



ECOLE NATIONALE DU GENIE RURAL DES EAUX ET DES FORETS

ENGREF

INSA Lyon

SYNTHESE TECHNIQUE

SYNTHESE DES DONNEES SUR L'EFFICACITE REELLE DES SEPARATEURS A HYDROCARBURES

BRELLE Patricia
E-mail: brelle@engref.fr

Novembre 2005

ENGREF Centre de Montpellier
B.P.44494 –
34093 MONTPELLIER CEDEX 5
Tél. (33) 4 67 04 71 00
Fax (33) 4 67 04 71 01

INSA - Lyon

Résumé

Les pollutions chronique et accidentelle des eaux de ruissellement ne peuvent pas être systématiquement négligées. En dehors des importantes quantités de macro-déchets qu'elles véhiculent, les eaux de ruissellement se caractérisent essentiellement par des concentrations élevées en MES, sur lesquelles sont notamment fixés les hydrocarbures et de nombreux micro-polluants comme les métaux lourds. Pour y faire face et afin de préserver la qualité du milieu récepteur, des ouvrages de prétraitement sont installés : dégrilleur, dessableur, décanteurs, débourbeurs et déshuileurs. Ces ouvrages, souvent préfabriqués, sont très répandus en assainissement routier, dans les aéroports, les aires de lavage et en exutoires de parking.

La technique de séparation des hydrocarbures par flottation utilisée est simple et pourtant, l'efficacité réelle des séparateurs à hydrocarbures est très fortement mise en doute par les spécialistes du domaine. Un recensement des travaux expérimentaux effectués sur l'efficacité de ces séparateurs permet de mettre en évidence des explications à cette inefficacité relative et d'avancer des arguments permettant de déterminer dans quelles conditions les séparateurs sont susceptibles d'assurer une véritable fonction de dépollution.

HYDROCARBURES – SEPARATEUR – DECANTEUR – EFFICACITE – MES –
EXPERIMENTATIONS – POLLUTION CHRONIQUE – POLLUTION ACCIDENTELLE –
DEPOLLUTION

Abstract

Pollution in urban runoff, mainly due to oil and suspended solids, can not be systematically neglected. In order to protect the quality of the environment, pre-treatment structures such as screens, grit chambers, sediment tanks and oil-water separators are being installed. They are usually prefabricated and found along roads, in airports, car wash utilities and at car park exits.

The separation of oil by flotation is a simple technique and yet specialists have profound doubts about the real efficiency of such separators. Experiments on several systems have been carried out and provide partial explanations concerning the inefficiency. They also provide arguments concerning whether a separator will or will not have the capacity of ensuring an efficient depollution of water.

OIL – OIL/WATER SEPARATOR – SEDIMENT TANKS – EFFICIENCY – SUSPENDED SOLIDS –
RUNOFF – POLLUTION – EXPERIMENTS

La pollution des eaux de ruissellement ne peut pas être systématiquement négligée. En dehors des importantes quantités de macro-déchets qu'elles véhiculent, les eaux de ruissellement se caractérisent essentiellement par des concentrations élevées en MES, sur lesquelles sont notamment fixés les hydrocarbures et de nombreux micro-polluants comme les métaux lourds et les hydrocarbures poly-aromatiques. Les ouvrages de prétraitement visant à la séparation des hydrocarbures dans les eaux de ruissellement sont très répandus en France : débourbeur, déshuileur, décanteurs... La technique de séparation par flottation utilisée est simple et pourtant, l'efficacité réelle des séparateurs à hydrocarbures est très fortement mise en doute.

LA POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES

O DEFINITION ET PROPRIETES DES HYDROCARBURES

Les hydrocarbures sont des **molécules** composées d'hydrogène (H) et de carbone (C). On distingue plusieurs familles d'hydrocarbures en fonction de la structure des molécules. Elles peuvent posséder des liaisons simples (alcane, cyclane), doubles (alcène, polyène) ou triples (alcyne et hydrocarbures aromatiques), être linéaires ou cycliques (cyclane et hydrocarbures aromatiques). Ces différentes familles d'hydrocarbures possèdent des propriétés physico-chimiques variables (température d'ébullition, densité...).

Le tableau 1 ci-dessous donne les caractéristiques des principaux hydrocarbures rencontrés dans le ruissellement pluvial et notamment celles de l'essence, mélange complexe d'hydrocarbures. (Norme XP P 16-442).

Tableau 1 : Propriétés des hydrocarbures

Liquide	Densité	Séparabilité de l'eau	Solubilité
Diesel	0.85	oui	quasiment insoluble
Mazout léger	0.87	oui	quasiment insoluble
Mazout lourd	0.99	non	soluble
Pétrole	0.7 à 0.75	oui	quasiment insoluble
Kérosène	0.8	oui	-
Essence	0.68	oui	-

O POLLUTION CHRONIQUE ET POLLUTION ACCIDENTELLE

Les hydrocarbures sont présents dans le ruissellement pluvial urbain. Il faut distinguer deux origines à cette pollution : la pollution chronique et la pollution accidentelle.

La **pollution accidentelle** est due, comme son nom l'indique, aux déversements accidentels d'hydrocarbures lors par exemple d'accidents de la route (comme le déversement d'un camion citerne transportant des produits dangereux, s'agissant dans 80% des cas d'hydrocarbures) (Hajji, 1998), d'incendies, de fausses manœuvres...

Quant à la **pollution chronique**, elle est liée au **lessivage** par les pluies des polluants accumulés sur les chaussées imperméabilisées. Ce type de pollution s'accumule entre deux phénomènes pluvieux sur la chaussée ou dans les zones où il y a manipulation et circulation d'hydrocarbures : parkings, aire de lavage, stations service, aéroports... La **circulation automobile**, par des pertes d'essence et d'huile, combustion de carburants, usure des véhicules, constitue une source importante de cette pollution. Lors d'un événement pluvieux, les polluants accumulés et déposés sur le sol, sous forme dissoute ou fixés sur les particules, sont alors entraînés par le ruissellement (Robert, 2001).

