

Chapitre 6

Dimensions des ouvrages d'interception

6.1.Présentation

Toutes les études qui peuvent être menées sur les rejets urbains par temps de pluie sont entreprises parce qu'il est urgent maintenant de protéger les milieux naturels contre les nuisances qu'ils engendrent, voilà pourquoi le dernier chapitre est consacré aux ouvrages de dépollution qui peuvent être envisagés pour traiter ces rejets. Dans le chapitre 5, nous avons mené un certain nombre d'investigations sur les paramètres pouvant expliquer la formation et l'importance de leur pollution. Nous allons utiliser les résultats obtenus, en particulier les concentrations, les masses et les volumes qui ont été reconstitués, et les courbes de répartition de la masse avec le volume. Pour notre étude, deux types d'ouvrage ont été retenus: des ouvrages à dominante stockage-décantation et des ouvrages de traitement au fil de l'eau.

Le paragraphe 6.2 présente les ouvrages que nous étudions, il explique quelles efficacités nous calculons et avec quelles méthodes.

Le paragraphe 6.3 présente les efficacités des ouvrages de stockage. Les résultats sont les suivants:

- * pour les efficacités à long terme:
 - * l'influence de la reconstitution des masses produites par événement;
 - * des ordres de grandeurs des efficacités en fonction des volumes d'interception;
 - * des indications sur l'influence des caractéristiques des sites sur les variabilités observées;
- * pour les efficacités à court terme:
 - * des ordres de grandeur des efficacités sur les masses produites les plus grandes en fonction des volumes d'interception;
 - * l'importance des masses non interceptées.

Le paragraphe 6.4 présente les efficacités des ouvrages de traitement au fil de l'eau calculées sur les 4 bassins versants expérimentaux. Les résultats sont les suivants:

- * pour les efficacités à long terme:

- * l'influence des reconstitutions de la répartition de la masse rejetée avec le volume écoulé;
- * des ordres de grandeur des efficacités d'interception en fonction des débits de traitement;
- * pour les efficacités à court terme:
 - * des ordres de grandeur des efficacités d'interception des masses produites les plus grandes en fonction des débits de traitement;
 - * l'importance des masses non interceptées.

6.2. Définition et méthode de calcul des efficacités d'interception

6.2.1. Les ouvrages de traitement et leur efficacité

6.2.1.1. Le principe des ouvrages de traitement

Les ouvrages de traitement doivent être conçus pour tenir compte des spécificités des rejets urbains par temps de pluie. Tout d'abord, les volumes et les débits de pointe concernés sont très importants, beaucoup plus grands que les valeurs admissibles à l'entrée d'une station d'épuration classique, d'où la mise en place de déversoirs. De plus, ces valeurs importantes interviennent sur des durées relativement courtes (quelques heures).

D'autre part, la pollution contenue dans les rejets urbains de temps de pluie apparaît également spécifique avec des teneurs en métaux et des concentrations de MES, à l'échelle d'un événement, qui sont largement supérieures à celles des eaux usées. Elle présente de plus une pollution beaucoup moins organique. Toutes ces spécificités entraînent des perturbations importantes sur le fonctionnement des étages biologiques des stations d'épuration lors de l'introduction de rejets pluviaux.

En revanche, d'autres caractéristiques fournissent des pistes pour mettre en place des techniques de traitement adaptées aux rejets urbains de temps de pluie. Il est apparu à la suite de campagnes de mesure sur les solides en réseau d'assainissement (Chebbo et al., 1990) que la pollution est majoritairement fixée sur les particules solides, tant pour la DCO, la DBO₅ que pour les hydrocarbures et le plomb. De plus, les solides en suspension sont en grande proportion très fins: 70 à 80% de la masse totale est constitué de particules dont la taille est inférieure à 100 μm . Elles ont des masses volumiques très grandes, entre 2.19 et 2.56 g/cm^3 pour des collecteurs séparatifs, et entre 1.66 et 2.15 g/cm^3 pour des collecteurs unitaires. Cela explique en partie que leurs vitesses de chute en eau calme sont également très fortes, de l'ordre de quelques m/h.

Ces derniers points montrent que la décantation se révèle bien être une solution efficace. Deux types d'ouvrage par décantation peuvent être identifiés. Les plus simples à concevoir sont des capacités de stockage qui interceptent les volumes les plus pollués. Or, nous avons vu dans le chapitre précédent qu'ils représentent des fractions parfois importantes de l'écoulement total. Par conséquent, il est impossible de se limiter aux premiers m^3 déversés, et les capacités d'interception-décantation seront de volume important. Ce type d'ouvrage a l'avantage d'être simple et efficace, mais en zone urbaine où l'espace disponible est limité, leur encombrement représente un réel inconvénient. C'est pourquoi on envisage également des ouvrages de traitement par décantation de type décanteur lamellaire, qui traitent les effluents au fil de l'eau et dont les volumes sont considérablement limités. De plus, ces dernières années des expérimentations ont pu montrer que ce type d'ouvrage, utilisé jusqu'ici pour des débits faibles, pouvait être efficace pour des débits importants.

comme ceux observés par temps de pluie (Dastugnes et al., 1993).

Les critères pour représenter le fonctionnement des ouvrages ont été choisis de manière simple, il s'agit:

- * du volume, pour les ouvrages de type stockage-décantation;
- * du débit maximal admissible, pour les ouvrages de traitement au fil de l'eau.

L'objectif de notre étude est d'en donner des ordres de grandeur de manière à répondre aux questions: quels sont les volumes ou les débits qu'il faut intercepter pour être efficace dans la lutte contre la pollution des rejets urbains par temps de pluie ?

6.2.1.2. Les impacts sur le milieu récepteur et leurs indicateurs

Pour savoir dans quelle mesure les ouvrages de traitement sont efficaces, il faut définir des critères pour mesurer leur efficacité. Les ouvrages de traitement sont mis en place pour protéger les milieux naturels. Ces critères doivent donc être en rapport avec les impacts engendrés par les rejets. Or, dans les études menées pour mieux connaître les réactions aux rejets urbains, il est d'usage de faire la distinction entre les différentes échelles de temps qui permettent la disparition des polluants: lorsque la durée des effets est plus courte que l'intervalle séparant deux événements pluvieux, et lorsque la durée des effets est très supérieure à celle d'un événement.

