

Réseaux d'assainissement : réaliser une évaluation environnementale adaptée à chaque projet

Lionel MONFRONT - Nicolas DECOUSSER

GC' 2015 - Paris - 18 et 19 mars 2015



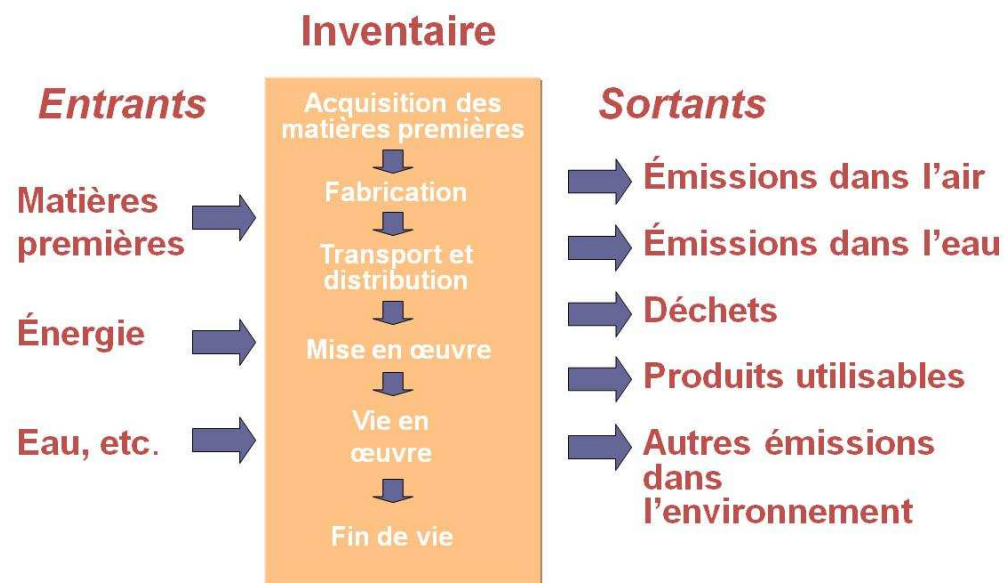
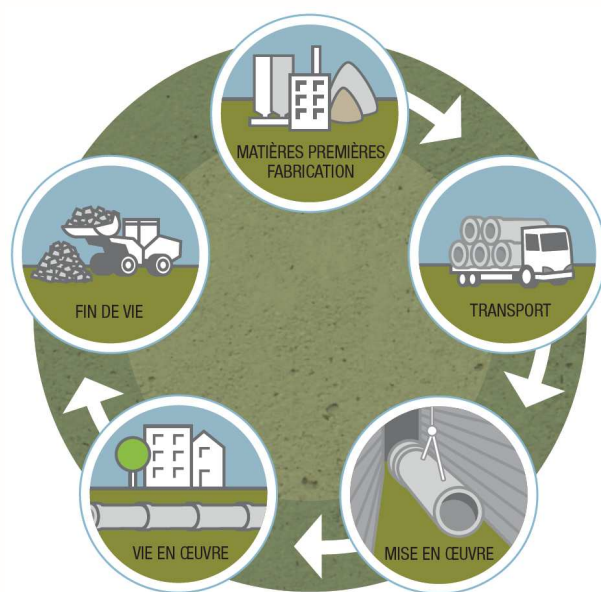
GESTION RESPONSABLE DE L'EAU
SOLUTIONS BÉTON, SOLUTION D'AVENIR

Plan de l'intervention

- **Méthodologie de l'étude « Qualité Environnementale des Réseaux d'assainissement »**
 - Principes de l'Analyse de Cycle de Vie
 - Unité fonctionnelle de l'étude
 - Portée de l'étude et définition des hypothèses
- **Résultats de l'étude « Qualité Environnementale des Réseaux d'assainissement »**
 - Les indicateurs d'impact environnementaux retenus
 - Résultats par étapes du cycle de vie
 - Impacts environnementaux générés par la construction d'un réseau
 - Calculer l'impact environnemental du cycle de vie total
- **L'écologiciel pour les réseaux d'assainissement en béton**

