi des matériaux relève de particularités régionales (p.ex. SES/ARBED/acier) ou locales (depuis 10 ans, la commune de Kehlen pose exclusivement des tuyaux en PVC, tandis que la ville de Luxembourg penche pour les conduites en fonte ductile), rendant impossible toute détermination à l'échelle nationale.

3.1.3. Critères pour le renouvellement des conduites

Définir une politique de renouvellement ne peut se faire qu'à l'échelle des réseaux eux-mêmes et seulement sur des critères locaux, et particulièrement sur les critères d'**âge** des canalisations. Proposer une hypothèse réaliste n'est pas chose aisée tant les paramètres à prendre en compte et les hypothèses de travail peuvent être discutées.

En résumé, deux approches sont possibles pour analyser le vieillissement des conduites et déclencher le remplacement, à savoir la méthode **curative** et la méthode **préventive**.

La première consiste tout simplement à remplacer les conduites lors de ruptures de tuyaux. En ce qui concerne la deuxième méthode, on fait la distinction entre une approche **opportuniste**, consistant à profiter de travaux sur la zone pour changer les vieilles conduites, et l'approche **systématique**, consistant à remplacer systématiquement certaines catégories de tuyaux ayant atteint leur durée utile. La durée de vie alors prise en compte est soit théorique (voir ci-après), soit conditionnée par des facteurs qualitatifs (dégradation de la qualité de l'eau distribuée) ou fonctionnels, comme p.ex. des coupures d'eau fréquentes (dépassement d'un seuil de ruptures par km par an), des pertes d'eau, une baisse de rendement ou finalement des coûts d'interventions supérieurs à ceux d'un remplacement.

Pour les besoins du présent mémoire et de l'analyse du réseau de syndicat DEA en particulier, et en l'absence de données de l'état des conduites, nous nous limitons aux hypothèses de remplacement **théoriques** énoncées en France dans le cadre d'une enquête sur l'état du patrimoine de conduites d'eau potable [4] et qui se résument par le tableau suivant :

Matériau	Période de pose	Critères de dépose	Durée de vie
acier	avant 1960	matériau fragile	75 ans
acier	après 1960	âge	100 ans
amiante-ciment		mauvais état généralisé	50 ans
fonte grise	avant 1960	matériau fragile	50 ans
fonte grise	après 1960	âge	75 ans
fonte ductile		âge	100 ans
PEHD		âge	100 ans
PVC	avant 1975	matériau fragile, mauvais état généralisé	50 ans
PVC	après 1975	âge	75 ans

Rappelons que ces critères font abstraction de facteurs non liés au matériau influençant la longévité de l'ouvrage, comme p. ex. d'éventuels défauts survenus lors de la pose des tuyaux ou la qualité du lit de pose et de l'enrobage (la détérioration du lit de pose ayant entraîné un affaissement local de la ligne semble être la cause principale de la cassure de la conduite de refoulement du SEBES), et ne tiennent pas compte d'une éventuelle insuffisance de la capacité de transport ni d'une éventuelle incompatibilité de la pression nominale avec la pression de service. En outre, ces critères ne prennent pas en compte la

vitesse de détérioration des accessoires des réseaux de distribution locaux comme p. ex. des robinets-vannes de la ligne principale et des robinets des branchements particuliers.

Compte tenu des nombreux critères pouvant guider le choix des tronçons à remplacer, nous tenons à souligner une fois de plus l'importance de l'inventaire détaillé de l'infrastructure en cause, notamment de son état actuel, de la vitesse à laquelle elle se détériore et sa criticité. **Un tel diagnostic constitue la base élémentaire à l'élaboration de tout plan de renouvellement des conduites.**

L'observation de la courbe obtenue par application des durées utiles théoriques au réseau du syndicat DEA [se référer au graphique 3] montre la présence de pics, traduisant l'arrivée à terme de matériaux posés eux-mêmes par pics. Quelles que soient les durées de vie ou périodes de dépose appliquées, ces pics sont inévitables et sont seulement plus ou moins prononcés en valeur ou décalés dans le temps.

Ainsi, par exemple, le pic observé pour la période 2025-2030 correspond au renouvellement des conduites en acier posées dans les années 50. Il convient cependant de nuancer ces valeurs puisque ce pic peut être sensiblement étalé dans le temps. En effet, après une **étude approfondie de l'état de ce matériau**, la décennie 2035-2045 pourrait être mise à profit pour repousser le renouvellement des tronçons n'ayant pas dégradés au rythme prédit. Finalement, après cet intermède de 10 ans, les conduites posées après 1970 atteignent leur durée de vie et devront à leur tour être progressivement renouvelées.

D'habitude, lorsque le **renouvellement** (ou réhabilitation) d'une conduite a été décidé, on pense d'abord à la déposer pour la **remplacer** par une conduite neuve. Or, ce n'est pas forcément la solution économique. Nous tenons à préciser que par définition, un renouvellement d'un ouvrage est l'opération qui aboutit à disposer d'un ouvrage qui **assure les mêmes fonctions** que celles de l'ouvrage primitif tout en apportant les garanties de longévité d'un ouvrage neuf. Ainsi une **rénovation** de la conduite (p.ex. le chemisage des tuyaux) qui répond à ces critères est de ce fait également une opération de renouvellement.

3.2. Ouvrages de stockage

En ce qui concerne les réservoirs d'eau potable, nous ne disposons à l'heure actuelle d'aucun inventaire, ni même d'un recensement de leur nombre. En se basant sur les différentes sources de données disponibles [e.a. carte ALUSEAU, recensement SEBES], le nombre des réservoirs de distribution principaux peut en gros être estimé à 400, dont **350 réservoirs enterrés** et **50 châteaux d'eau**. En plus, nous dénombrons une **centaine** de réservoirs d'aspiration de stations élévatoires et autres **réservoirs intermédiaires** jouant le rôle de brise-charge. En raison de leur valeur insignifiante ($< 1\%$ de la valeur patrimoniale des infrastructures d'approvisionnement), les stations de pompage sans réservoir tampon ne sont pas prises en compte dans la suite.

A l'instar des directives en matière de stockage d'eau, nous supposons, suivant une approche très simpliste, qu'à l'échelle nationale, les réservoirs principaux disposent pour le moins comme capacité globale la moyenne journalière du nombre de mètres cubes distribués par le réseau public, à savoir 100.000 m^3 , augmentée d'une réserve incendie disponible à tout moment. Partant, les 350 réservoirs enterrés disposeraient en moyenne d'un volume de stockage utile de 250 m^3 , auquel s'ajouterait une réserve incendie moyenne de l'ordre de 100 m^3 .

En raison des dépenses impliquées par la construction d'une réserve sur tour, l'approche technico-économique appropriée veut que la capacité des châteaux d'eau soit dimensionnée en fonction de la moitié de la consommation journalière moyenne et d'une réserve incendie réduite en conséquence, donnant approximativement une réserve moyenne de 200 m^3 par château d'eau.

Finalement, en ce qui concerne les réservoirs intermédiaires, l'expérience montre que ces volumes sont en général assez réduits. En l'absence de données quelconques, nous supposons que ces réservoirs disposent d'une capacité de stockage moyenne de 50 m^3 .

Au risque de nous répéter, nous tenons à rappeler que l'inventaire et le diagnostic de ces réservoirs constituent la base élémentaire de toute hypothèse de renouvellement de ces installations.

Pour les besoins de l'estimation de la valeur de renouvellement, nous reprenons les durées utiles énoncées dans la littérature allemande [5] pour les infrastructures d'approvisionnement :

Elément	Durée de vie
Réservoir d'eau (gros-œuvre et second-œuvre)	50 ans
Réservoir d'eau (tuyauterie)	50 ans
Réservoir d'eau (équipements électromécaniques)	15 ans

L'analyse de la répartition ordinaire des coûts de construction de ces différents éléments nous amène à considérer que la durée de vie moyenne pondérée des ouvrages de stockage est de 45 ans.

3.3. Points de prélèvement

D'après la dernière enquête menée par l'Administration de la Gestion de l'Eau, la ressource en eau des fournisseurs publics est actuellement assurée par **270 sources-captages** et **40 forages-captages**. Pour les besoins de l'estimation des valeurs financières, nous reprenons les durées utiles avancées par le Service Géologique :

Elément	Durée de vie
Source-captage	60 ans
Forage-captage (forage)	40 ans
Forage-captage (équipements électromécaniques)	15 ans

En ce qui concerne la durée utile moyenne d'un forage-captage, l'analyse de la répartition des coûts des deux éléments constituant nous amène à retenir une longévité moyenne de 35 ans.