Les indicateurs que nous utilisons pour représenter les impacts sont basés sur ces deux échelles de temps. Il s'agit:

- * des masses rejetées pendant les événements les plus pollués, pour représenter les effets de choc;
- * des masses rejetées pendant plusieurs mois, considérée comme une longue période, pour les effets cumulatifs.

Ces indicateurs représentent une simplification extrême de ce qui se passe dans les milieux récepteurs. Mais ces variables sont les plus simples et les plus courantes à obtenir. En outre, elles respectent les deux échelles de temps qui sont au centre des études sur les impacts qui jusqu'à présent ne fournissent pas d'indicateurs plus précis.

6.2.1.3. Définition des efficacités d'interception

Beaucoup d'études concernant les ouvrages tels que des décanteurs sont axées sur leur efficacité de traitement, c'est-à-dire évaluer et augmenter la fraction de la pollution entrante qui peut être décantée. Les efficacités de traitement sont alors obtenues en comparant la pollution qui entre dans les ouvrages avec celle qui en sort. Or, un ouvrage est efficace vis-à-vis du milieu récepteur, s'il permet de réduire, voire d'éliminer,

les masses rejetées. C'est pourquoi il paraît pertinent tout d'abord, de comparer la pollution qu'un ouvrage intercepte avec celle qu'il ne peut pas intercepter, et qui est rejetée directement. Combiner les 2 types de comparaisons permettrait d'obtenir une efficacité totale qui tient compte à la fois de l'efficacité d'interception et de l'efficacité de traitement.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés uniquement aux efficacités d'interception. Dans un premier temps, nous associons donc à un ouvrage une efficacité d'interception qui est définie à deux échelles de temps et qui tient compte des indicateurs sur les impacts:

- * A l'échelle d'un événement pluvieux, l'efficacité d'interception d'un ouvrage est le rapport de la masse interceptée et de la masse produite totale, cette dernière se décompose en fraction interceptée et fraction non interceptée, c'est-à-dire rejetée directement.

$$\text{Efficacité d'interception pour un événement} = \frac{\text{Masse interceptée pendant l'événement}}{\text{Masse produite pendant l'événement}} \quad \text{Eq. 6}$$

- * A long terme, la définition de l'efficacité d'interception d'un ouvrage reste la même, c'est le rapport de la masse interceptée pendant la période considérée et de la masse produite sur cette période. La masse interceptée est donc la somme des masses interceptées pour chaque événement de la période, et la masse produite totale est la somme des masses produites pendant chaque événement.

$$\text{Efficacité d'interception à long terme} = \frac{\sum \text{Masse interceptée pendant un événement}}{\sum \text{Masse produite pendant un événement}} \quad \text{Eq. 7}$$

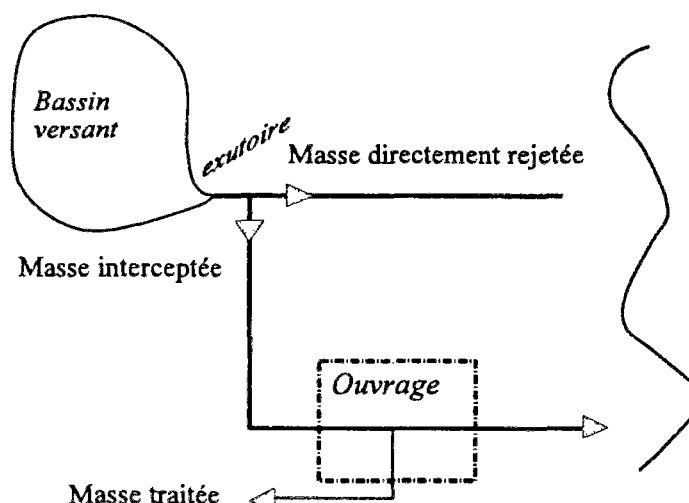


Figure 6.1 Définition de l'efficacité d'interception d'un ouvrage de traitement

6.2.1.4. Définition des rejets résiduels

Toutefois, l'interception ne suffit pas pour estimer si un ouvrage protège efficacement le milieu naturel. En effet, l'interception pour un événement peut être, par exemple de 80%, sans que cela garantisse une masse rejetée inoffensive. Il faut donc également s'intéresser à ce qui est rejeté. Or, l'état actuel des connaissances sur les impacts engendrés par les rejets urbains par temps de pluie, ne permet pas de fournir des ordres de grandeur des masses, à court terme aussi bien qu'à long terme, qu'un milieu peut recevoir sans dommage. Par conséquent, nous n'avons pas de valeurs de référence auxquelles nous pourrions comparer ce que les ouvrages rejettent. Les masses interceptées restent notre seul critère de comparaison pour donner des ordres de grandeur des volumes et des débits à traiter.

Pour le long terme, les ordres de grandeur des masses produites ne sont pas les mêmes et dépendent des caractéristiques des sites, donc pour comparer les sites, on compare les pourcentages des masses interceptées.

Pour le court terme, à défaut d'une masse seuil, que la masse rejetée ne devrait pas dépasser, la masse la plus grande produite sur l'ensemble des événements peut jouer un rôle de valeur de référence, en tant que pollution extrême enregistrée pendant la campagne. Pour un événement, on évalue la fraction de la masse qui n'est pas interceptée par l'ouvrage et qui est donc rejetée directement, puis on la compare à la masse la plus grande, afin de définir l'importance du rejet résiduel et de déterminer pour quels événements le rejet est le plus important. Car il ne s'agit pas toujours des événements pour lesquels la masse produite est la plus grande.