Principes de l'Analyse du Cycle de Vie

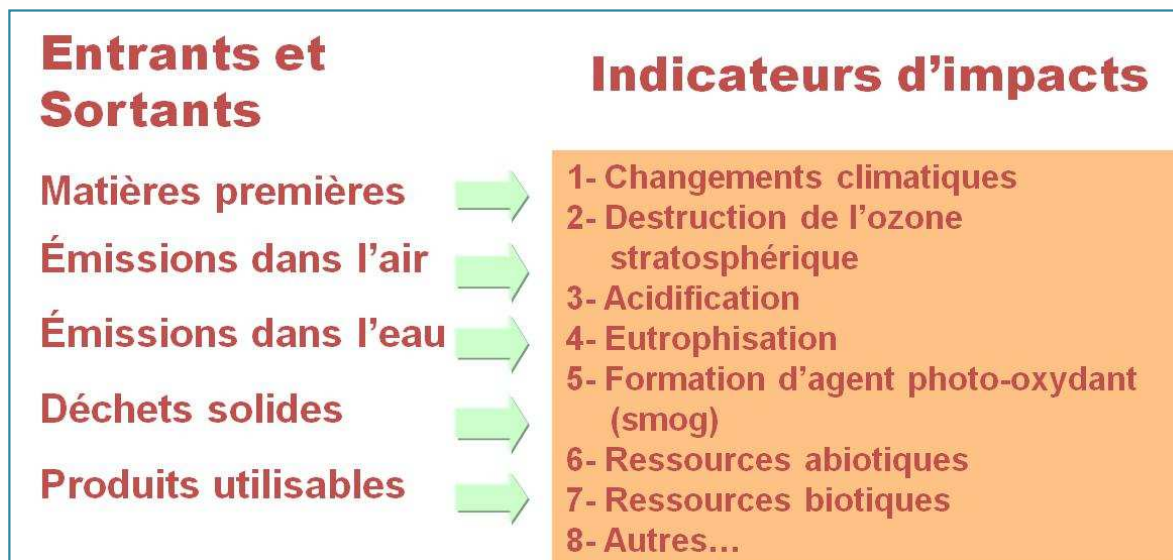
- L'Analyse du Cycle de Vie : une démarche **multi-étapes** sur tout le cycle de vie



Normes de la série ISO 14040

Principes de l'Analyse du Cycle de Vie

- L'Analyse du Cycle de Vie : une démarche **multi-critères**



Les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) : un format défini par la norme NF P 01-010 (2004) (désormais la NF EN 15804)



Unité fonctionnelle de l'étude

« Transporter dans un tuyau de diamètre **DN 400** sur 1 km, gravitairement (ou occasionnellement sous faible pression), **des eaux usées, pluviales ou de surface** dans une canalisation posée en tranchée sous chaussée à une profondeur typique de 1.80 m au fil d'eau, dans un **sol peu agressif en respectant les conditions d'autocurage** nécessaires à un bon fonctionnement hydraulique et **les conditions d'accès pour garantir la sécurité d'exploitation**, dans des conditions de pose classique et en intégrant les branchements à la canalisation ».

- La performance hydraulique d'un réseau est indépendante des matériaux constitutifs
- Les tuyaux de diamètre **DN 400** sont représentatifs des diamètres les plus couramment utilisés en réseau d'assainissement en béton
- Les tuyaux en béton ne sont pas limités au pluvial
- C'est le cas de la majorité des réseaux mais cela peut avoir des conséquences sur différents matériaux
- Prévention des dépôts et de la formation de l' H_2S pour garantir la sécurité d'exploitation
- Accès en toute sécurité et branchements à la canalisation : regard de visite de diamètre intérieur 1000 mm et placé tous les 80 m

Portée de l'étude et définition des hypothèses

- Définition des hypothèses relatives aux différentes étapes du cycle de vie

Types de tuyaux

- Tuyau en béton armé série 135 A
- Tuyau en grès série 160
- Tuyau PEHD annelé de classe SN8/CR8
- Tuyau polypropylène annelé de classe SN8/CR8
- Tuyau PRV série SN 5000
- Tuyau PVC compact de classe SN8/CR8

Les produits considérés dans l'étude sont certifiés **NF** ou, à défaut, sous avis technique. La certification sur la base de la marque de qualité **NF** est une démarche volontaire qui :

- certifie que les performances des produits sont conformes aux normes sur lesquelles s'appuie le référentiel de certification ;
- garantit que les spécifications ont été contrôlées par un organisme tiers et qu'elles sont effectivement respectées de façon continue par le fabricant.