O CARACTERISTIQUES

Concentrations rencontrées

Les concentrations moyennes typiques en hydrocarbures rencontrées dans les eaux de ruissellement (pollution chronique) sont relativement faibles :

- 5mg/l en moyenne selon l'Encyclopédie de l'Hydrologie Urbaine et de l'Assainissement, 3.5 mg/l pour un événement pluvieux de période de retour de 6 mois à 1 an. (Chocat, 1997)
- 4.03 mg/l d'après une campagne de mesure réalisée dans le quartier du Marais à Paris en 1996 par le CERGRENE
- 3.6 mg/l selon une campagne de mesures réalisées par le SETRA, portant sur 4 sites dont 3 en bordure d'autoroute et 1 en gare de péage entre 1993 et 1995 (Merle, 1996)

Quant aux concentrations maximales, elles ne dépassent pas 9.3 mg/l selon l'Encyclopédie de l'Hydrologie Urbaine et de l'Assainissement et 34 mg/l selon l'étude menée par le SETRA décrite ci-dessus. Pour un trafic de 10 000 véhicules par jour, la production d'hydrocarbures calculée était de 11 kg par kilomètre de route et par an.

Les concentrations en polluants des eaux de ruissellement vont varier avec le débit et donc au cours de l'événement pluvieux. Cependant, l'essentiel de la masse n'est pas transportée au début de l'événement même si la tendance moyenne de variation de la charge polluante est à la décroissance.

Concernant les pollutions accidentelles (en mer ou sur les routes), les concentrations rencontrées sont évidemment beaucoup plus importantes. On parle d'effluents à traiter composés de 15 à 50% d'hydrocarbures (Lansonneur, 1988).

Une pollution essentiellement particulière

Dans le cas de la pollution chronique, les hydrocarbures présents dans les eaux de ruissellement sont liés aux matières en suspension pour une fraction comprise entre 80 et 90%, voire plus. Ce fait a été mis en évidence par Chebbo en 1991 et confirmé depuis (Bald et Viau, 1994).

LES SEPARATEURS A HYDROCARBURES

Pour faire face à ces pollutions, différentes solutions sont envisagées : pour résoudre les problèmes d'ordre hydraulique (réduction du débit de pointe), des ouvrages de stockage des eaux sont utilisés. Afin de protéger la qualité du milieu récepteur ou du bassin de retenue situé à l'aval, des ouvrages de prétraitement sont installés. Il s'agit principalement de dégrilleurs, dessableurs, décanteurs, débourbeurs et déshuileurs décrits ci-après.

O DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT

Les **décanteurs** sont des ouvrages conçus pour permettre aux matières en suspension de se déposer au fond de l'ouvrage.

Un **séparateur à hydrocarbures** est un appareil destiné à piéger les hydrocarbures en suspension dans les eaux de ruissellement. Dans ces séparateurs déshuileurs, les liquides non miscibles et plus légers que l'eau tendent à remonter à la surface. Le but est de tranquilliser le flux pour permettre l'ascension des gouttes d'hydrocarbures. Une cellule coalescente est souvent intégrée afin d'accélérer le processus de séparation gravitaire, en favorisant l'association des gouttelettes d'hydrocarbures. Ces dernières sont ensuite retenues en sortie par une **cloison siphonide** qui sert de piège à flottants et 'aspire' les hydrocarbures. Le séparateur est le plus souvent précédé d'un compartiment de **débouillage** et **dessablage**, permettant la décantation des particules les plus grossières et protégeant ainsi le séparateur. Des **modules lamellaires** sont souvent ajoutés. Dans ce cas, les particules n'ayant pas une masse volumique assez faible pour

remonter en surface collent au verso des lamelles et forment un film d'hydrocarbures censé migrer ensuite vers le haut. Enfin, un **obturateur** automatique évite l'évacuation des hydrocarbures vers le réseau en cas de problème (absence d'entretien ou déversement accidentel). Il s'agit d'un clapet monté sur un flotteur taré à la densité des hydrocarbures. Le flotteur suit la couche d'hydrocarbures jusqu'à obturation lorsque la capacité de stockage est atteinte.

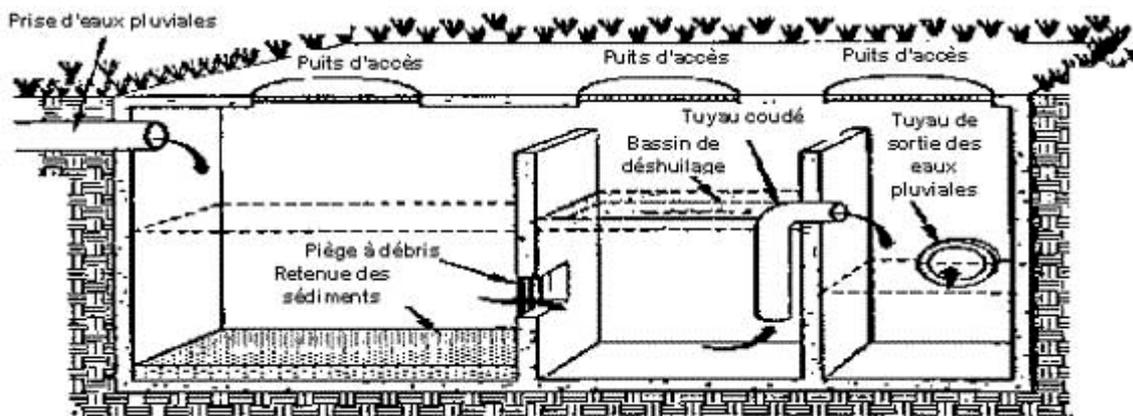


Schéma d'un débourbeur-déshuileur

Les équipements techniques peuvent ensuite varier d'un ouvrage à l'autre : présence de régulateur de débit, by-pass, déversoir d'orage, dégrilleur, silo à boues, collecteurs de boues, télésurveillance...

Il est possible d'associer au sein d'un **bassin multifonction** une décantation et un déshuilage, type d'ouvrage retenu pour l'autoroute A75 par exemple. Il est également possible de déposer à l'intérieur de ces décanteurs déshuileurs de la terre végétale pour ralentir l'écoulement. Elle assure ainsi une meilleure décantation (Robert, 2001). Les végétaux ont la faculté d'absorber une partie des métaux lourds (Robert, 2001). En cas de pollution accidentelle, les végétaux ralentissent et dispersent le polluant dans le bassin. Les contraintes d'entretien sont cependant très importantes (Robert, 2001).

Ce traitement des hydrocarbures, qu'il soit associé ou non à une décantation, n'est qu'un prétraitement avant rejet ou un traitement secondaire. Sur la ZAC d'Anneouillin (59) par exemple, les séparateurs à hydrocarbures sont suivis de filtres (Legrand et al., 1994).