De plus, les sites étudiés ne disposaient pas d'ouvrage de traitement. Par conséquent l'objectif de ce chapitre est de donner le volume ou le débit maximal pour des ouvrages qui pourraient être installés. Les caractéristiques des sites sont très différentes, en particulier leur surface. Par conséquent, on ne peut pas comparer directement les volumes ou les débits des ouvrages sur différents sites. Dans les premières études concernant les efficacités d'interception (Bachoc et al., 1991), les dimensions sont ramenées à la surface imperméable. Or, l'étude des données hydrauliques de l'ensemble des sites utilisés montre que les surfaces actives sont suivant les cas de l'ordre de la surface imperméable ou beaucoup plus petites. De plus, connaissant les incertitudes sur l'estimation des surfaces imperméables, il paraît plus juste pour comparer les sites d'utiliser la surface active. Les dimensions des ouvrages sont donc exprimées en m^3 par hectare actif (noté $\text{m}^3/\text{ha act}$) pour le stockage, et en l/s par hectare actif (noté l/s/ha act) pour le traitement au fil de l'eau.

6.2.2.Méthodes de calcul des efficacités d'interception

6.2.2.1.Principes de calcul et données nécessaires

Le calcul des efficacités d'interception repose sur l'évaluation de la masse interceptée par un ouvrage pendant chaque événement. Pour mener à bien ces calculs de manière cohérente, sur l'ensemble des événements et des sites, certaines hypothèses communes sont nécessaires pour les deux types d'ouvrage. Le détail des calculs est ensuite différent suivant le type d'ouvrages.

Les hypothèses communes aux deux types d'ouvrages et concernant les données enregistrées pendant un événement sont les suivantes:

- * pour un événement, l'hydrogramme et le pollutogramme commencent et finissent en même temps;
- * le début de l'interception correspond au début du pollutogramme;
- * la variation du débit entre deux mesures est supposée linéaire avec le temps;
- * les courbes qui représentent les masses rejetées en fonction du volume écoulé comprennent des points, qui correspondent aux mesures des concentrations; on suppose que ces points sont reliés par des droites;
- * pour les sites étudiés, les mesures de concentration au cours d'un événement correspondent à des moyennes entre deux temps.

Dans le cas des ouvrages de stockage, le principe de calcul est le suivant:

on note V_{ion} le volume d'interception fixé pour tous les événements, V_{ruist} le volume ruisselé total au cours d'un événement. Pour un événement, le calcul de la masse interceptée se déroule de la façon suivante:

- * si $V_{ion} \geq V_{ruist}$, tout l'écoulement est intercepté: le volume intercepté est égal au volume total de l'écoulement et la masse interceptée est égale à la masse produite totale pendant l'événement;
- * si $V_{ion} < V_{ruist}$, une partie de l'écoulement seulement est interceptée: le volume intercepté est égal à V_{ion} et la masse interceptée est la masse produite depuis le début de l'écoulement jusqu'à ce que le volume écoulé soit égal à V_{ion} ; sa valeur se lit sur la courbe donnant la masse écoulée en fonction du volume écoulé.

Dans le cas des ouvrages au fil de l'eau, les principes de calcul sont les suivants:

On note Q_s le débit seuil au-dessus duquel le débit écoulé n'est plus intercepté en totalité. Il faut superposer les mesures de concentration et de débit en fonction du temps. Si elles ne sont pas disponibles aux mêmes moments, il faut combler les valeurs manquantes tant en concentration qu'en débit, afin de disposer d'une mesure de débit pour chaque mesure de concentration et inversement. Le calcul des valeurs manquantes se fait grâce aux hypothèses de linéarité des débits entre 2 mesures. Après ces calculs, entre deux valeurs successives de débit Q_1 et Q_2 , mesurées aux temps t_1 et t_2 , on applique les règles suivantes:

- * si Q_s est supérieur à Q_1 et à Q_2 , toute la masse produite entre t_1 et t_2 est interceptée, elle se calcule avec le débit variant linéairement de Q_1 à Q_2 ;
- * si Q_s est compris entre Q_1 et Q_2 , une fraction de la masse est interceptée, dont une partie se calcule avec le débit variant entre Q_1 et Q_s , et l'autre partie avec le débit constant égal à Q_s ;
- * si Q_s est inférieur à Q_1 et Q_2 , une fraction de la masse est interceptée, elle se calcule avec le débit constant égal à Q_s .

Après avoir effectué les calculs pour toutes les valeurs de débit constituant un événement, il faut sommer les masses interceptées pour aboutir à la masse interceptée pendant la totalité de l'événement.

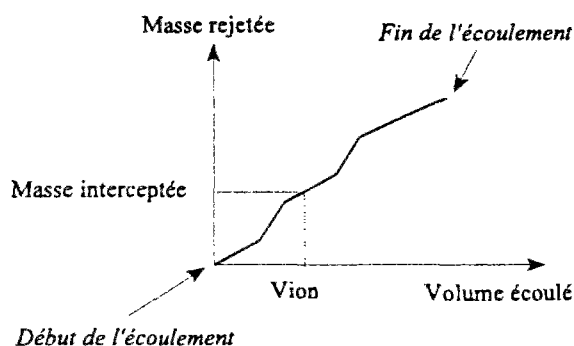


Figure 6.2 Masse interceptée pendant un événement pour un volume d'interception donné, V_{ion}

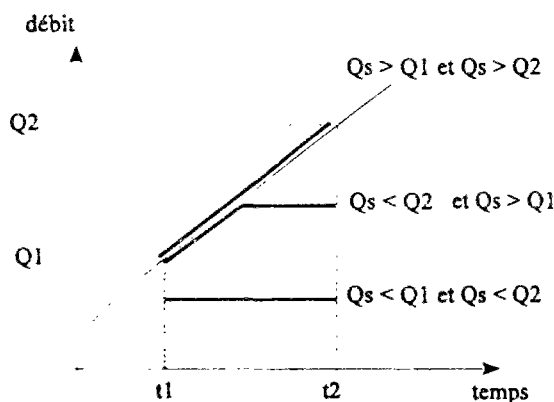


Figure 6.3 Débit pour calculer la masse interceptée entre 2 mesures de débit, en fonction du débit seuil

6.2.2.2. Méthodes de reconstitution des données pour le calcul des efficacités

L'exposé du paragraphe précédent montre que pour calculer la masse interceptée par un ouvrage

- * pour les volumes à traiter, il faut la courbe de répartition de la masse rejetée avec le volume écoulé

- * pour les débits à traiter, il faut l'hydrogramme et le pollutogramme;
- * pour les 2 types d'ouvrages, il faut la masse produite totale et le volume écoulé total.