Portée de l'étude et définition des hypothèses

- Définition des hypothèses relatives aux différentes étapes du cycle de vie

Profondeur du réseau	1,80 m au fil d'eau
Type de regards de visite	Regard de visite diamètre intérieur 1 000 mm
Distance entre regards de visite	80 m
Transport	Selon la répartition géographique des sites de production des produits (150 km pour le béton)
Largeur de tranchée	Conforme au Fascicule 70 avec blindage caisson d'épaisseur 10 cm
Mode de pose	Conforme au Fascicule 70 La sensibilité des tuyaux à leurs conditions de pose dépend de leur matériau constitutif : – tuyaux rigides (béton et grès) : enrobage soigné compacté (niveau q5 ou q4) du lit de pose aux reins – tuyaux flexibles (PP annelé, PEHD annelé, PRV et PVC compact) : enrobage soigné compacté (niveau q5 ou q4) tout autour du tuyau, du lit de pose à 10 cm au-dessus de la clé Réutilisation partielle des matériaux extraits pour le remblayage de la tranchée
Distance d'approvisionnement des matériaux de tranchée	20 km
Distance de mise en décharge des matériaux de tranchée	50 km

Portée de l'étude et définition des hypothèses

- Les points sensibles à chaque étape du cycle de vie (1)

a) Production

- Couramment rapportée à l'unité de masse de canalisation : pour l'impact carbone en kg eq. CO₂ / kg
 - La donnée essentielle à obtenir n'est pas l'impact d'un kg de tuyau mais celle générée par un mètre de canalisation (**attention aux comparaisons erronées**)
 - Elle ne doit pas se limiter au seul CO₂ mais intégrer les autres indicateurs environnementaux
- Le bilan environnemental ne peut se réduire à la seule addition des impacts des matériaux constitutifs de la canalisation
 - Le process de fabrication doit être pris en compte
 - Les données doivent être représentatives de l'ensemble des matériaux et de la fabrication après livraison

Portée de l'étude et définition des hypothèses

- Les points sensibles à chaque étape du cycle de vie (2)

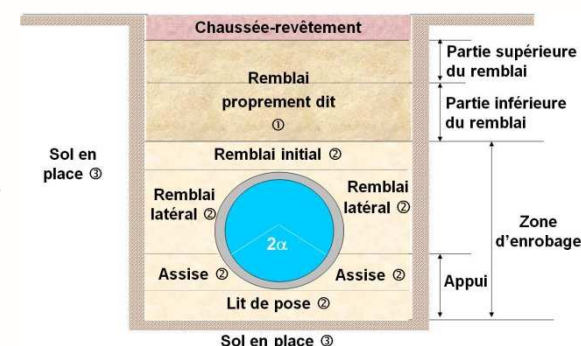
b) Transport

- Distances moyennes qui doivent tenir compte de l'implantation des sites de production des différents tuyaux (59 usines béton réparties sur le territoire français)
- Conditions de charge des camions : **limitation en poids ou en volume**
- Taux de retour à vide des camions après livraison

Portée de l'étude et définition des hypothèses

c) Mise en œuvre

- L'utilisation des engins pour le terrassement, la pose des tuyaux et le remblaiement (pelle, chargeuse et compacteur)
- La gestion des déblais y compris le foisonnement et les pertes sur chantier
- La production, la consommation et le transport des remblais rapportés sur le chantier
- Le taux de rebuts des tuyaux lors de la pose
- Distinguer les conditions nécessaires à la tenue mécanique des tuyaux en fonction de leur comportement : flexibles, rigides (un remblai soigné jusqu'aux reins des tuyaux peut suffire, ce qui permet le réemploi des matériaux extraits)
- La mise en œuvre doit se faire sur la base des règles de l'art, des recommandations techniques courantes de pose des canalisations et des recommandations de pose des fabricants de tuyaux



Portée de l'étude et définition des hypothèses

d) Vie en œuvre

- Inspection des réseaux à la réception et en exploitation
- Hydrocurage pour nettoyer le réseau d'assainissement au cours de la vie de l'ouvrage
- Valeurs types indépendantes des matériaux pour l'infiltration et l'exfiltration

e) Fin de vie

- Afin de tenir compte de la pratique courante : le réseau d'assainissement est laissé en place. Aucun impact n'est comptabilisé pour ce scénario