4. Valeurs patrimoniale et de renouvellement

Les prix unitaires **hors honoraires et taxes** à base de l'estimation de la valeur patrimoniale proviennent d'une part du Service géologique, et d'autre part de l'exploitation d'une quarantaine de devis et décomptes finaux indexés de chantiers de construction de conduites, de réservoirs et de captages d'eau potable menés sous la direction des bureaux d'études Schroeder & Associés et BEST durant la période 1995-2003 (groupe de travail ALU/AHG 011 « Tarification de l'eau » de l'ALUSEAU). Ces projets sont caractérisés, dans leur ensemble, par une conception **conforme aux règles de l'art** du domaine, se traduisant par une forte corrélation statistique. **Nous tenons à rappeler qu'une telle conception va au-delà des exigences minima stipulées par la réglementation technique, ce qui se reflète dans des prix unitaires élevés par rapport à une solution requérant des moyens plus basiques.**

Soulignons encore que ces prix unitaires représentent des valeurs moyennes, par rapport auxquelles on observe de larges variations d'une part selon le degré de difficulté du chantier qui tient aux données locales, et d'autre part selon le volume des commandes dans le secteur du bâtiment et des travaux publics. Ce dernier facteur n'est pas à négliger, comme l'illustre l'évolution, durant la période allant de septembre 2001 à juin 2003, des montants des soumissions relatives aux conduites d'adduction en fonte ductile posées hors agglomération [se référer au graphique 4]. Cette analyse met d'ailleurs en évidence une corrélation entre le nombre de soumissionnaires et le rapport soumission/devis.

4.1. Réseaux d'adduction et de distribution

Le prix moyen au mètre linéaire tout équipement compris (regards, vannes, prises d'eau, branchements) d'une conduite en place ressort comme **linéairement proportionnel** à son diamètre. Cette correspondance est illustrée par les graphiques 5 et 6 comparant les droites ajustées du prix moyen au mètre linéaire des conduites d'adduction en fonte ductile et en plastique (ALUSEAU 04) aux valeurs empiriques exploitées pour la période 1995-2003. Cette linéarité fut également mise en évidence lors des précédentes enquêtes menées en 1983 en matière de coûts de remplacement de conduites d'eau par l'Administration des P&Ch et par l'ALUSEAU (courbes non indexées P&CH 83 et ALUSEAU 83). Rappelons qu'en réalité, les coûts fluctuent en fonction des contraintes locales, notamment de la nature du terrain, des revêtements de protection et des réfections des sols.

Le **prix de remplacement unitaire du réseau national toutes catégories confondues** s'établit aux alentours de **220 €/ml**. En effet, la valeur unitaire moyenne pondérée des réseaux d'adduction syndicaux s'établit dans une fourchette allant de 260 à 270 € par mètre linéaire. En ce qui concerne les réseaux de distribution communaux, nous estimons la fourchette de la valeur unitaire moyenne à partir d'un échantillon de plusieurs communes à 200-220 € par mètre linéaire.

En partant de l'hypothèse d'un linéaire total de 4.600 km, nous aboutissons à une **valeur patrimoniale à l'état neuf en adéquation avec les règles de l'art** de l'ordre de **1.012.000.000 €**, soit environ 30 € par mètre cube d'eau distribué annuellement par le réseau public (à savoir 33.000.000 m³). Notre approche très simpliste consiste à considérer le remplacement des 4.600 km en **50 ans** (moyenne pondérée adduction syndicale et distribution locale confondues, ce qui laisse entendre que 2% réseau doit être renouvelé chaque année), donnant un volume moyen de travaux de l'ordre de **20.000.000 € annuels** pour le seul renouvellement du réseau de conduites d'eau, soit environ 0,60 € par mètre cube d'eau distribué.

Il est important de garder à l'esprit qu'il ne s'agit que d'**ordres de grandeurs** qui ne pourront s'affiner qu'avec la réalisation d'études patrimoniales à l'échelle des communes et que les prix unitaires à base de ce calcul font référence aux technologies coûteuses des règles de l'art.

Pour revenir au réseau du syndicat DEA et à l'hypothèse de son renouvellement illustré par le graphique 9 (hypothèse se basant uniquement sur les prix unitaires de conduites en fonte ductile illustrés par les graphiques 7 et 8), nous observons deux pics d'investissement bien prononcés, à savoir le renouvellement des tuyaux en acier posés dans les années 50 et celui des gros diamètres posés dans le cadre du renforcement du réseau après 1970. En moyenne, le syndicat devra dépenser environ 800.000 € par an au siècle courant pour le renouvellement de son réseau.

4.2. Ouvrages de stockage

Le prix moyen au mètre cube de volume de stockage des réservoirs enterrés et châteaux d'eau ressort comme **exponentiellement proportionnel** au volume total de stockage. Cette correspondance est illustrée par le graphique 10 comparant le modèle ajusté des réservoirs enterrés (ALUSEAU 04) aux valeurs empiriques exploitées pour la période 1995-2003 (95-03). Cette corrélation fut également mise en évidence lors de la

précédente enquête menée en 1983 en matière de coûts de renouvellement de réservoirs d'eau par l'ALUSEAU (courbe non indexée ALUSEAU 83).

Elément	Nombre	Volume moyen m3	Valeur unitaire €/m3	Valeur patrimoniale €
Réservoirs enterrés	350	350	1.800	~ 220.000.000
Châteaux d'eau	50	200	5.600	56.000.000
Réservoirs intermédiaires	100	50	6.800	34.000.000

Les réservoirs totalisent une **valeur à neuf en adéquation avec les règles de l'art** de l'ordre de **310.000.000 €**, soit environ 9 € par mètre cube d'eau distribué annuellement. En considérant le renouvellement de ces ouvrages en 45 ans en moyenne, la **valeur de renouvellement** s'élève à **7.000.000 €** par an, soit environ 0,20 € par mètre cube d'eau distribué.

Ici, nous tenons à rappeler que le coût de renouvellement des ouvrages de stockage ne peut être quantifié d'une façon plus précise qu'à l'aide d'une démarche ascendante qui requiert que l'on procède avant toute autre étape à l'inventaire détaillé des ouvrages et notamment de leur état actuel à l'échelle des communes.

4.3. Points de prélèvement

4.3.1. Coûts de renouvellement

Le document relatif à l'état des ouvrages de captages [1] place le coût moyen de construction, selon les règles de l'art, d'un ouvrage de captage d'eau de source dans une fourchette allant de 150.000 à 200.000 €. C'est la valeur moyenne qui est à la base du chiffrage des montants d'investissements futurs. En ce qui concerne les forages-captages, les projets récents présentent une valeur d'investissement de l'ordre de 250.000 €.

Elément	Nombre	Valeur unitaire €/unité	Valeur patrimoniale €
Sources-captages	270	175.000	~ 47.000.000
Forages-captages	40	250.000	10.000.000

Les ouvrages de prélèvement d'eau potable totalisent une **valeur patrimoniale en adéquation avec les règles de l'art** de l'ordre de **57.000.000 €**, soit approximativement 2 € par mètre cube d'eau distribué annuellement. En appliquant les durées utiles retenues ci-devant, nous aboutissons à une **valeur de renouvellement** de l'ordre de **1.000.000 €** par an :

Elément	Valeur patrimoniale €	Durée utile années	Valeur renouvellement €/an
Sources-captages	47.000.000	60	~ 800.000
Forages-captages	10.000.000	35	~ 300.000