Dans le cas des pollutions marines aux hydrocarbures, le but des séparateurs est d'éliminer la quasi-totalité de l'eau et des sédiments contenus dans les pollutions pour leur reprise dans des raffineries ou installations de production (Lansonneur, 1988).

O DIMENSIONNEMENT

Pour le dimensionnement des ouvrages, il n'existe pas de méthode spécifique. D'une manière générale, le débit acceptable par l'ouvrage est calculé en utilisant la formule de Caquot et le rapport $Q_{nominal}/Q_{décennal}$ avoisine les 20% (Lalanne, 1998). Cette valeur a été retenue pour le dimensionnement des séparateurs de la société St Dizier Environnement situés sur des parkings découverts (St Dizier Environnement, 2005). La vitesse d'ascension des huiles et le débit traité permettent de calculer la surface du déshuileur. Pour un déshuileur de forme rectangulaire classique traitant des eaux de ruissellement, les vitesses ascensionnelles généralement adoptées sont comprises entre 5 et 10 m/h (Ruperd, 1984). Cette vitesse peut être nettement supérieure (40m/h) lorsque des plots ou des lamelles sont associés au déshuileur, comme c'est le cas sur

l'ouvrage de Bois-Robert (78). Des logiciels de calcul comme hydroworks, canoe ou papyrus commencent à être utilisés de façon systématique par les bureaux d'étude mais ne permettent cependant pas un dimensionnement facile des séparateurs.

Certains maîtres d'œuvre avouent aussi avoir produit leur dimensionnement sans calculs rigoureux (Lalanne, 1998)

O INSTALLATION ET ENTRETIEN

Les séparateurs à hydrocarbures doivent être situés aussi **près** que possible de la **source** des effluents à traiter. Ils sont ainsi très répandus en assainissement routier avec des ouvrages mis en place en bordures de voies. Tous les aéroports sont équipés de débourbeur déshuileurs sur les zones imperméabilisées : 127 sur les plateformes des Aéroports de Paris (Fino, 2005), récupérant à la fois les eaux pluviales dans les parkings et sur les aires d'avions. Les aires de distribution en carburants et les sites de lavage de véhicules (environ 4 000 en France) possèdent également ce type d'ouvrage. Les séparateurs sont le plus souvent enterrés et il y a lieu de couler une dalle en béton afin d'éviter à l'appareil de subir des charges trop importantes. Une ventilation par le réseau doit être assurée pour éliminer les éléments volatiles et limiter les explosions potentielles (Viau, 2005).

Les sociétés qui fournissent les déshuileurs s'occupent du dimensionnement, de l'installation et éventuellement de la mise en service des ouvrages. L'exploitation est laissée aux propriétaires eux-mêmes comme les services routiers et aéroports mais les responsabilités sont souvent mal définies (Lalanne, 1998).

L'appareil nécessite une vérification du bon fonctionnement de la ventilation. En l'absence de moyens de contrôle continu et d'historique, au minimum une **vidange** par semestre et un **curage** par an sont recommandés. Un écrémage en cas de déversement accidentel est préconisé (Viau, 2005).

Les produits piégés dans les séparateurs doivent ensuite être éliminés et ce, à la charge de l'exploitant qui doit être en mesure de justifier le traitement de ses déchets par une société de vidange agréée, en fournissant au service des eaux les bordereaux d'enlèvement et de destruction de tous les déchets. Le plus souvent, les boues de curage et hydrocarbures récupérés, impropres à l'épandage, sont stockés dans des citernes, envoyés dans des centres de traitements des déchets industriels puis mis en **décharge** ou **incinérés** (Chambre de commerce et d'industrie de Paris).

LA REGLEMENTATION

O DIMENSIONNEMENT

Les constructeurs se réfèrent à la norme allemande **DIN 1999** et 2 normes françaises sont d'actualité concernant les séparateurs à hydrocarbures, publiées par l'AFNOR en 2003 : XP P 16-441 et XP P 16-442. Elles définissent **2 classes d'efficacité** hydraulique des séparateurs de liquide léger au cours d'un essai avec un liquide de densité égale à 0.85, un débit égal au débit maximal d'effluents et une teneur en hydrocarbures de 4.25 g/l : teneur résiduelle maximale autorisée de 5mg/l (classe I, appliquée aux rejets dans les milieux naturels), et de 100mg/l (classe II, appliquée aux rejets vers les stations d'épuration). Par ailleurs, ces normes AFNOR se résument essentiellement à des prescriptions concernant les caractéristiques des matériaux entrant dans la composition des séparateurs. L'aspect performance y demeure anecdotique.

Deux normes européennes ont été publiées en 2002 (NF EN 858-1 et NF EN 858-2), mais dans l'attente de la publication du projet européen qui comprendra l'annexe nécessaire au marquage

CE, il est recommandé de se référer aux normes françaises, comme précisé dans l'avertissement au lecteur des normes européennes (NF, 2004).

O INSTALLATION

La mise en place d'un séparateur à hydrocarbures est **obligatoire** pour les établissements soumis à déclaration ou autorisation au titre du régime installations (ICPE : installation classée pour la protection de l'environnement). Une installation de distribution de carburant est par exemple classée en autorisation pour un débit total des pompes supérieur à 20m³/h et en déclaration pour un même débit supérieur à 1m³/h.

Indépendamment de la réglementation **ICPE** (en exutoire de parking par exemple), la mise en place d'un séparateur à hydrocarbures est souvent **l'exigence minimale** prévue dans l'arrêté d'autorisation de déversement délivrée par la collectivité propriétaire du réseau collectif d'assainissement où peuvent être rejetées les eaux de ruissellement (Chambre de commerce et d'industrie de Paris).

En ce qui concerne un rejet dans le réseau d'eaux pluviales et le milieu naturel, selon la chambre de commerce et d'industrie de Paris, il est tout simplement interdit de déverser des eaux chargées en hydrocarbures sans prétraitement préalable (Chambre de commerce et d'industrie de Paris). Le rejet doit être autorisé par les collectivités si le rejet a lieu dans leur réseau pluvial, la DDAF ou la DDE, si le rejet a lieu dans des cours d'eau non domaniaux ou domaniaux. Les concentrations maximales généralement imposées en sortie par ces services pour les hydrocarbures sont de l'ordre de 1mg/l (en référence aux substances extractibles au chloroforme) (Savary, 2003). Ces limites sont donc très difficilement applicables en terme de séparateurs puisque la norme évoquée ci-dessus prévoit une concentration résiduelle maximale de 5 mg/l. L'installation d'un séparateur, même s'il répond aux exigences des normes françaises, ne permettra donc quasiment jamais de respecter les limites de rejet prévues.