Portée de l'étude et définition des hypothèses

- Durée de vie des tuyaux

Results of the expertise Useful life* / materials analysis			
Raw material	KVR guide- line (LAWA)	Data supplied by manufacturers	Practical experience
Concrete / rein- forced concrete	50 to 80 (100)	> 100	> 100
Stoneware		> 100	> 100
Polymer concrete		no data	approx. 30
Ductile cast iron		> 100	> 100
GFP		50 to 80 (100)	approx. 50
PVC-U		> 100	approx. 50
PE-HD		> 100	approx. 50
PP		100	approx. 50

*) A uniform service life can be assumed, independent of the raw materials used, for sewer pipes that are manufactured and installed in accordance with the applicable standards and codes of practice and used as intended. The technical service lives of pipe connections (e.g., gaskets) were not considered in this expertise.

Durée de vie déclarée
par les fabricants

Durée de vie basée
sur le retour d'expérience

Béton

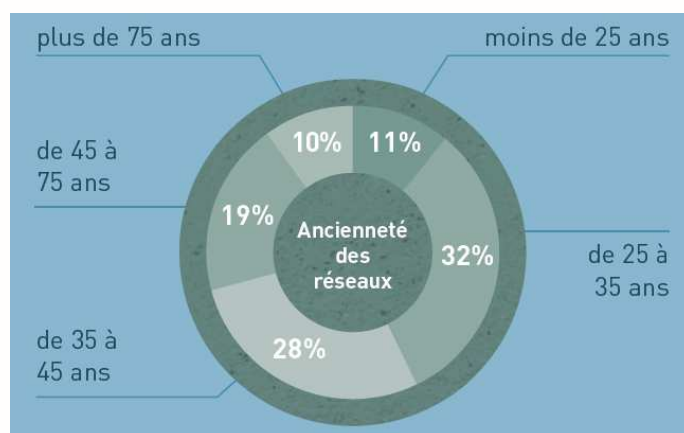


Portée de l'étude et définition des hypothèses

- **Durée de vie des réseaux**

En France, Investissements de renouvellement annuel effectifs : 400 millions d'euros (0,6 % de la valeur du patrimoine)

- 1,20 milliard d'euros par an pour 60 ans de durée de vie
- 0,90 milliard d'euros pour 80 ans de durée de vie



Exemple de canalisation ancienne en béton toujours en service

**LA NÉCESSITÉ
DE RÉSEAUX
DURABLES**



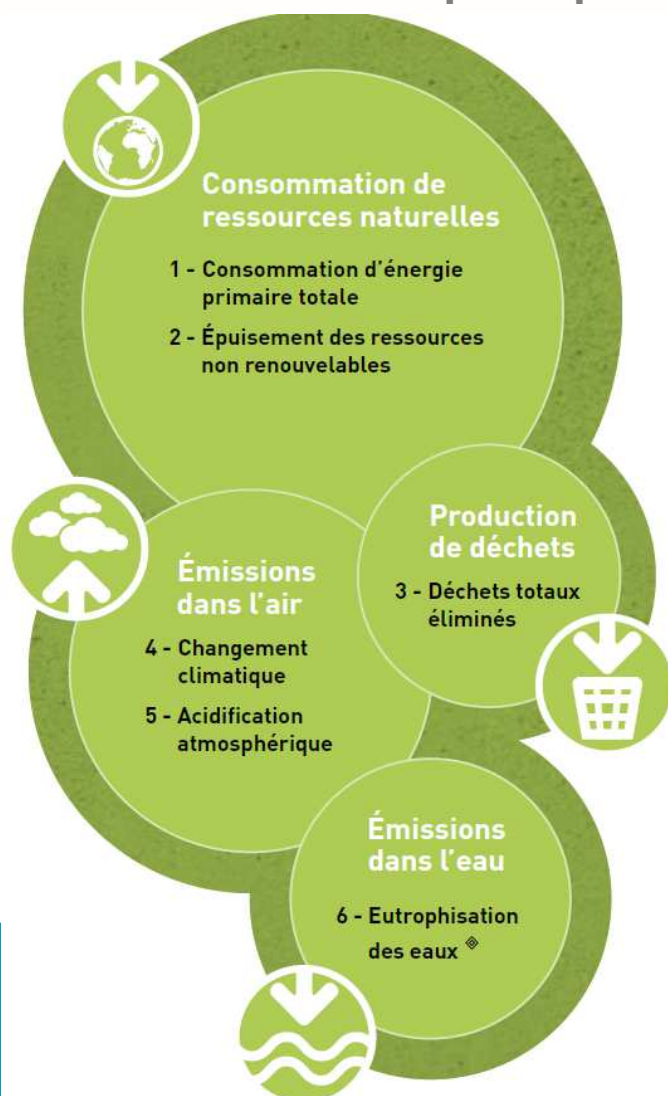
Une durée de vie de 100 ans minimum s'impose