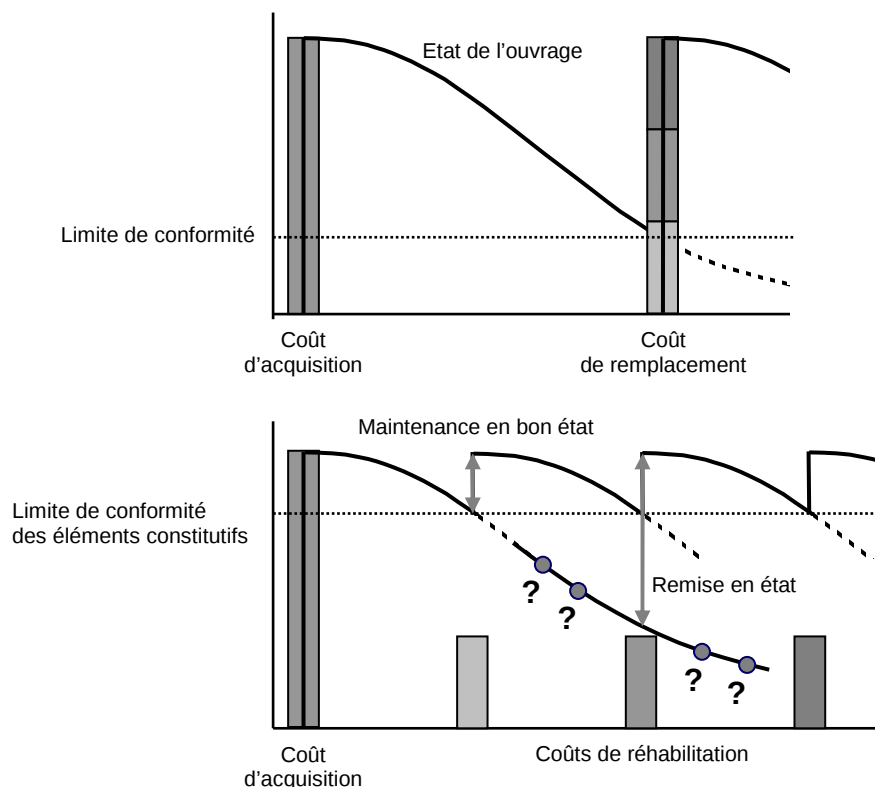
4.3.2. Coûts de remise en état

D'autre part, le diagnostic partiel des captages de sources [1] nous permet d'évaluer à titre d'exemple les investissements nécessaires à la **remise en état** (all. Instandsetzung) des ouvrages de captage selon une approche ascendante. En effet, ce document contient une évaluation sommaire de l'état de ces ouvrages avec estimation de l'envergure des travaux nécessaires à leur mise en conformité. Le dépouillement de ces données montre ainsi qu'un quart des captages se trouvent en bon état, que la moitié devra être partiellement assainie, et finalement qu'un quart doit être remplacé par un nouvel ouvrage. La présente estimation ne tient pas compte du fait que certains sites ne justifient plus un assainissement total en raison du faible déversement ou d'une localisation peu favorable et devront être abandonnés.

Classification	Nombre d'ouvrages	Coût remise en état €	Investissement €
Bon état	65	0	0
Assainissement partiel	140	20.000	~ 3.000.000
Assainissement total	65	175.000	~ 11.000.000
Total			~ 14.000.000

Le montant forfaitaire d'environ 14.000.000 € correspond au **coût de remise en état** (all. **Instandsetzungskosten**) des captages de sources. Pour des raisons de financement, ce coût devra bien entendu être échelonné sur une période plus ou moins longue. Sachant que théoriquement, les fournisseurs devront dépenser 800.000 € par an en moyenne pour le **renouvellement courant** (all. **Instandhaltung**) de leurs infrastructures de captage, le coût de remise en état correspond à environ 20 années d'investissement (manquées ?).

Cette toute dernière remarque mise entre parenthèses est à prendre avec précaution, étant donné que beaucoup d'éléments des infrastructures d'approvisionnement ne se prêtent guère à un renouvellement courant et sont tout simplement remplacés après que leur durée utile est atteinte. Citons comme exemple les tubes et accessoires enterrés et qui sont majoritairement déposés et remplacés par de nouveaux éléments. En revanche, les constructions d'envergure, et les réservoirs d'eau en particulier, mais également les ouvrages de captages, sont soumis au cours de leur cycle de vie à différents travaux de réhabilitation améliorant l'état de leurs éléments constitutifs ayant une durée utile limitée (p.ex. équipements électromécaniques, revêtement des surfaces en contact avec l'eau potable) dans le but de prolonger la durée utile de l'ouvrage dans son ensemble. Rappelons que ces deux approches, illustrées par les diagrammes qui suivent, consistent à disposer d'un ouvrage qui assure les **mêmes fonctions** que celles de l'ouvrage d'origine tout en apportant les garanties de durée utile d'un ouvrage neuf.



5. Conclusion

L'analyse que nous venons de faire, donne une idée du problème que constitue le renouvellement des infrastructures d'approvisionnement au cours des prochaines décennies, et notamment de son impact au niveau des investissements publics et des factures d'eau pour les consommateurs.

En effet, cette première approche aboutit à une **valeur patrimoniale** en adéquation avec les règles de l'art de l'ordre de **1.4 milliards d'euros**, soit environ 42 € par mètre cube distribué, et à une **valeur de renouvellement** en adéquation avec les règles de l'art de l'ordre de **28 millions d'euros par an**, soit environ :

0,85 € par mètre cube d'eau distribuée.

Insistons une fois de plus sur le fait que ces montants sont à placer dans le cadre des remarques formulées tout au long du présent document (→ inventaires **grossiers** des éléments, hypothèses de longévité **théoriques**, estimations **sommaires** des coûts de remplacement, montants hors honoraires et taxes).

Elément	Valeur patrimoniale €	Valeur de renouvellement €/an
Distribution	1.012.000.000 (74% *)	20.000.000
Stockage	310.000.000 (22% *)	7.000.000
Captage	57.000.000 (4% *)	1.000.000
Totaux arrondis	~ 1.400.000.000	~ 28.000.000

* à comparer aux quotes-parts moyennes déterminées en Allemagne [5], installations de traitement exclues (→ SEBES) : distribution 75%. stockage 19%, captage 6%.

Finalement, pour revenir aux besoins d'investissement nécessaires à la **remise en état** des infrastructures et en l'absence d'un inventaire précis de l'état actuel des infrastructures dans leur ensemble, nous postulons, dans le seul but de donner un ordre de grandeur, qu'à l'instar des ouvrages de captage (se référer au chapitre précédent), le coût de remise en état du réseau national correspond à environ 20 années d'investissement (manquées), c'est-à-dire à un montant avoisinant les **500 millions d'euros**.

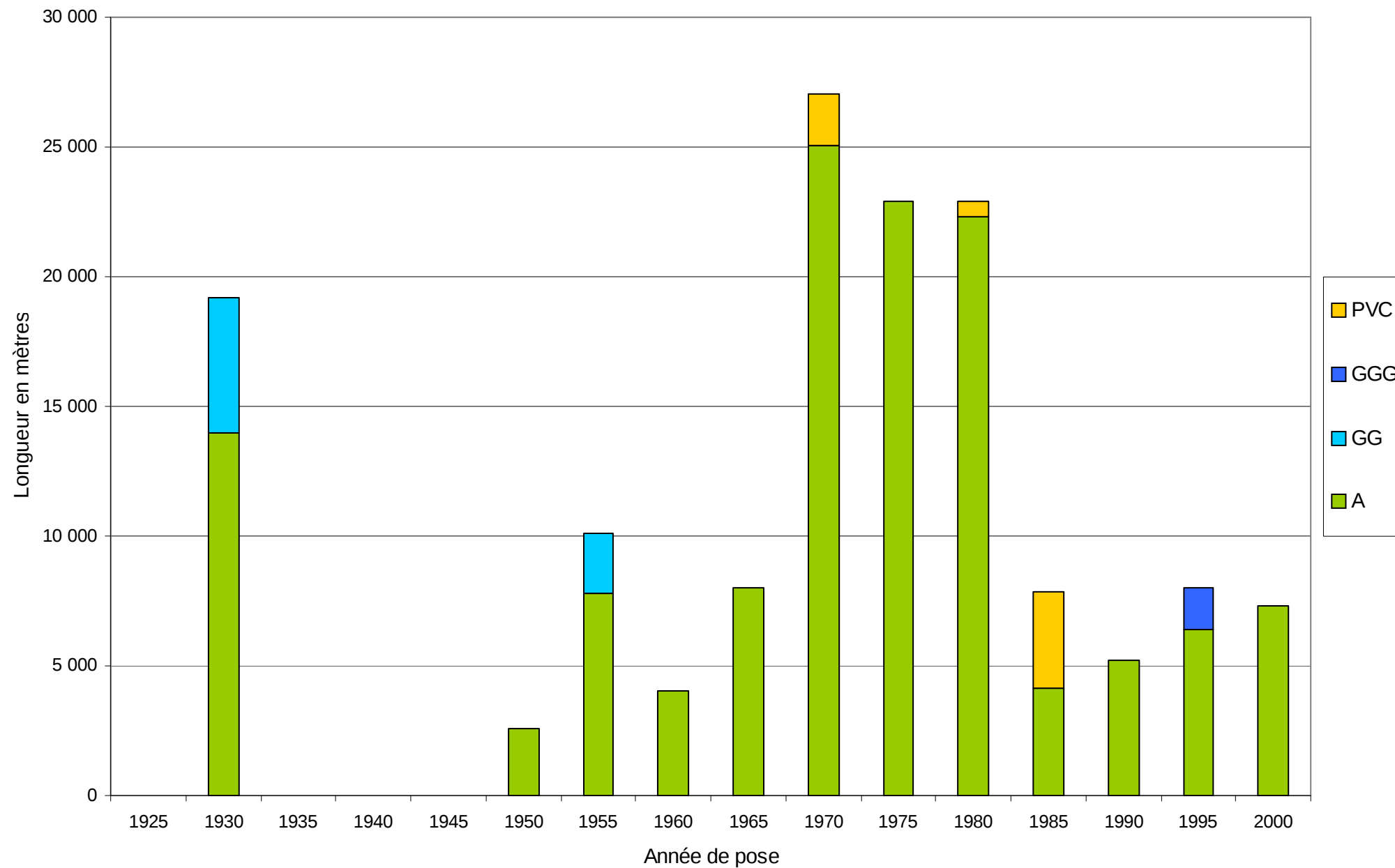
Il est évident que le plan de renouvellement ou de remise en état des infrastructures d'approvisionnement doit inclure un plan financier qui assurera la disponibilité de ces masses financières, ce qui implique pour le moins l'adoption du principe de recouvrement intégral des coûts engendrés par le renouvellement du réseau. Mais surtout, une **prise de conscience** réaliste doit être entreprise.