Finalement, aucun texte ne fixe au niveau national la concentration maximale des hydrocarbures admissible dans un rejet d'eaux pluviales.

L'EFFICACITE DES SEPARATEURS A HYDROCARBURES

O CHEZ LES CONSTRUCTEURS

Le bilan de l'offre en terme de fournisseurs de séparateurs effectué au salon Pollutec en 2002 fait acte d'un **grand nombre** d'entreprises : Franceaux, Neyrtec, SIMOP, Huber Technology, MSE, Techn'eau, Saint Dizier environnement...(Drouet et al., 2002). Lors d'une étude sur les ouvrages présents dans les Yvelines et en Essonne, il a cependant été constaté que 2 fournisseurs se partagent le marché : ISD (Itera, Separepur et St Dizier) et Franceaux Passavant (Lalanne, 1998). L'efficacité épuratoire annoncée par les constructeurs dans leurs brochures commerciales fait état d'une séparation souvent supérieure à 95% d'hydrocarbures et ce par rapport aux normes AFNOR en application : SIMOP annonce un rendement séparatif de 99,88% pour une densité de 0,85 et 88% annoncé par Franceaux par exemple.

O EFFICACITE REELLE : RECENSEMENT DES EXPERIENCES REALISEES EN FRANCE

(Chocat et al., 2004 ; Ruperd et al., 1998 ; Lansonneur, 1988 ; Ruperd, 1993 ; Ruperd, 1984 ; Lalanne, 1998 ; Xaumier et al., 2004, Abt, Caron, 2000, LROP, 1998)

Généralités

12 études in situ ont été recensées en France concernant l'efficacité réelle des séparateurs à hydrocarbures : 1 étude sur le bassin de la Ribaude, 2 études à Toulouse (31), 4 études dans les Yvelines (Vélizy, Saint Michel sur Orge, Epinay sur Orge et Bois-Robert), 2 études près de Villeneuve Saint Georges (Brunoy et Vigneux), une à Lyon, une en banlieue de Lille (Annoeullin) et une à Annemasse. Deux études sur plate-forme expérimentale ont été recensées : à Bordeaux et sur l'étendue d'eau artificielle du CEDRE (Brest). Ces études ont été réalisées entre 1984 et 2002. Elles rentrent dans le cadre des recherches sur le thème des eaux pluviales menées par des laboratoires depuis quelques années : LROP (Vélizy, Brunoy, Vigneux, Bois-Robert), CEDRE, ou simplement par volonté des collectivités de critiquer la conception, la réalisation et l'exploitation des ouvrages, mieux connaître leur efficacité et prévoir les futurs aménagements. La Lyonnaise des Eaux, exploitant des séparateurs d'Epinay et Saint Michel sur Orge a également financé et réalisé une étude de ces ouvrages.

Types d'ouvrages étudiés

Les ouvrages étudiés présentent des caractéristiques différentes, tant d'un point de vue technique qu'en terme d'entretien et de situation par rapport à un bassin versant spécifique. Il s'agit pour la plupart de déshuileurs, précédés de déboureur (Toulouse, Lyon, Bois Robert) et associé à des cellules lamellaires (Vélizy, Annoeullin, St Michel sur Orge, Epinay sur Orge). Pour Brunoy et Vigneux, il s'agit de décanteurs lamellaires. Les fournisseurs des ouvrages n'ont été spécifiés que pour certains ouvrages : ISD Environnement pour Epinay sur Orge, Vigneux et Bordeaux, Franceaux pour Saint Michel sur Orge, Separepur pour Vélizy, SEREP au CEDRE et Bertin pour Bois-Robert. Les débits pour lesquels ont été dimensionnés les séparateurs sont également variés. Enfin, ces ouvrages ont été disposés sur des bassins versants très différents les uns des autres : en exutoire de parking, aire de lavage, zones résidentielles... Le tableau 2 recense ces données.

Protocoles expérimentaux

Pour Lyon et Annemasse, aucune donnée n'a été trouvée sur les protocoles expérimentaux mis en place. Exceptée l'expérience réalisée sur le bassin de la Ribaude, où l'efficacité de l'ouvrage a été déterminée par des considérations générales sur son volume et sa surface, l'efficacité des séparateurs a été calculée à partir des concentrations en hydrocarbures des prélèvements d'eau en entrée et en sortie d'ouvrage. Les prélèvements sont réalisés à l'aide de différents outils : manuellement, préleveurs-échantillonneurs (automatiques ou non) ou perche télescopique (Toulouse). Cependant, aucune information n'est donnée sur la technique de mesure des concentrations en hydrocarbures présents dans les échantillons sauf au CEDRE où, par simple décantation du liquide, la lecture sur un verre gradué de la hauteur de liquide par rapport à la hauteur totale indique le pourcentage en hydrocarbures.

La fréquence des prélèvements, à mettre en relation avec les événements pluvieux étudiés, est également très disparate : pour certaines études, un seul prélèvement a été effectué après une période de temps sec (Saint Michel sur Orge et Epinay sur Orge). Pour d'autres, les événements étudiés semblent plus significatifs : 29 à Vigneux et 27 à Brunoy. Des prélèvements par période de temps sec ont également été faits : Toulouse, Saint Michel sur Orge, Bois-Robert. Sur les plate formes expérimentales, la pollution est simulée soit par déversement d'un hydrocarbure (densité 0,9) sur un étendue d'eau artificielle (CEDRE), soit par des pluies artificielles (Bordeaux),ensemencées de polluant représentatif (20% de fines et 4,7% de matières organiques).

Une **grande imprécision** règne sur la **mesure des débits** traités : ils n'ont pas été mesurés ou précisés pour certaines expériences (Toulouse, Saint Michel sur Orge, Epinay sur Orge) et des difficultés ont été rencontrées car aucun appareil de mesure n'est prévu généralement sur ces ouvrages. Ils ont cependant été évalués par une sonde ou un déversoir à Brunoy et Vigneux.