Pour la répartition de la masse en fonction du volume

Pour effectuer le calcul de la masse interceptée, il faut la répartition de la masse rejetée en fonction du volume écoulé. Cette courbe ne peut pas être établie s'il manque l'hydrogramme ou le pollutogramme. Sur les données disponibles, on a pu constater que la situation "un pollutogramme sans hydrogramme" n'existe pas. On peut donc ramener l'inexistence de cette courbe à l'inexistence du pollutogramme. Dans le cas où elle n'existe pas, on utilise une courbe adimensionnelle identique pour tous les événements. Ensuite, par multiplication par la masse et par le volume de l'événement, on obtient une courbe dimensionnelle reconstituée.

Plusieurs courbes adimensionnelles peuvent être utilisées. L'étude du chapitre 5 a montré que les courbes réelles de répartition de la masse avec le volume sont très différentes d'un événement à un autre. Aussi, l'utilisation d'une courbe obtenue en faisant la moyenne sur les courbes mesurées s'avère beaucoup trop imprécise, elle donne des ordres de grandeur sans estimer leur incertitude. Lors d'une étude sur les quatre bassins expérimentaux (Marquet, 1993) les courbes extrêmes (courbes inférieures et supérieures des fuseaux de courbes mesurées) ont été utilisées afin de donner des fourchettes de valeurs. Or, cette méthode est la plus pessimiste, dans le cas de la courbe inférieure on ne peut pas sous-estimer plus les efficacités, et à l'opposé avec la courbe supérieure l'estimation ne peut pas être plus sur-estimée. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser des courbes caractéristiques intermédiaires, à 25 et 75% qui définissent des fuseaux au-dessous desquels se trouvent respectivement 25 et 75% des courbes mesurées.

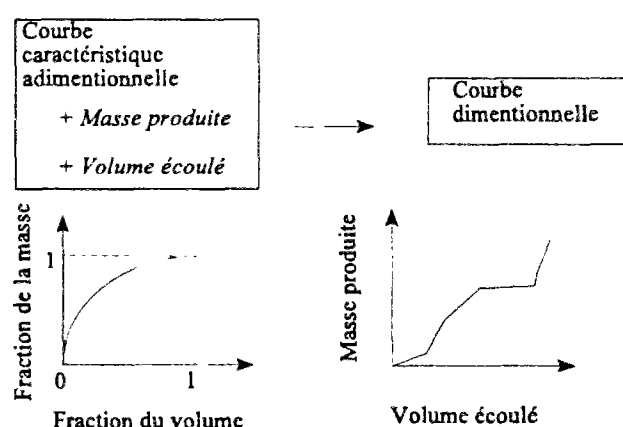


Figure 6.4 Reconstitution de la masse en fonction du volume à partir d'une courbe caractéristique adimensionnelle

Pour le pollutogramme

La reconstitution du pollutogramme s'effectue en trois étapes:

- * calcul de la répartition de la masse en fonction du volume comme cela est expliqué ci-dessus, afin d'obtenir les concentrations moyennes à chaque fraction de volume;
- * calcul des volumes écoulés en fonction du temps, à partir des données de l'hydrogramme;
- * superposition de ces deux représentations pour obtenir les concentrations en fonction du temps.

$$\text{Concentration entre } t_i \text{ et } t_j = \frac{M_j - M_i}{V_j - V_i}$$

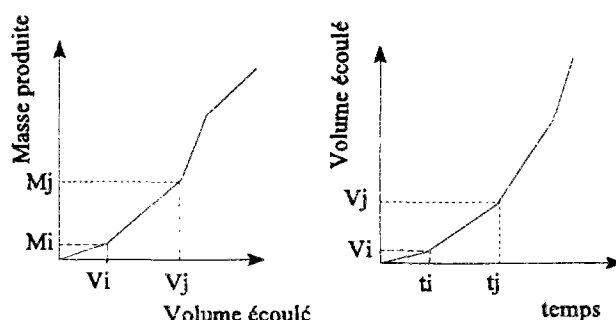


Figure 6.5 Reconstitution d'un pollutogramme à partir de la répartition de la masse en fonction du volume et de celle du volume avec le temps

Pour les volumes

Si l'hydrogramme n'a pas été mesuré, le volume total écoulé pendant l'événement n'a pas pu être calculé. Or cette valeur est nécessaire au calcul des masses en fonction des volumes. Deux méthodes peuvent être appliquées pour son calcul:

- * utiliser le coefficient volumétrique moyen et les pertes initiales établis dans le chapitre 4;
- * utiliser les équations de régression établies dans le chapitre 4 pour établir les masses annuelles.

Pour les concentrations moyennes par événement et les masses

La masse totale de l'événement est utilisée pour calculer la courbe de variation des masses avec le volume. Dans le chapitre 4, des équations de régression ont été établies pour les concentrations moyennes par événement et pour les masses totales. Or, leur utilisation dans le calcul des masses annuelles a montré que l'application des équations de régression n'est pas possible sur l'ensemble des événements. Pour le calcul des masses interceptées, on peut envisager de comparer deux méthodes:

- * utiliser les équations de régression, et calculer les masses interceptées uniquement sur les événements où cela est possible;
- * utiliser la concentration moyenne et la multiplier par le volume, et calculer les masses interceptées sur les événements pour lesquels le volume est disponible.

La comparaison des deux méthodes permettra de savoir pour le calcul des masses interceptées, si une

information peu précise comme la concentration moyenne n'est pas suffisante.

Pour les hydrogrammes

Pour le débit de traitement, le calcul nécessite un pollutogramme et un hydrogramme, car dans ce cas on ne peut pas se passer du temps. Les premiers calculs effectués pour estimer des débits à traiter utilisaient des données pratiquement complètes (plus de 90% des événements ont un hydrogramme mesuré sur les bassins de Maurepas, Les Ulis, Aix Zup et Aix Nord) la question de la reconstitution ne se posait donc pas. En revanche, sur les autres séries de données peu d'hydrogrammes sont disponibles. Mais dans le cadre de cette étude, il n'a pas été envisagé de les reconstituer.