6. Bibliographie

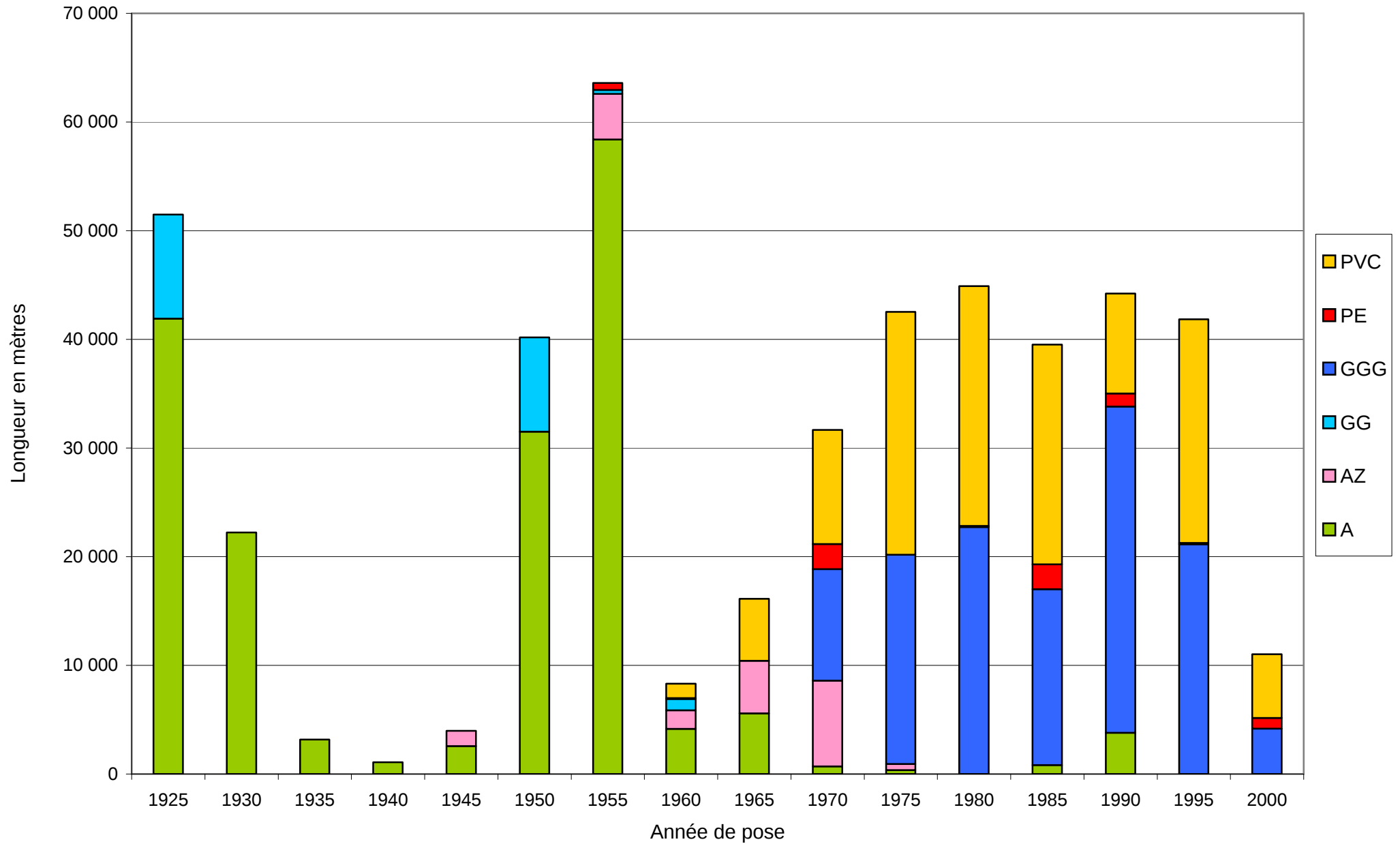
- [1] Etat des ouvrages de captages d'eau souterraine exploités pour l'alimentation en eau potable, Administration de la Gestion de l'Eau, 2003
- [2] Réseaux d'eau et d'assainissement, Crédit Agricole, 2004
- [3] Les réseaux de distribution d'eau potable dans notre pays, F. Kinnen, 1971
- [4] Le renouvellement du patrimoine en conduites d'eau potable en France, J.M. Cador, 2002
- [5] Taschenbuch der Trinkwasserversorgung, Mutschmann, Stimmelmayer, 2002

GRAPHIQUE 1

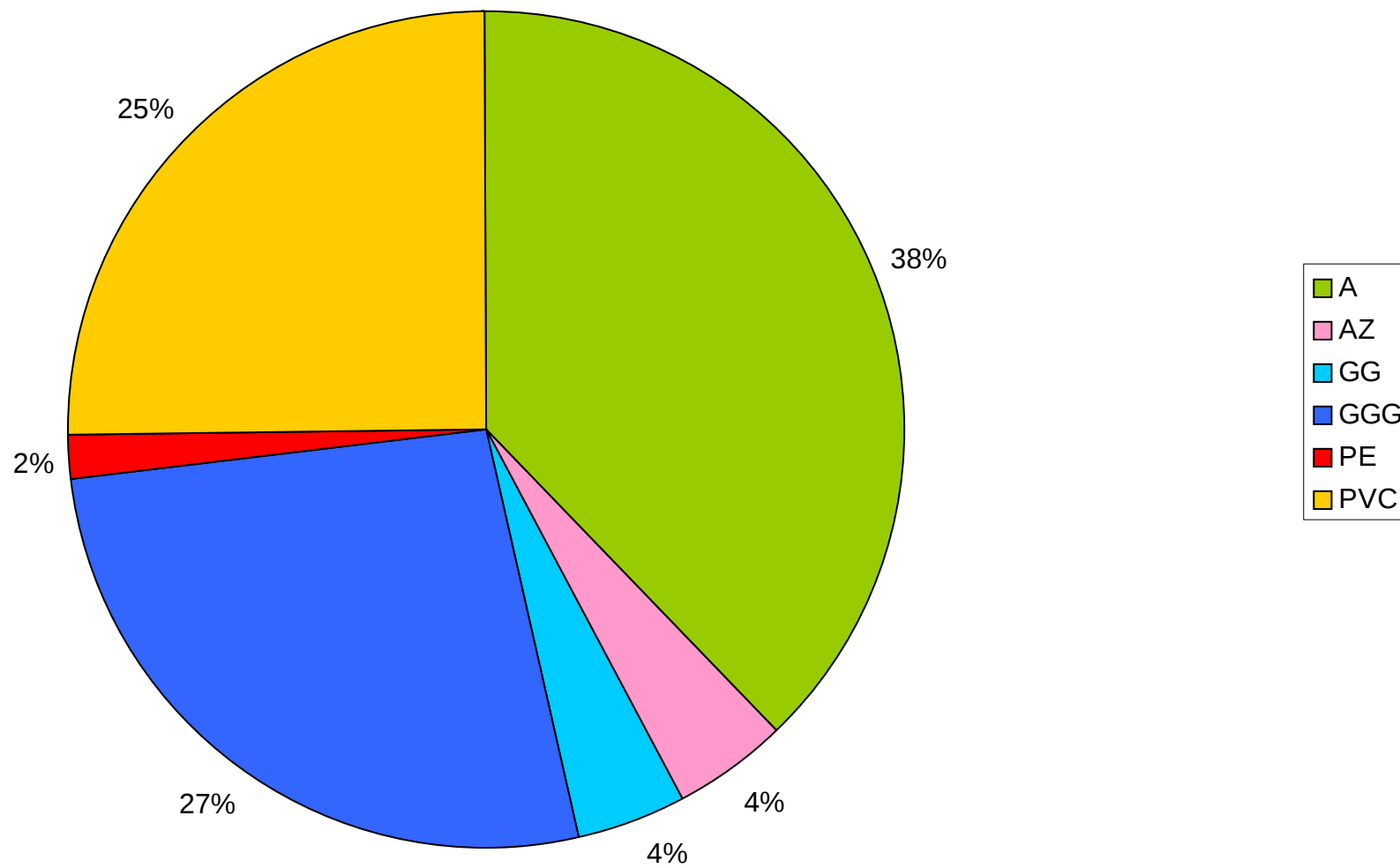
Historique de pose des matériaux composant le réseau de distribution actuel du SES