Résultats obtenus

En terme de charge entrante, il a été constaté que les valeurs données sont comparables à celles rencontrées précédemment dans la littérature.

Les résultats obtenus en terme d'efficacité épuratoire sont assez mitigés et rassemblés dans le tableau 2. Pour certaines études, les conclusions des articles sont très **positives**: Toulouse, Annoeullin, Saint Michel sur Orge, Epinay sur Orge, Bordeaux et CEDRE. Les teneurs en hydrocarbures en sortie sont en effet assez faibles pour ces ouvrages. Pour d'autres expériences, le résultat épuratoire est moins bon et très en deçà des rendements annoncés par les constructeurs. Dans le cas du bassin de la Ribaude, l'efficacité de 80% n'est pas atteinte, le bassin est sous-dimensionné en volume et en surface. Dans tous les cas, les rendements varient beaucoup d'une pluie à l'autre. Les caractéristiques des effluents à traiter tant en terme de charge polluante qu'en débit sont très hétérogènes. Il en résulte une constatation de la diminution de l'efficacité lorsque le débit augmente (Annoeullin et Bois-Robert) et lorsque la teneur en hydrocarbures en entrée est faible (Vélizy et Vigneux). Des concentrations en entrée très faibles constatées à Toulouse, Annemasse, Vigneux, Vélizy et Annoeullin ou lors des mesures par période de temps secs peuvent même entraîner des rendements négatifs et un relargage des polluants. A Lyon, le nettoyage des ouvrages n'a pas permis d'obtenir de meilleurs résultats.

La comparaison des rendements épuratoires en hydrocarbures avec celles des **MES** est assez déroutante. En effet, un gain obtenu sur les MES se répercute sur une amélioration du rendement pour les hydrocarbures à Vigneux alors qu'un rendement élevé pour les MES se traduit par un rendement 2 fois plus faible pour les hydrocarbures à Brunoy. A Vélizy, le rendement obtenu pour les hydrocarbures est toujours plus élevé que celui obtenu pour les MES, ce qui montre bien que les déshuileurs ne sont pas dimensionnés pour traiter les MES et assurer une bonne décantation. Enfin, par analyse des boues récupérées, il est constaté que la plus grande partie des hydrocarbures est récupérée avec les sédiments et non avec les flottants (Bois-Robert). Ceci confirme qu'une partie importante des hydrocarbures dans les eaux de ruissellement se trouve adsorbée sur les MES.

Il faut cependant **nuancer les résultats** et conclusions proposées dans les articles. Très peu de données sont par exemple disponibles pour Saint Michel sur Orge, ce qui ne permet pas de généraliser son bon fonctionnement. L'appareil d'Epinay sur Orge a été mis en service seulement un mois avant l'étude, évitant tout risque d'encrassage et de relargage de polluants. La première campagne réalisée à Toulouse qui présente un rendement positif ne correspond qu'à une pluie de faible intensité. Pour une pluie de plus grande intensité, lors de la deuxième campagne, la concentration en sortie s'est avérée être supérieure à la concentration en entrée. Des **rendements négatifs** de ce type ont été également observés à Vélizy et sur la ZAC d'Annoeullin. Seuls des débits cinq fois inférieurs au débit nominal de traitement du séparateur ont permis d'atteindre des rendements sur MES de l'ordre de 80 %.

Quant à la réalisation même des expériences, elle peut être discutée sur de nombreux points. Aucune précision n'est jamais donnée en ce qui concerne les techniques de mesures des hydrocarbures dans les effluents. A part pour les sites de Brunoy et Vigneux, **peu d'évènements pluvieux** sont étudiés : seulement 5 par exemple à Annoeullin et non précisé pour Saint Michel sur Orge. Des rendements très élevés semblent peu réalistes d'autant plus que d'autres suivis de séparateurs à modules lamellaires ont montré que le rendement épuratoire moyen sur des effluents de réseaux séparatifs pluviaux est au mieux de l'ordre de 50%. (Les séparateurs à hydrocarbures et la dépollution des eaux pluviales, 2005). Une efficacité égale en moyenne à 59% lors des pluies avait été également déterminée lors d'une étude similaire à celle réalisée à Bois Robert en 1984 par le LROP sur un dessableur déshuileur traitant des eaux de ruissellement d'un bassin versant urbanisé (LROP, 1984).

Ouvrage	Année	Type	Débit nominal	Bassin versant	Débit testé	Pluies étudiées	Efficacité
Ribaude	2000	déshuileur et décanteur					< 80%
Toulouse1	2002	déboureur séparateur	50l/s	parking	non précisé	après temps sec et pluies	diminue avec fortes pluies
Toulouse2	2002	déboureur séparateur	non mesuré	aire de lavage	non mesuré	après temps sec	faibles concentrations en sortie
Vélizy	1993	déboureur déshuileur + lamelles	150 à 200l/s	résidences : 181ha	< 200l/s	13 + temps sec	HC: 47,2%, MES: 13,6%
Annoeullin	1993	décanteur déshuileur lamellaire	175l/s	ZAC : 35ha	3,25 à 736l/s	5	bonne mais diminue avec fortes pluies
St Michel sur Orge	1998	décanteur déshuileur lamellaire	292l/s	parking	non précisé	non précisé	HC: 96%, MES: 82%
Epinay sur Orge	1998	décanteur déshuileur lamellaire	250l/s	rond point	non précisé	non précisé	bonne
Brunoy	1995-1999	séparateur décanteur	210l/s	résidences 2,7ha	< 160l/s	27	HC: 26%, MES: 54%
Vigneux	1995-2000	séparateur particulaire	560l/s	résidences 108ha	< 390l/s	29	HC: 37 et 80%, MES:12 et 55%
Annemasse		séparateur gros débits	670l/s	pas de données	pas de données	non précisé	concentrations + fortes en sortie
Lyon	1995	séparateurs préfabriqués	pas de données	pas de données	pas de données	7	HC: entre -71 et 14%
Bois Robert	1984	déshuileur à plots	274l/s	166ha		18 + temps sec	HC: 53%, MES: 21
Bordeaux	1997	séparateur à assiettes	20l/s	plate forme	20, 10 et 22l/s	pluies artificielles	HC<0,25mg/l, MES entre 66 et 91%
CEDRE	1988	séparateur	166l/s	plate forme	166l/s	200l d'HC déversé dans lac	HC à l'état de traces en sortie