6.2.2.3. Application aux données disponibles

Pour les volumes à traiter, les calculs pourront se faire sur l'ensemble des sites utilisés jusqu'à présent. En effet, les données disponibles correspondent aux données utilisées directement dans les calculs ou dans les reconstitutions. En revanche, pour les débits à traiter, les calculs sont limités aux quatre bassins versants expérimentaux. Car, ce sont les seuls sites qui possèdent des hydrogrammes en quantité suffisante.

Les efficacités à long terme sont calculées sur les événements ayant servis au calcul des masses annuelles. Il s'agit donc parfois de durées inférieures à l'année. En ce qui concerne les concentrations moyennes par événement et les masses, la méthode de reconstitution utilisée est celle qui a été retenue pour la masse annuelle (Cf tableau 4.9).

6.3. Les ouvrages de stockage

6.3.1. Efficacité d'interception à long terme

6.3.1.1. Influence de la répartition de la masse avec le volume en cours d'événement

Comme le paragraphe 6.2 le présente, pour reconstituer les variations de la masse produite en fonction du volume écoulé en cours d'événement, on utilise les deux courbes caractéristiques à 25 et 75%. Par la suite elles seront appelées respectivement "courbe 25" et "courbe 75". Elles séparent les fuseaux des courbes mesurées sur un site en deux zone: 25% des courbes mesurées sont au-dessous de la courbe 25 et 75% des courbes mesurées sont au-dessous de la courbe 75.

Pour estimer l'influence des courbes 25 et 75, on compare la répartition de la masse interceptée en fonction du volume intercepté avec la répartition de la masse en fonction du volume donnée par les courbes 25 et 75:

- * pour le premier type de répartition chaque courbe correspond à un site, toutes les courbes appartiennent à un fuseau assez resserré sauf quelques unes qui s'écartent de plus de 20% au-dessus des autres courbes;
- * pour le deuxième type de répartition, les sites correspondant à ces courbes présentent également les courbes les plus hautes; il existe quelques cas pour lesquels les courbes sont très inférieures aux autres. On retrouve ces sites sur le premier type de répartition parmi les masses interceptées les plus faibles. Mais les différences avec les autres sites sur les masses interceptées sont très faibles.

Par conséquent, sur les courbes extrêmes supérieures il y a incontestablement une relation étroite entre la masse interceptée et la répartition de la masse en cours d'événement. Dans le cas des courbes extrêmes inférieures, la relation est beaucoup moins forte.

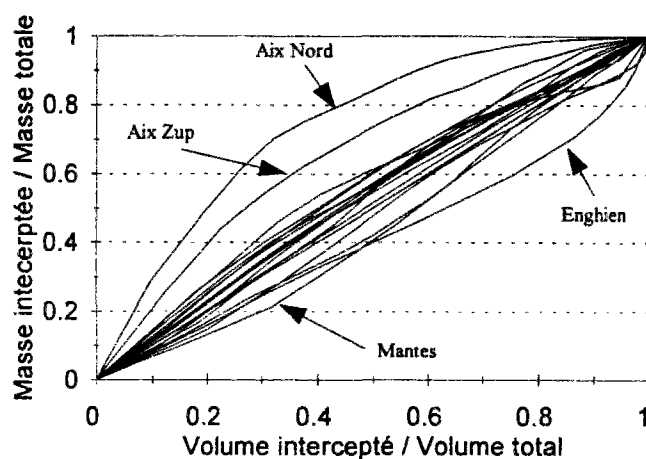


Figure 6.6 Masse de MES interceptée à long terme en fonction du volume intercepté, courbes 25

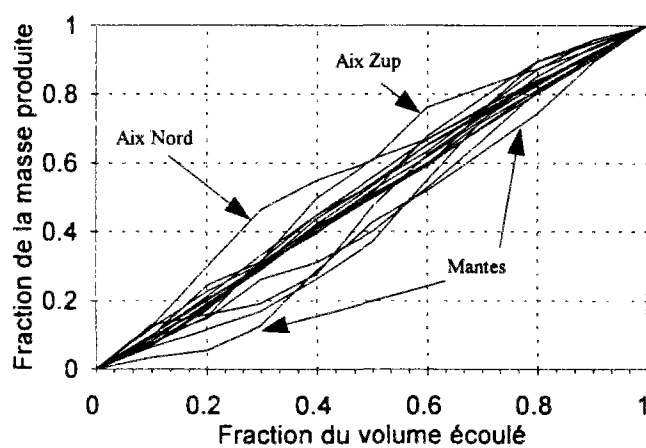


Figure 6.7 Répartition de la masse de MES avec le volume en cours d'événement, courbes 25

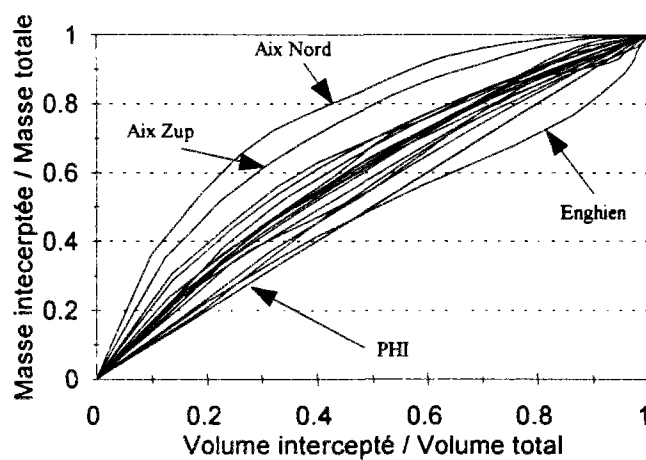


Figure 6.8 Masse de MES interceptée à long terme en fonction du volume intercepté, courbes 75