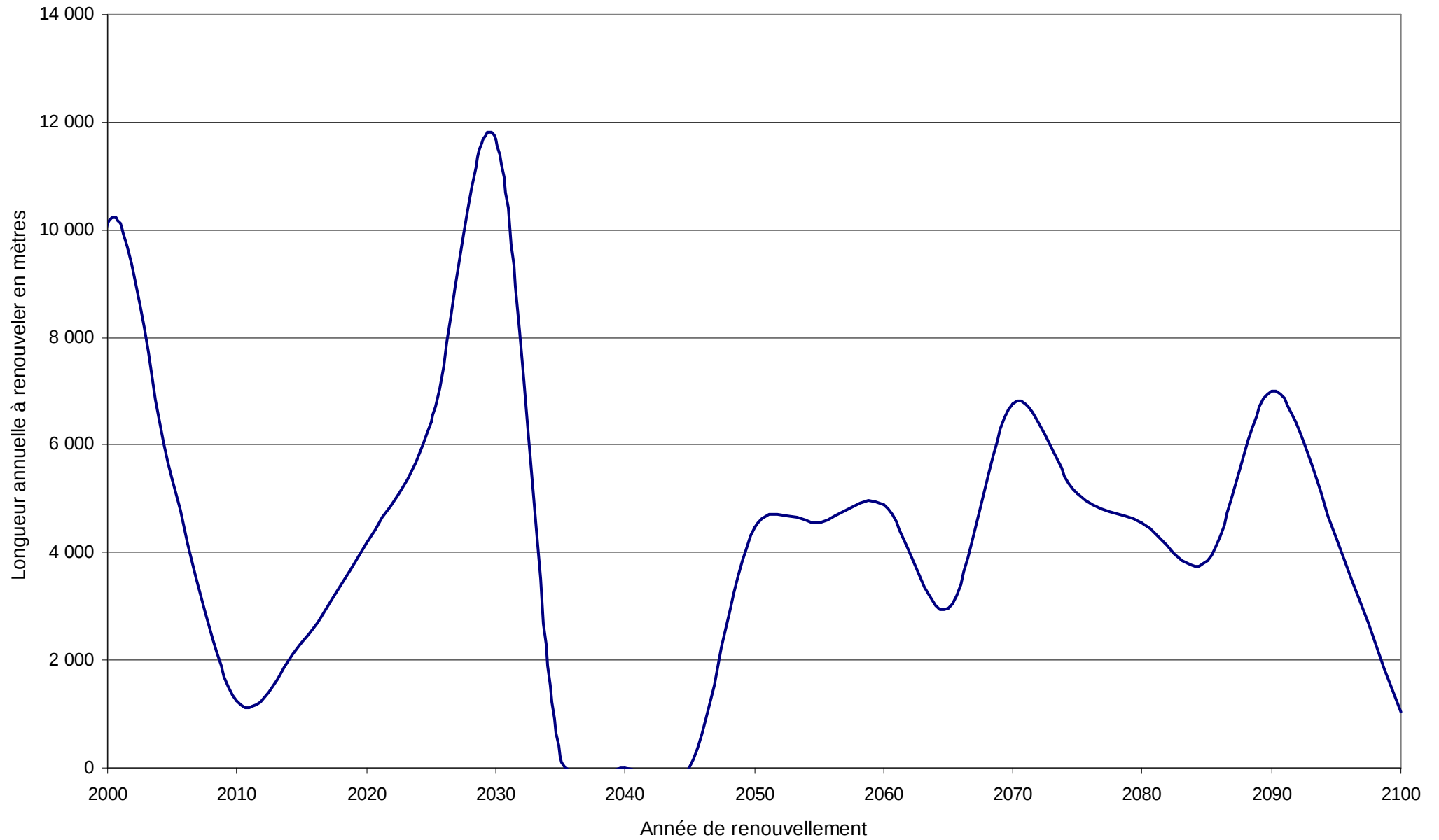
GRAPHIQUE 2
Historique de pose des matériaux composant le réseau actuel de la DEA



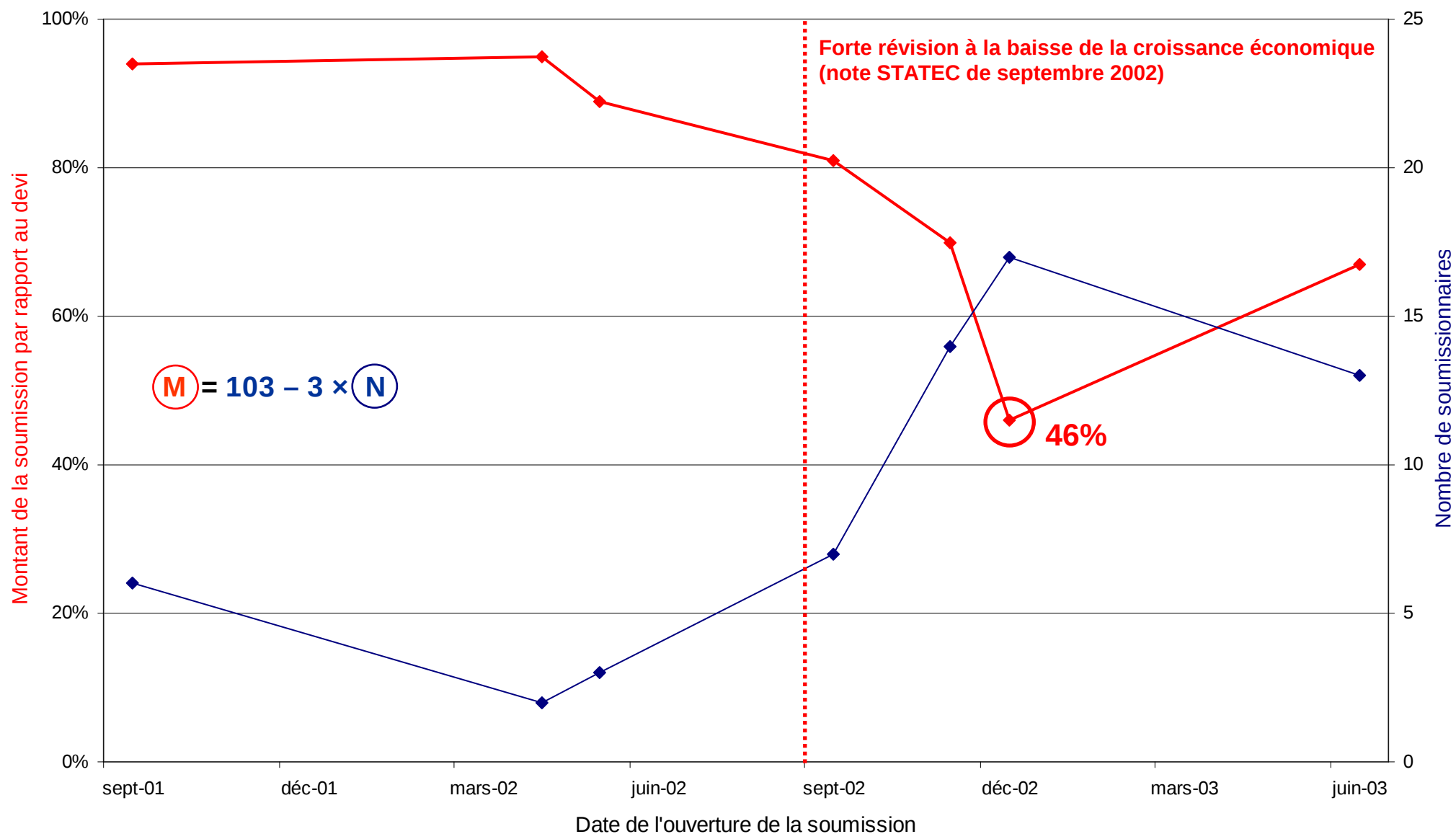
GRAPHIQUE 2bis
Matériaux composant le réseau actuel de la DEA