Portée de l'étude et définition des hypothèses

- Quelle durée de vie prendre en compte ?
 - Durée de vie probable des tronçons de canalisations
 - Pourcentage de tronçons défectueux
 - Age moyen de transition d'un état structurel ou de service à un autre
 - Proportion de canalisations dans un état critique
 - Pourcentage d'interventions d'urgence sur un tronçon
- Comment la quantifier ?
 - Modèles prédictifs intégrant le comportement intrinsèque des matériaux :
 - Ils ne permettent généralement pas de répondre à cette problématique faute de prendre en compte des conditions représentatives des réseaux d'assainissement
 - Données issues de la gestion patrimoniale des réseaux :
 - Elles intègrent peu la problématique « matériau de canalisation »
 - Difficile d'isoler l'impact intrinsèque des matériaux indépendamment du type de réseau (eaux usées, unitaire ou pluvial), de la fréquence et du mode de réalisation des piquages et branchements ou des pratiques de mise en œuvre

Les indicateurs d'impacts environnementaux retenus

- Six indicateurs principaux ont été retenus :



Résultats de l'indicateur d'eutrophisation, scénario exfiltration, à considérer avec précaution présenté à titre informatif et repéré (◆)

GESTION RESPONSABLE DE L'EAU
SOLUTIONS BÉTON, SOLUTION D'AVENIR

Résultats par étapes du cycle de vie

- Pour chaque indicateur d'impact, les performances de chaque type de canalisations ont été établies :

	Béton	Grès	PEHD	PP	PRV	PVC
Production	375,7	1310,0* 1230,0**	763,0	770,3	716,1	894,6* 799,5**
Transport	26,4	62,0	31,4	31,4	32,7	32,2
Mise en œuvre	339,3	339,3	420,6	420,6	399,8	399,8
Fin de vie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vie en œuvre (par année)	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Remplacement (travaux hors fourniture)	213,2	207,9	197,3	197,3	192,5	192,4