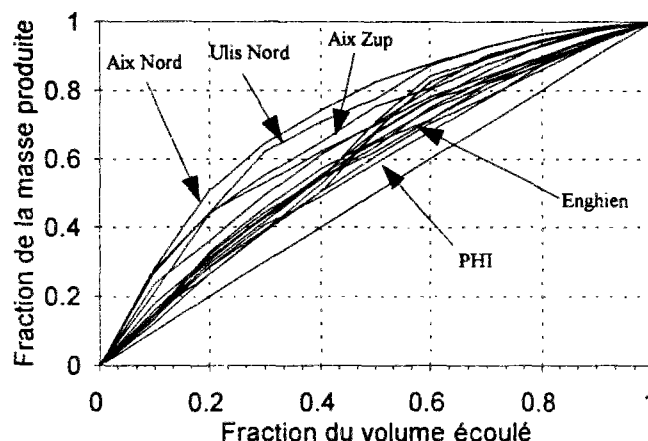


Figure 6.9 Répartition de la masse de MES avec le volume en cours d'événement, courbes 75

6.3.1.2. Influence des volumes écoulés

On s'intéresse maintenant aux volumes d'interception correspondant aux masses interceptées. Lorsqu'on trace pour chaque site, les courbes de répartition de la masse interceptée en fonction du volume d'interception (et non plus du volume intercepté), on constate que :

- * les courbes forment un fuseau continu d'où sortent 2 ou 3 courbes;
- * les courbes remarquables se situent dans la partie supérieure des fuseaux, c'est-à-dire que pour certains sites, la masse interceptée pour un volume d'interception donné est toujours largement supérieure aux autres valeurs;
- * ces sites ne correspondent pas à ceux mis en évidence dans le paragraphe précédent. Ainsi, Aix Nord et Aix Zup qui possèdent des courbes 25 et 75 très supérieures aux autres, n'ont pas des masses interceptées très fortes pour un volume d'interception donné comparés aux autres sites;
- * pour les retrouver, il faut tracer les variations des volumes interceptés en fonction du volume d'interception.

Cela met en évidence un fait important, à savoir que les volumes les plus grands enregistrés sur chaque site ne sont pas comparables. Ils varient entre 100 et 800 m³/ha act. Ils correspondent également aux volumes nécessaires pour intercepter 100% de la masse produite. Par conséquent les variations observées sur les efficacités d'interception proviennent plus des différences sur les volumes enregistrés sur chaque campagne que la répartition de la pollution à l'intérieur des événements.

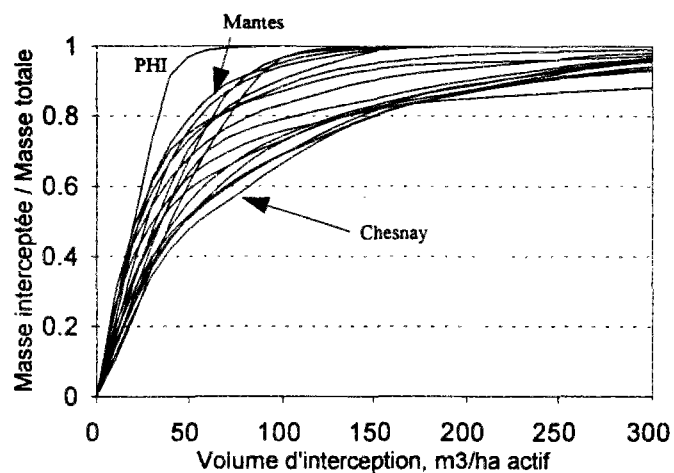


Figure 6.10 Masse de MES interceptée à long terme en fonction du volume d'interception, courbes 25

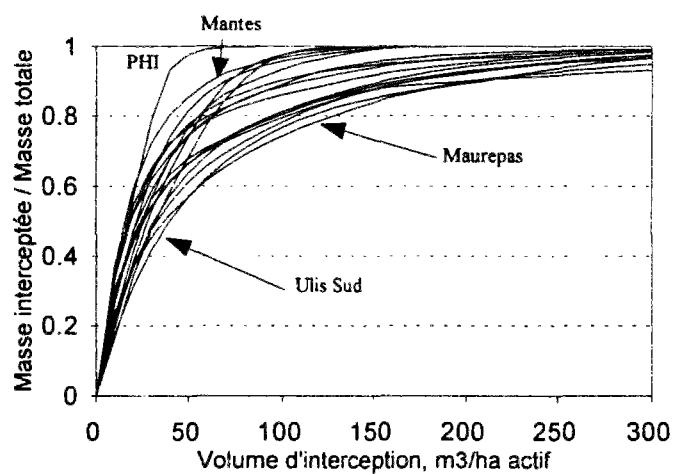


Figure 6.11 Masse de MES interceptée à long terme en fonction du volume d'interception, courbes 75

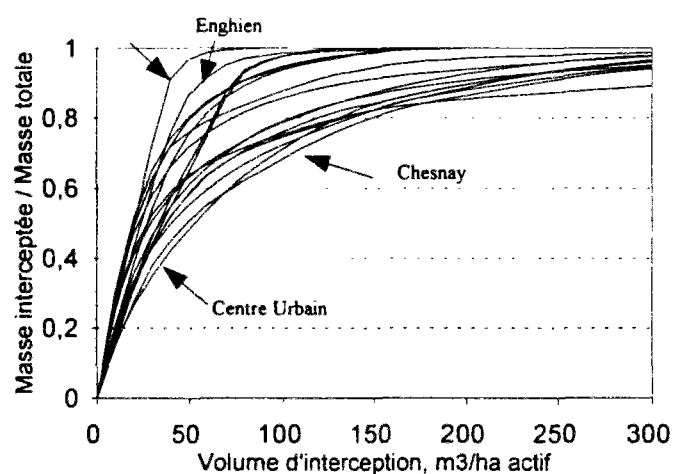


Figure 6.12 Masse de DCO interceptée à long terme en fonction du volume d'interception, courbes 25