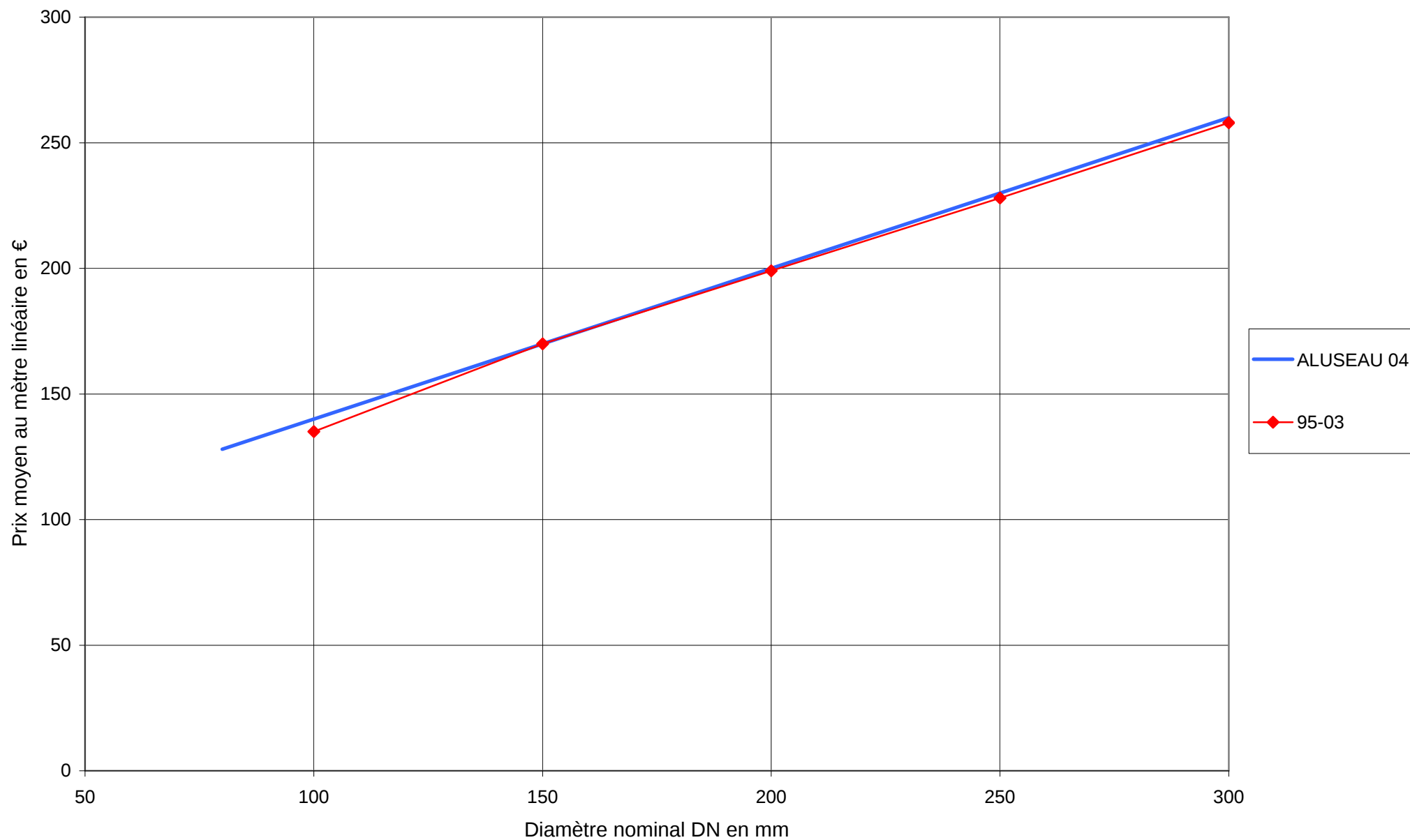
GRAPHIQUE 3
Hypothèse de renouvellement du réseau de la DEA



GRAPHIQUE 4
Evolution des soumissions relatives aux conduites d'adduction
en fonte ductile

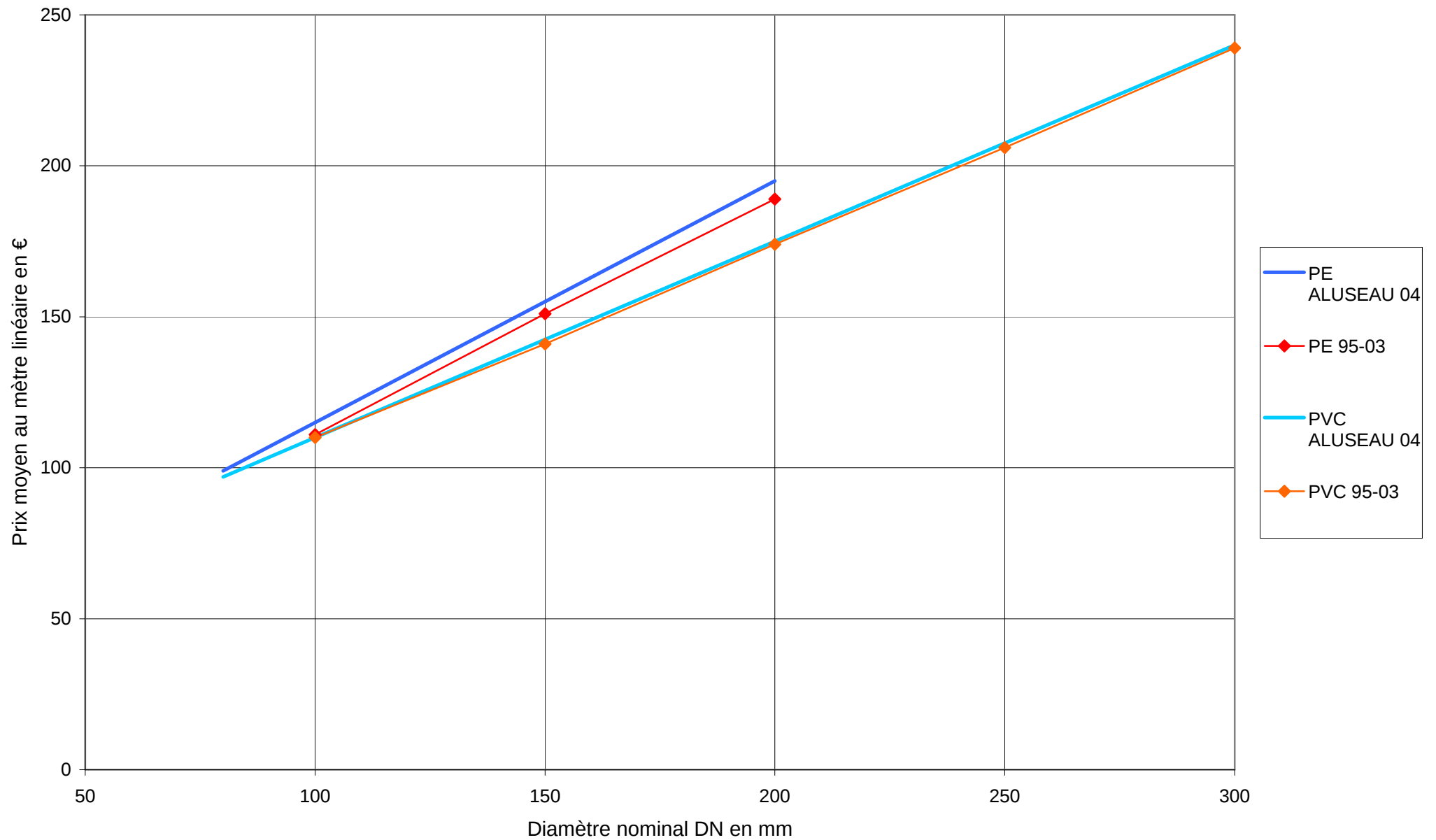


GRAPHIQUE 5
Prix moyen au mètre linéaire des conduites d'adduction en fonte ductile
Comparaison entre la droite ajustée et les valeurs empiriques
(prix de construction hors TVA)