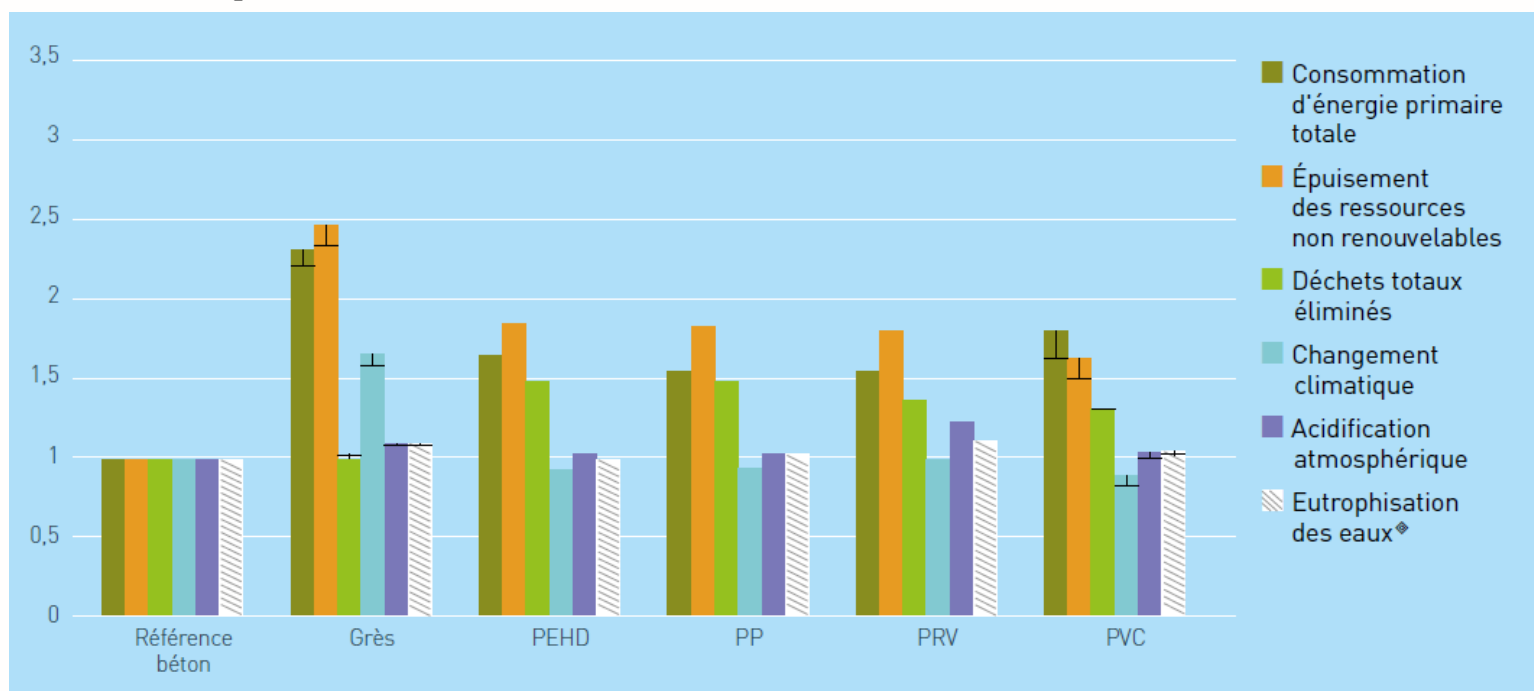
Consommation d'énergie primaire totale (GJ)

* Répartition du bénéfice au recyclage à parts égales entre les filières amont et aval

** Sans bénéfice au recyclage - Méthode des stocks

Impacts environnementaux générés par la construction d'un réseau

- Impacts générés par la construction (production, transport et mise en œuvre)



Synthèse des impacts pour l'investissement initial

Impacts environnementaux générés par la construction d'un réseau

• Impacts relatifs générés par la construction

	Béton	Référence béton	Grès	PEHD	PP	PRV	PVC
Consommation d'énergie primaire totale	741,4 (GJ)	1	2,31* 2,2**	1,64* 1,64**	1,65* 1,65**	1,55* 1,55**	1,79* 1,66**
Épuisement des ressources non renouvelables	273,1 (kg éq. Sb)	1	2,48* 2,37**	1,84* 1,84**	1,85* 1,85**	1,79* 1,79**	1,65* 1,52**
Déchets totaux éliminés	1 223,3 (t)	1	0,99* 1,01**	1,48* 1,48**	1,48* 1,48**	1,37* 1,37**	1,37* 1,37**
Changement climatique	65,7 (t éq. CO ₂)	1	1,65* 1,58**	0,85* 0,85**	0,87* 0,87**	0,99* 0,99**	0,89* 0,84**
Acidification atmosphérique	298,7 (kg éq. SO ₂)	1	1,09* 1,08**	1,01* 1,01**	1,02* 1,02**	1,2* 1,2**	1,02* 1,00**
Eutrophisation des eaux ♦	53,6 (kg éq. PO ₄ ³⁻)	1	1,09* 1,08**	0,99* 0,99**	1,01* 1,01**	1,09* 1,09**	1,03* 1,02**

■ Significativement moins d'impact □ Impact équivalent ■ Significativement plus d'impact

Tableau de synthèse des impacts pour la phase de construction initiale (investissement)

* Répartition du bénéfice au recyclage à parts égales entre les filières amont et aval

** Sans bénéfice au recyclage - Méthode des stocks

Calculer l'impact environnemental du cycle de vie total

- Impacts générés pendant la vie en œuvre

	Béton	Grès	PEHD	PP	PRV	PVC
Consommation d'énergie primaire totale [GJ]	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Épuisement des ressources non renouvelables (kg éq. Sb)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Déchets totaux éliminés (t)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Changement climatique (t éq. CO ₂)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Acidification atmosphérique (kg éq. SO ₂)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Eutrophisation des eaux (kg éq. PO ₄ ³⁻)♦	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Tableau de synthèse (par année)