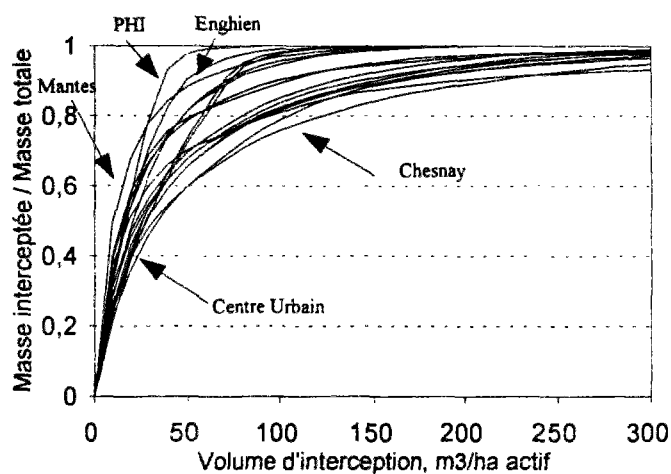


Figure 6.13 Masse de DCO interceptée à long terme en fonction du volume d'interception, courbes 75

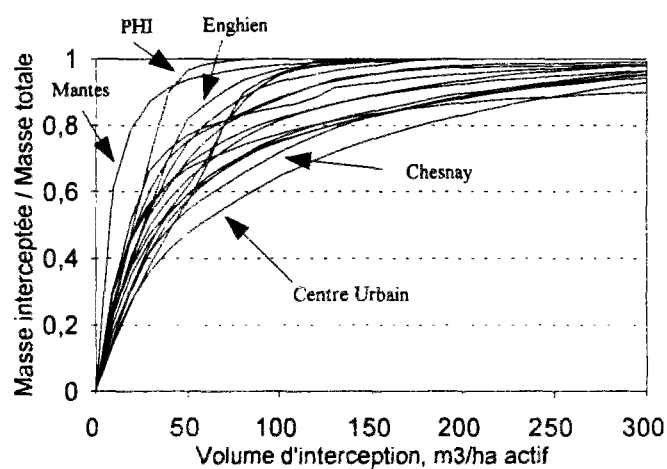


Figure 6.14 Masse de DBO5 interceptée à long terme en fonction du volume d'interception, courbes 25

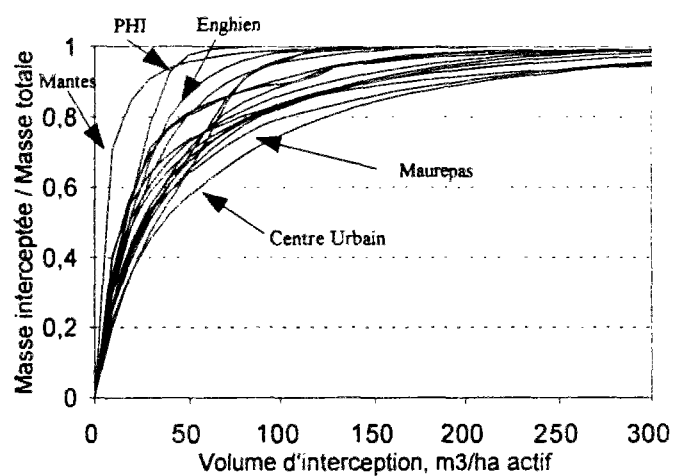


Figure 6.15 Masse de DBO5 interceptée à long terme en fonction du volume d'interception, courbes 75

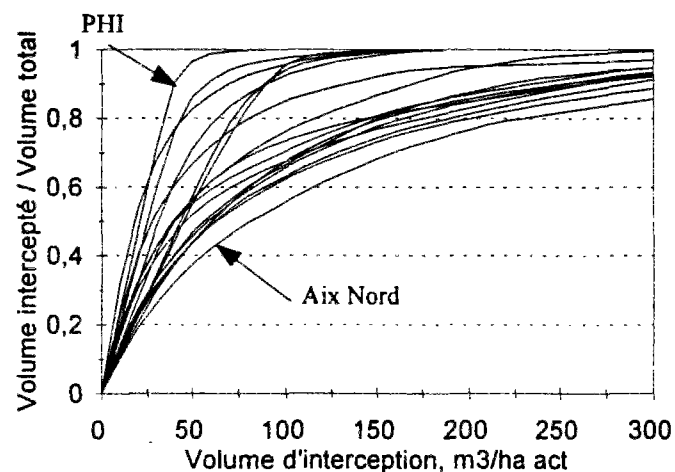


Figure 6.16 Volume intercepté en fonction du volume d'interception

6.3.1.3. Ordre de grandeur des efficacités et des volumes d'interception

Malgré la remarque précédente, nous présentons les ordres de grandeur que nous avons obtenues sur les volumes d'interception et leur efficacité. Ce ne sont que des chiffres indicatifs qui demandent à être confirmés sur d'autres campagnes. Les tableaux 6.1 à 6.6 sont des synthèses de ceux de l'annexe G.

Type de site	Type de courbe	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart type
20 m3/ha actif					
Séparatif	25	26	38	48	9
	75	31	45	54	8
Séparatif pollué et mixte	25	24	30	34	4
	75	37	42	47	5
Unitaire	25	23	36	49	9
	75	34	46	59	9
50 m3/ha actif					
Séparatif	25	51	62	75	11
	75	57	68	78	8
Séparatif pollué et mixte	25	48	56	64	6
	75	61	67	74	5
Unitaire	25	61	75	97	11
	75	68	81	98	9
100 m3/ha actif					
Séparatif	25	69	79	88	8
	75	74	83	90	6
Séparatif pollué et mixte	25	67	73	79	4
	75	78	81	86	3
Unitaire	25	90	96	100	3
	75	93	97	100	2

Tableau 6.1: Synthèse des efficacités d'interception à long terme des MES, pour 20, 50 et 100 m3/ha actif