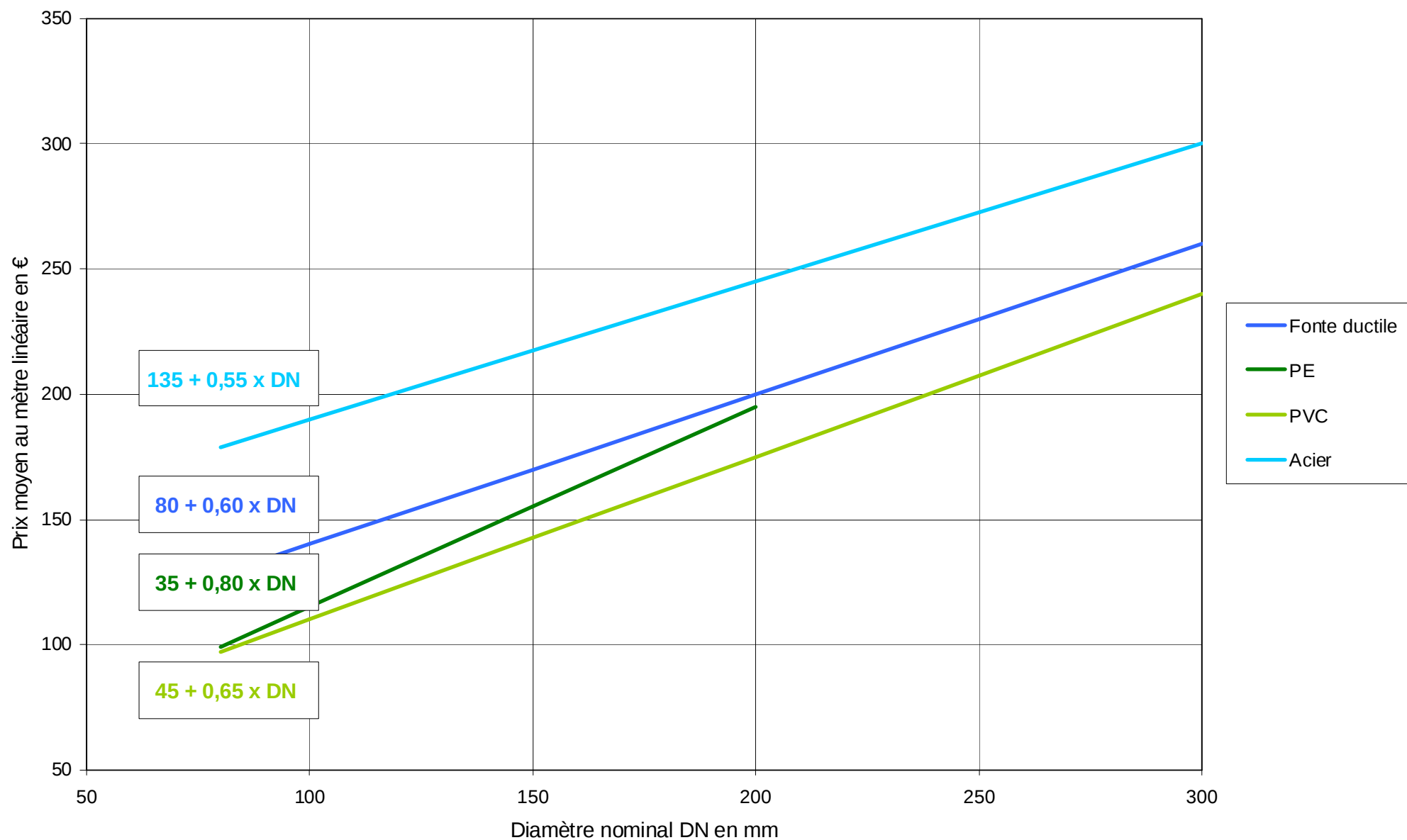
GRAPHIQUE 6

Prix moyen au mètre linéaire des conduites d'adduction en plastique
Comparaison entre la droite ajustée et les valeurs empiriques