HC = hydrocarbures, MES = Matières en Suspension

Tableau 2 : Récapitulatif des expériences réalisées sur l'efficacité réelle des séparateurs à hydrocarbures et leurs résultats

O EFFICACITE REELLE : RECENSEMENT DES EXPERIENCES REALISEES A L'ETRANGER

Le ministère de l'Environnement de l'Ontario a effectué en 1999 une étude comparative de **deux** types de **dessableur-déshuileur** : un ouvrage muni d'un puits d'accès (35m³) et un ouvrage comprenant 3 bassins, plus grand (52m³), mais ne comprenant pas de dérivation en cas de fortes pluies. Les résultats sont présentés pour un taux moyen d'élimination pendant **43 événements** de ruissellement pour le premier et **60** pour le deuxième. Les sites retenus, dans le sud de l'Ontario, avaient les mêmes types d'utilisation des sols et de zone de drainage. L'efficacité épuratoire des séparateurs est donnée dans le tableau 3. (Amélioration de la qualité et de l'abordabilité, 2005)

Ouvrage	Pourcentage d'élimination (%)	
	MES	Huiles
3 bassins	48	42
Puits d'accès avec dérivation	61	50

Tableau3 : Efficacité épuratoire des séparateurs étudiés en Ontario

Les rendements énoncés avoisinent les 50%, toujours très en deçà des notices commerciales (80-90%).

Les autres expériences recensées à l'étranger sur le thème des séparateurs à hydrocarbures sont nombreuses mais ne concernent jamais une étude sur l'efficacité réelle d'ouvrages de ce type. Il s'agit en effet **d'expériences en laboratoire** traitant par exemple de nouvelles techniques de séparation des hydrocarbures ou d'amélioration du rendement des techniques existantes. Une étude menée par l'armée américaine conclut par exemple sur une meilleure efficacité des séparateurs lamellaires dont les modules sont en polyéthylène et inclinés de 60° (Gerdes, 2000). Une étude réalisée à Mexico met en évidence la relation entre l'efficacité du séparateur et la façon dont il est configuré (Lopez-Vasquez et Fall, 2004). La séparation membranaire est également évoquée (Daiminger et al., 1995).

ANALYSE ET CONCLUSIONS SUR L'EFFICACITE REELLE DES SEPARATEURS

O MANQUE CRUCIAL D'EXPERIMENTATIONS

On constate tout d'abord une **carence d'expérimentations réelles** réalisées sur de longues périodes en entrée-sortie des séparateurs commercialisés pourtant de plus en plus répandus. Leur efficacité réelle est très mal connue et des études beaucoup plus poussées apparaissent indispensables. En 1984, Y. Ruperd constatait déjà ce manque de données dans la littérature. Vingt ans plus tard, peu d'études supplémentaires ont pu être recensées (Ruperd, 1984).

Les sociétés autoroutières et aéroports (Paris, Strasbourg) qui ont été contactées ne disposent pas d'étude particulière sur leurs ouvrages et n'en connaissent pas l'efficacité réelle (Carsalade, Fino, 2005). Seules des analyses entrée sortie sont parfois réalisées une à deux fois par an (autoroutes Paris-Normandie) mais sur certains sites seulement (Leridand, 2005).

O NORMES NON ADAPTEES

Les normes pour la construction des ouvrages ont des **limites** non négligeables. Il n'est en effet pas fait allusion à la séparation lamellaire et elles ne concernent pas les matières en suspension alors qu'il a été mis en évidence une pollution essentiellement particulaire. Les dimensionnements ne sont clairs que pour les faibles débits. Par ailleurs, les classes d'efficacité sont définies à partir d'échantillons présentant des concentrations en hydrocarbures très élevées comparées aux

teneurs typiques des eaux de ruissellement. Les concentrations en entrée sont presque toujours plus faibles que ce que recommande la norme en sortie et que celles auxquelles s'engagent les fournisseurs de séparateurs (Fouilloux et Aires, 2002).

Les performances de ces essais ne peuvent donc **pas** être **significatives** et représentatives des performances de séparation dans un effluent urbain de temps de pluie.

L'administration impose également un ouvrage pour une situation donnée au lieu d'imposer un niveau maximum de rejets clair et laisser ainsi le concepteur libre de choisir l'ouvrage et le dimensionnement les mieux adaptés.

O DIMENSIONNEMENT ET ENTRETIEN PEU FIABLES

Il existe un réel **problème de maintenance** car les séparateurs sont souvent des ouvrages enterrés et donc difficiles à entretenir. Une campagne d'inspection menée par la DRIRE sur les stations-service de la région Bourgogne a montré que même si elles en possédaient toutes un, sur plusieurs d'entre elles le séparateur d'hydrocarbures n'était pas entretenu et n'assurait plus correctement le traitement des eaux avant rejet (DRIRE Bourgogne). Dans la zone industrielle de Tournan (77), la Société Caillot a été tenue responsable en juillet 2002 des traces importantes d'hydrocarbures sur le plan d'eau du camping situé sur la Marsange : le séparateur à hydrocarbure de l'entreprise était insuffisant par rapport à l'activité du site pour prévenir le départ d'une quantité significative de gazole. La fréquence d'entretien inadaptée du séparateur et la négligence ont également été évoquées. (La République de Seine et Marne, 2005). De nombreux **dysfonctionnements** dus à un manque d'entretien (obturateur cassé, ensablement, bac non vidangé) ont également été constatés en bordure d'autoroutes (Despreaux, 2005). Certains ouvrages sont même laissés à l'abandon. Plusieurs explications peuvent être données quant à ce manque d'entretien : les puits d'accès aux ouvrages sont parfois inadaptés car trop réduits, le matériau coalesceur est parfois inaccessible malgré la nécessité de les changer régulièrement (Viau, 2005). Le plus fréquemment, les collectivités ne savent pas précisément où les séparateurs ont été implantés.