- Impacts générés par un remplacement (hors fourniture des canalisations)

	Béton	Grès	PEHD	PP	PRV	PVC
Consommation d'énergie primaire totale	213,2	207,9	197,3	197,3	192,5	192,4
Épuisement des ressources non renouvelables	102,0	99,6	94,5	94,5	92,2	92,2
Déchets totaux éliminés	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Changement climatique	16,6	16,2	15,4	15,4	15,0	15,0
Acidification atmosphérique	121,8	119,3	113,7	113,7	111,0	110,9
Eutrophisation des eaux♦	26,4	25,8	24,5	24,5	23,9	23,9

Tableau de synthèse (par année)

Calculer l'impact environnemental du cycle de vie total

- Prise en compte de la **Durée d'Utilisation du réseau** et de la **Durée de Vie Typique des tuyaux**

Les formules suivantes permettent de calculer les impacts environnementaux des réseaux pour leur Durée d'Utilisation (DU réseau) en tenant compte de la Durée de Vie Typique des tuyaux (DVT tuyau).

- Impacts en phase de production = Impacts production x $[\text{DU réseau} / \text{DVT tuyau}] (*)$
- Impacts en phase de transport = Impacts transport x $[\text{DU réseau} / \text{DVT tuyau}] (*)$
- Impacts en phase de mise en œuvre = Impacts mise en œuvre + Impacts remplacement x $([\text{DU réseau} / \text{DVT tuyau}] - 1) (*)$
- Impacts en phase de vie en œuvre = Impacts vie en œuvre x DU réseau
- Impacts en phase de fin de vie = Impacts fin de vie

(*) partie entière de $(\text{DU réseau} / \text{DVT tuyau})$

Synthèse des résultats

- **Etude soumise à revue critique**

Les résultats présentés sont issus de l'étude « Qualité environnementale des réseaux d'assainissement : positionnement des réseaux en béton pour les diamètres DN 400 et DN 600 face aux solutions Grès, PEHD, PP, PRV, PVC ». Cette étude, réalisée par PricewaterhouseCoopers – Ecobilan, a fait l'objet d'une revue critique.

Une revue critique est un processus permettant d'améliorer une étude d'ACV et de consolider ses résultats par un examen approfondi de l'étude à la lumière des exigences des normes ISO 14040 et ISO 14044.

La revue critique de cette étude a associé des experts de la Fédération de l'Industrie du Béton (FIB), de la société Keramo Steinzeug, de l'Union des Plastiques du Bâtiment, du Groupement de la Plasturgie Industrielle et des Composites (GPIC), des Canalisateurs de France et de la Lyonnaise des Eaux.

Elle a été présidée par Charlotte Hugrel de la société Bleu Safran.

L'écologiciel pour les réseaux d'assainissement en béton

Microsoft Excel - 273.e-ecologiciel-reseaux-d-assainissement-beton-v3.01.xls [Mode de compatibilité]

CERIB

Caractéristiques du réseau d'assainissement

Référence du projet: **GC 2015**

Général

Type de réseau: **Réseau eaux usées séparatif**

Caractéristiques du réseau

	Valeurs par défaut	Valeurs spécifiques du projet	Valeurs retenues
Durée de vie du réseau	100 ans		100 ans
Durée de vie du tuyau	100 ans		100 ans
Longueur du réseau	1 000 m		1 000 m
Distance entre regards	80 m		80 m
Diamètre nominal du tuyau		800 mm	800 mm
Diamètre extérieur du tuyau	970 mm		970 mm
Poids du tuyau	645 kg/m		645 kg/m
Profondeur du fil d'eau	1,80 m		1,80 m
Largeur de la tranchée (blindage compris)	2,37 m		2,37 m
Poids du regard de visite en béton	2 036 kg/unité		2 036 kg/unité

273.e-ecologiciel-reseaux-d-assainissement-beton-v3.01.xls [Mode de compatibilité]