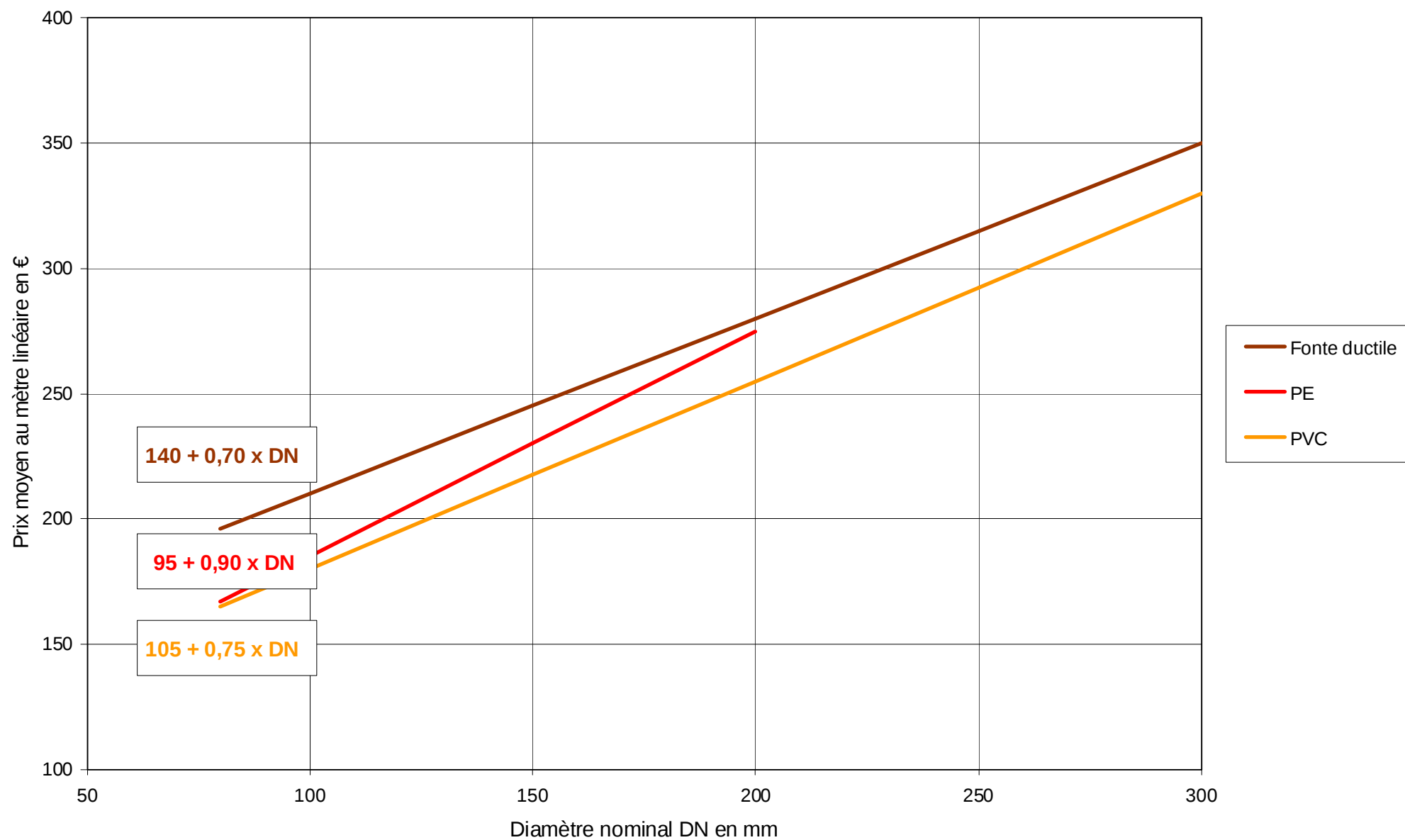
GRAPHIQUE 7

**Prix moyen au mètre linéaire des conduites d'adduction d'eau potable
(prix de construction hors TVA)**

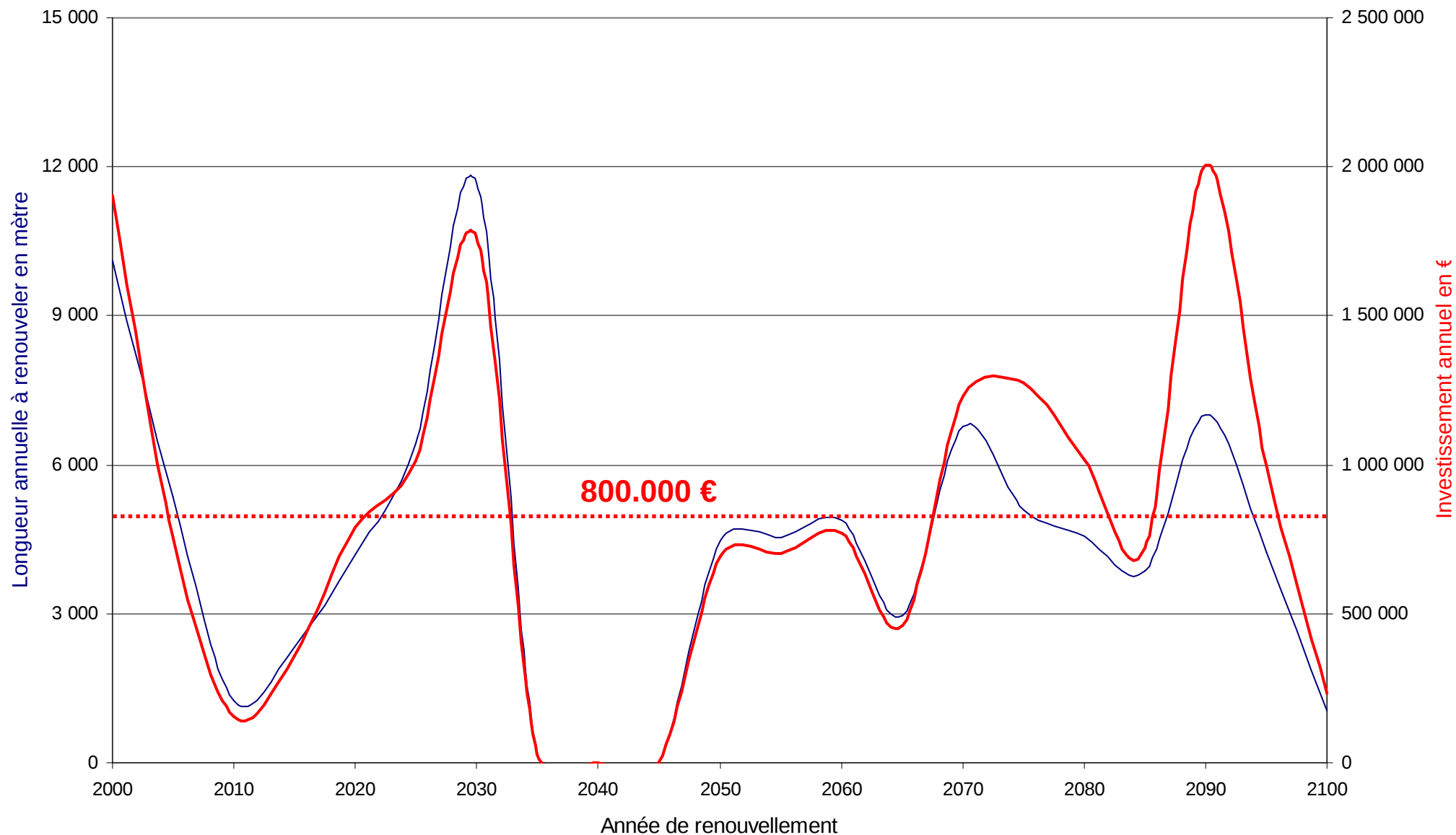


GRAPHIQUE 8

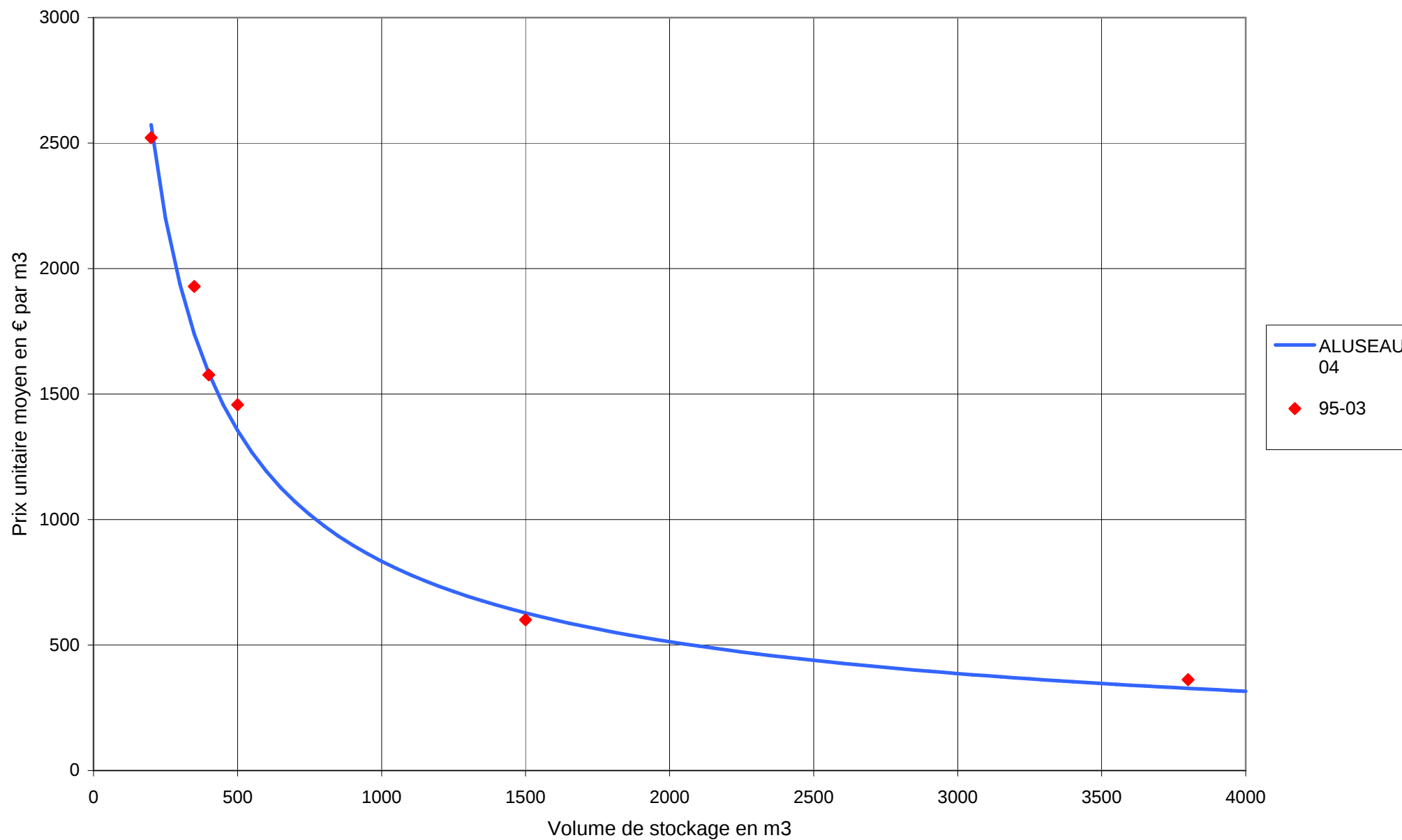
**Prix moyen au mètre linéaire des conduites de distribution d'eau potable
(prix de construction hors TVA)**



GRAPHIQUE 9
Hypothèse de renouvellement du réseau de la DEA
(estimation de l'investissement annuel hors TVA)



GRAPHIQUE 10
Prix unitaire moyen des réservoirs enterrés
Comparaison entre la courbe ajustée et les valeurs empiriques



GRAPHIQUE 11
Prix de construction des réservoirs d'eau potable
 (prix de construction hors TVA)