Cette situation s'explique par le fait que le dimensionnement des ouvrages reste **peu fiable**, rendant difficile leur entretien : les séparateurs sont souvent dimensionnés trop petits et pour une densité d'hydrocarbures de 0.8 à 0.9, ne fonctionnant pas pour une densité supérieure à 0.95. Pour les services autoroutiers du Sud de la France, ces outils n'auraient pas été dimensionnés pour les débits de pointe : en cas de forts débits et forts flux de pollution, les eaux circulent dans un by-pass et ne sont pas traitées, l'ouvrage est alors inutile. Il peut être cependant préférable de ne pas traiter ces eaux plutôt que de relarguer les polluants, dans le cas où l'ouvrage n'est pas entretenu régulièrement. Peu de constructeurs ont également fait le choix de certifier leurs produits et ne respectent donc pas les exigences de rejet définies par les normes. Le marché demande également souvent un séparateur sans donner de spécifications techniques, permettant ainsi aux entreprises de travaux publics de proposer le produit le moins cher possible et donc inadapté à la situation (Viau, 2005). Par ailleurs, il y a quelques années, selon les services autoroutiers du Sud de la France, il y aurait eu de fortes **pressions** de la part des fournisseurs pour l'installation de ce type de matériel dont l'implantation s'est faite souvent de manière systématique et sans étude préalable justifiant le choix des lieux (Despreaux, 2005 ; Chocat et al., 2004).

Il faut aussi se rappeler qu'un rejet de 5mg/l annoncé par les fournisseurs ne respecte pas les concentrations généralement autorisées par les services de police des eaux (1mg/l voire 0.1mg/l) (Savary, 2003).

O PERSPECTIVES

Face aux résultats constatés dans les comptes rendus des expériences recensées il apparaît que l'efficacité des séparateurs à hydrocarbures est réelle contre la pollution aux hydrocarbures mais à condition que les hydrocarbures soient libres et en abondance. Ces ouvrages seraient donc adaptés pour intercepter les pollutions massives des stations service, des aires de lavage, des aéroports et des déversements accidentels, par contre cela semble moins pertinent pour les parkings et les routes où des irisations sont certes visibles mais les concentrations piégées restent faibles (Bald et Viau, 1994). On peut d'ailleurs se demander si un hydrocarbure provenant des moteurs de véhicules sur les parkings et imprégnant le bitume est réellement susceptible d'être remobilisé par des eaux. Les séparateurs seraient donc mieux adaptés au traitement industriel qu'au traitement des eaux de ruissellement urbain (Fouilloux et Aires, 2002). Une confusion s'est également installée due à la présence de débourbeur faisant appel au procédé de décantation mais qui n'est pas dimensionné pour intercepter le type de particules fixant les hydrocarbures. La séparation liquide-liquide des hydrocarbures requiert en effet une vitesse ascendante d'environ 8 m/h alors que la dépollution des eaux pluviales nécessite des vitesses descendantes de l'ordre de 1 à 3 m/h (Les séparateurs à hydrocarbures et la dépollution des eaux pluviales, 2005). Une approche différente est donc nécessaire pour le ruissellement urbain, de par sa nature et ses caractéristiques : la décantation lamellaire semble la plus adaptée. L'idéal serait une **décantation suivie d'un déshuilage**.

D'autre part, même si parfois un lavage de l'ouvrage n'apporte pas d'amélioration en terme d'efficacité épuratoire (Lyon), les dysfonctionnements proviennent d'une remise en suspension des hydrocarbures qui pourrait être évitée par une **bonne maintenance**. Des programmes d'entretien et de contrôle des performances des ouvrages ainsi qu'un inventaire des quantités d'hydrocarbures extraites devraient être mis en place par les collectivités (Savary, 2003). Rusticité et robustesse pour ce type d'ouvrage sont des qualités à rechercher puisque dans beaucoup de cas, l'entretien sera peu fréquent et effectué par une personne peu motivée et peu qualifiée. L'isolement est aussi préconisé pour limiter les actes de vandalisme (Ruperd, 1984). La mise en œuvre d'équipements de mesures et d'alarmes (capteur détectant le niveau de boue et sonde détectant le niveau d'hydrocarbures par exemple) sur les ouvrages est nécessaire pour une bonne fiabilité des équipements et une optimisation des coûts d'exploitation. Pour une meilleure gestion, ces alarmes peuvent être reliées à une télésurveillance (Viau, 2005).

On constate également de réelles **différences de comportements des ouvrages** dues à leur installation sur des bassins versants différents. De nombreux paramètres sont à prendre en considération dans le choix de l'installation et du dimensionnement d'un ouvrage de prétraitement : débit, effluent à traiter, durée des événements pluvieux et leur fréquence, pluviométrie, type de pollution...

La qualité du séparateur ne fait en effet pas tout, il faut qu'il soit **adapté à des conditions** d'utilisation précises (par exemple, Vigneux aurait été plus efficace à Brunoy et inversement). Il semble nécessaire de réaliser une **étude préalable** et des essais de traitement pour tout dépollueur d'eaux pluviales (St Dizier le préconise) afin de quantifier et qualifier les eaux de ruissellement pour servir de base au choix et au dimensionnement des ouvrages de dépollution.

Enfin, il serait souhaitable de rédiger des **normes adaptées** qui distingueraient les procédés : ceux adaptés aux effluents provenant de surfaces particulièrement exposées de façon chronique aux hydrocarbures (stations de carburants ...), ceux adaptés au piégeage de rejets accidentels concentrés (sites jugés à risque, liée à leur activité, éventuellement conjuguée à la vulnérabilité du milieu récepteur) et enfin ceux adaptés à la dépollution des eaux de ruissellement. Pour les eaux de ruissellement pluvial, le rendement de séparation des hydrocarbures devrait plutôt être évalué en fonction du rendement épuratoire sur les matières en suspension. La couverture des aires sujettes aux déversements d'hydrocarbures et l'isolement de leurs ruissellements d'origine pluviale doit être privilégiée (Fouilloux et Aires, 2002).

BIBLIOGRAPHIE

ABT Vincent, CARON Cécile et al. juin 2000 . Diagnostic du fonctionnement d'ouvrages de collecte et de rétention des eaux pluviales de la carrière de Ferrussac et de la RD 999. Montpellier, ENGREF, 54 p.

Amélioration de la qualité et de l'abordabilité [mise à jour en 2005]. Désableurs déshuileurs. Canada Mortgage and Housing Corporation – Société canadienne d'hypothèques et de logement. Disponible sur internet : <http://www.cmhc-schl.gc.ca> [consulté le 2 décembre 2005].

BALD Jean-Louis, VIAU Jean-Yves, Mai 1994. Une nouvelle approche du traitement de la pollution des eaux de ruissellement dans les réseaux pluviaux. L'eau, l'industrie, les nuisances. Vol 173, p 45-47.