Largeur de la tranchée

Transport des produits du site de production au chantier

	Valeur par défaut	Valeur spécifique du projet	Valeur retenue
Tuyaux	150 km		150,0 km
Regards de visite en béton	150 km		150,0 km

Caractéristiques générales de la mise en œuvre

Ré-emploi des déblais: **Oui**

	Valeur par défaut	Valeur spécifique du projet	Valeur retenue
Distance de transport pour l'évacuation des déblais	50 km		50,0 km
Distance de transport pour l'approvisionnement des	50 km		50,0 km
Nombre de pelles mécaniques sur le chantier	1 unité(s)		1,0 unité(s)
Cadence de pose journalière	13 m/jour		13,0 m/jour

Caractéristiques de la vie en œuvre

Curage

	Valeur par défaut	Valeur spécifique du projet	Valeur retenue
Période de curage	Tous les 10 ans	Tous les ans	Tous les 10 ans
Quantité d'eau nécessaire pour le curage (par m linéaire)	264,0 l/m		264,0 l/m
Quantité de déchets produits par le curage (par m linéaire)	30,8 kg/m		30,8 kg/m

Exfiltration/Infiltration*

	Valeur par défaut	Valeur spécifique du projet	Valeur retenue
Voulez-vous prendre en compte des exfiltrations?		Non	
Volume d'exfiltration (par m linéaire)	11,0 l/m/jour		0,0 l/m/jour
Voulez-vous prendre en compte des infiltrations?		Oui	
Volume d'infiltration (par m linéaire)	20,0 l/m/jour		20,0 l/m/jour

*Seul un des cas peut être modélisé à la fois : si l'un des deux cas est à Oui, l'autre doit être à Non.

L'écologiciel pour les réseaux d'assainissement en béton

Microsoft Excel - 273.e-ecologiciel-reseaux-d-assainissement-beton-v3.01.xls [Mode de compatibilité]



Indicateurs d'impacts environnementaux du réseau

Référence du projet

GC 2015

Résultats chiffrés par étape du cycle de vie du réseau

Les étapes analysées sont:

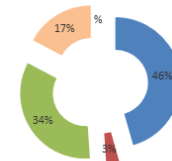
- Production: la production des tuyaux et des regards
- Transport: le transport des produits de l'usine au chantier
- Mise en œuvre: la production et le transport des remblais et des déblais du chantier, la pose des éléments du réseau
- Vie en œuvre: curage, exfiltrations ou infiltrations
- Fin de vie: réseau laissé en place (pratique courante)

Pour plus de précisions, se référer au rapport "Qualité Environnementale des Réseaux d'assainissement".

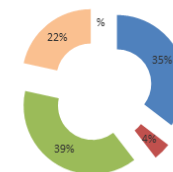
Réseau	Unité	TOTAL	Production	Transport	Mise en œuvre	Vie en œuvre	Fin de vie
Energie Primaire Totale	GJ	2237	1020	74,3	756,2	386,2	0
Epuisement des ressources non renouvelables	kg éq. Sb	841,2	297,8	34,9	327,1	181,4	0
Changement climatique	t éq. CO ₂	239	110,8	5,9	55,3	67	0
Acidification atmosphérique	kg éq. SO ₂	899	318,8	35,7	337,2	207,3	0
Consommation d'eau	m ³	733557	426,7	7,1	433,9	732689	0
Eutrophisation des eaux	kg éq. PO ₄ ³⁻	174,3	38,1	8,6	79,9	47,7	0
Déchets éliminés	t	2949	8,7	0,01	2889	50,9	0
Déchets valorisés	t	288,4	55,4	0	175,8	57,2	0

Contribution en pourcentage de chaque étape du cycle de vie

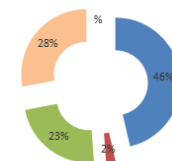
Energie Primaire Totale



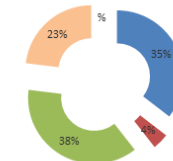
Epuisement des ressources non renouvelables



Changement climatique



Acidification atmosphérique



Écologiciel téléchargeable sur www.cerib.com



GESTION RESPONSABLE DE L'EAU
SOLUTIONS BÉTON, SOLUTION D'AVENIR



Merci pour votre attention



GESTION RESPONSABLE DE L'EAU
SOLUTIONS BÉTON, SOLUTION D'AVENIR