CARSALADE Dominique, 2005. Chargé de Mission Management Environnemental Service Qualité, Environnement. Aéroport international Strasbourg. Correspondance en Novembre 2005.

Chambre de commerce et d'industrie de Paris [mise à jour en 2005]. Zoom sur la problématique de l'eau par métiers. Disponible sur internet : <http://www.environnement.ccip.fr/eau/activites/garage4.htm> [consulté le 15 Octobre 2005].

CHOCAT Bernard, 1997. Encyclopédie de l'Hydrologie Urbaine et de l'Assainissement. Paris, Lavoisier, 1124p.

CHOCAT Bernard, GAUD Bernard, BRAND Raphaël, SIBEUD Elisabeth, CHAPGIER Jean, 2004. Les hydrocarbures dans les eaux pluviales, solutions de traitement et perspectives. Rendez-vous du GRAIE, Annemasse, 8 Décembre 2004. 25 p. Disponible sur Internet : <http://www.graie.org/graie/graiedoc/RDV/RDV11supports.pdf> [consulté le 01/12/2005]

DAIMINGER U., NITSCH W., PLUCINSKI P., HOFFMANN S., 1995. Novel techniques for oil/water separation. Journal of Membrane Science. Vol 99, p197-203.

DESPREAUX Marc, 2005. Société des autoroutes du Sud de la France. Interview du 2 Novembre 2005.

DRIRE, Une campagne d'inspection menée par la DRIRE sur les stations-service de la région Bourgogne. Disponible sur internet : <http://www.bourgogne.drire.gouv.fr/environnement/> [consulté le 5 Novembre 2005].

DROUET Benoît, NASH Alex, PARE Sébastien, 2002. Le traitement des hydrocarbures et des graisses. Dossier Pollutec. Montpellier, Engref. 31 p.

FINO Julie, 2005. Unité Opérationnelle Energie et Logistique, Activités Déchets et Assainissement, Aéroport de Paris. Correspondance en Novembre 2005.

FOUILLOUX René-Claude, AIRES Nadine, 2002. Avant projet soumis à l'enquête : XP P 16-442 « Mise en œuvre et maintenance des séparateurs de liquides légers et débourbeurs ». Enquête Commission AFNOR. Paris-La Défense, Afnor. Juin 2002.

GERDES GARY L., DEGUZMAN A., décembre 2000. Designing coalescing oil/water separators for use at Army Washracks. Springfield (VA, USA), US Army Corps of Engineer, National

Technical Information Service. 44 p. Disponible sur internet : http://www.cecer.army.mil/TechReports/Gerdes_coalescing_oil/Gerdes_coalescing_oil.pdf [Consulté le 15 octobre 2005].

HAJJI Ahmed, 1998. Pollution des eaux par la circulation automobile. Synthèse bibliographique. Montpellier, ENGREF, 8 p.

L'OPEZ-VASQUEZ C., FALL C., février 2004. Improvement of a gravity oil separator using a designed experiment. Mexico, Universidad Autonoma del Estado de Mexico. 20p.

La République de Seine et Marne, [mise à jour : 2005]. Vagues de pollution dans les rivières. Disponible sur internet : <http://www.larepublique.com> [consulté le 2 décembre 2005].

Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien (LROP), avril 1998. Efficacité d'ouvrages de dépollution des eaux pluviales. LROP, Trappes, 66p.

LALANNE Laurence, 1998. Bilan technico-économique sur les ouvrages préfabriqués de dépollution des eaux pluviales sur l'Essonne et les Yvelines. Nanterre, Agence de l'Eau Seine Normandie. Document provisoire, 46p.

LANSONNEUR Pascal, mai 1988. Séparateur eau hydrocarbure SEREP VACSEP. La Croix Rouge. Rapport de stage de 2^{ème} année, BTS Maintenance industrielle. Brest, 37 p.

LEGRAND J, MAILLOT H., NOUGAREDE F., DEFONTAINE S., 1994. Dispositif de traitement des eaux de ruissellement de la ZAC d'Annoeullin. Techniques, Sciences et Méthodes, n°11. 1994. p639-643.

LERIDAND Sophie, 2005. Société des autoroutes Paris-Normandie. Interview du 2 Novembre 2005.

Université de Savoie, [Mise à jour 2005]. Les séparateurs à hydrocarbures et la dépollution des eaux pluviales, Chambéry, Annecy, Université de Savoie. Disponible sur internet : <http://www.univ-savoie.fr/mse/ressources/rapports/rapports99/bnico/m%E9moire/traitements/separateur%20hydrocarbure.htm> [consulté le 2 décembre 2005].

MERLE JP., sept. 1996. Synthèse des études sur la composition des eaux de ruissellement des chaussées. Etude A.S.F.A 96.7.2.10, St Quentin en Yvelines, Scetautoroute environnement.

ROBERT Philippe, mars 2001. Le traitement des eaux pluviales autoroutières, conception, utilisation et retour d'expérience. Synthèse technique. Montpellier, ENGREF, 14 p.

RUPERD Y., BOURGOGNE P., BLANLOEIL C., 1998. Plate-forme expérimentale pour tests de dispositifs compacts de traitement des eaux de ruissellement. IN : Troisième conférence internationale sur les nouvelles technologies en assainissement pluvial, NOVATECH, p405-412.

RUPERD Y., 1993 . Un séparateur lamellaire pour traiter les eaux de ruissellement urbaines ?. Bulletin de liaison Laboratoire des Ponts et Chaussées. 1993. Vol 183, p85-90.

RUPERD Y., juil. 1984. Suivi du déshuileur à plots de Bois Robert. Trappes, Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien, 56p.

SAVARY Patrick, 2003. Remarques concernant les séparateurs à hydrocarbures. Entretien en Octobre 2005.

SAINT DIZIER ENVIRONNEMENT, 2005. Vade-mecum du séparateur prêt à poser, catalogue.

NF 2004, Séparateurs à hydrocarbures, Saint Dizier Environnement, Journal Application. Déc. 2004.

VIAU Jean-Yves, 2005. Directeur technique, Saint Dizier Environnement. Correspondance en Novembre 2005.

XAUMIER Florence, MONTREJAUD-VIGNOLES Mireille, VIGNOLES Christian, RENNER Christophe, Etude de l'efficacité de deux ouvrages de prétraitement avant rejet dans le réseau des eaux pluviales de la Ville de Toulouse. NOVATECH 2004. Lyon, Juin 2004, p283-290.