Type de site	Type de courbe	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart type
20 m3/ha actif					
Séparatif	25	26	40	49	8
	75	36	47	58	8
Séparatif pollué et mixte	25	27	34	43	6
	75	39	44	51	4
Unitaire	25	31	41	52	8
	75	38	51	68	10
50 m3/ha actif					
Séparatif	25	48	65	79	10
	75	60	70	81	9
Séparatif pollué et mixte	25	51	58	64	5
	75	65	68	70	2
Unitaire	25	64	78	97	11
	75	72	84	98	9
100 m3/ha actif					
Séparatif	25	71	81	94	8
	75	76	85	95	6
Séparatif pollué et mixte	25	68	73	76	3
	75	81	82	84	1
Unitaire	25	94	97	100	2
	75	96	98	100	1

Tableau 6.2: Synthèse des efficacités d'interception à long terme de la DCO, pour 20, 50 et 100 m3/ha actif

Type de site	Type de courbe	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart type
20 m ³ /ha actif					
Séparatif	25	27	42	57	9
	75	36	48	60	8
Séparatif pollué et mixte	25	30	36	46	6
	75	39	47	55	6
Unitaire	25	26	44	79	17
	75	35	53	85	16
50 m ³ /ha actif					
Séparatif	25	47	67	84	11
	75	58	71	86	9
Séparatif pollué et mixte	25	54	59	67	5
	75	65	69	74	3
Unitaire	25	57	78	97	15
	75	65	83	98	12
100 m ³ /ha actif					
Séparatif	25	65	81	90	8
	75	75	85	92	6
Séparatif pollué et mixte	25	72	75	77	2
	75	82	83	83	0
Unitaire	25	93	96	100	2
	75	95	97	100	2

Tableau 6.3: Synthèse des efficacités d'interception à long terme de la DBO₅, pour 20, 50 et 100 m³/ha actif

Type de site	Type de courbe	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart type
Interception de 50% de la masse produite					
Séparatif	25	22	37	57	13
	75	18	27	48	10
Séparatif pollué et mixte	25	35	42	56	9
	75	23	28	33	5
Unitaire	25	20	28	37	6
	75	17	22	29	5
Interception de 80% de la masse produite					
Séparatif	25	74	117	153	34
	75	63	92	131	26
Séparatif pollué et mixte	25	107	130	150	16
	75	67	92	107	15
Unitaire	25	34	55	68	13
	75	31	47	60	10
Interception de 100% de la masse produite					
Séparatif	25 ou 75	480	586	840	119
Séparatif pollué et mixte	25 ou 75	410	685	1130	278
Unitaire	25 ou 75	90	170	220	40

Tableau 6.4: Synthèse des volumes nécessaires pour intercepter 50, 80 et 100% de la masse produite à long terme en MES

Type de site	Type de courbe	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart type
Interception de 50% de la masse produite					
Séparatif	25	22	34	53	11
	75	16	26	37	8
Séparatif pollué et mixte	25	27	38	49	8
	75	19	25	29	4
Unitaire	25	19	27	36	6
	75	11	20	29	6
Interception de 80% de la masse produite					
Séparatif	25	74	105	138	26
	75	54	83	118	24
Séparatif pollué et mixte	25	119	133	149	11
	75	85	90	94	3
Unitaire	25	34	52	65	10
	75	31	44	59	11
Interception de 100% de la masse produite					
Séparatif	25 ou 75	480	586	840	119
Séparatif pollué et mixte	25 ou 75	410	685	1130	278
Unitaire	25 ou 75	90	163	190	33

Tableau 6.5: Synthèse des volumes nécessaires pour intercepter 50, 80 et 100% de la masse produite à long terme en DCO

Type de site	Type de courbe	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart type
Interception de 50% de la masse produite					
Séparatif	25	19	33	56	11
	75	17	25	37	7
Séparatif pollué et mixte	25	23	35	42	7
	75	16	23	30	5
Unitaire	25	16	28	43	9
	75	10	21	33	8
Interception de 80% de la masse produite					
Séparatif	25	62	111	177	35
	75	46	86	125	24
Séparatif pollué et mixte	25	119	126	135	7
	75	79	84	89	4
Unitaire	25	35	53	69	13
	75	31	46	66	14
Interception de 100% de la masse produite					
Séparatif	25 ou 75	480	586	840	119
Séparatif pollué et mixte	25 ou 75	410	685	1130	278
Unitaire	25 ou 75	90	170	220	40

Tableau 6.6: Synthèse des volumes nécessaires pour intercepter 50, 80 et 100% de la masse produite à long terme en DBO5

Les valeurs des tableaux précédents montrent que:

Pour un volume donné les efficacités d'interception sont très variables d'un site à un autre:

- * pour des volumes d'interception faibles de 20 m³/ ha act, les efficacités pour certains sites sont médiocres (entre 20 et 30% de la masse est interceptée), alors que pour d'autres sites l'efficacité atteint 85%;
- * pour des volumes d'interception intermédiaires de 50 m³/ ha act, l'efficacité dépasse toujours 50%, et atteint presque 100% sur quelques sites;
- * pour des volumes importants de 100 m³/ ha act, pour certains sites l'efficacité ne dépasse pas 70%, ce qui est faible compte tenu de l'importance du volume d'interception.

Lorsqu'on compare les trois polluants:

- * L'efficacité en DCO et en DBO5 est toujours meilleure que celle en MES. Cela rejoint les observations du chapitre 5 sur les courbes de la variation de la masse en fonction du volume. En effet, les courbes pour la DCO et la DBO5 sont supérieures à celles des MES, ce qui signifie que les deux paramètres sont rejetés avant les MES. Par conséquent, leur interception se produit également avant celle des MES, conduisant à des efficacités plus grandes surtout pour les faibles volumes.

Pour des volumes d'interception fixés:

- * L'efficacité est meilleure pour la DCO et la DBO5 que pour les MES.
- * Le corollaire de ce résultat exprime que pour des efficacités fixées, les volumes d'interception nécessaires sont plus faibles pour la DCO et la DBO5 que pour les MES.

La comparaison entre les deux types de courbes qui entrent dans la reconstitution des variations de la masse en fonction du volume pour chaque événement montre que

- * Les écarts entre les résultats ne sont pas très grands sur l'ensemble des sites.
- * On observe au maximum 10% d'écarts entre les efficacités, pour les MES et pour 20 m³/ha act. L'écart peut paraître important mais les valeurs concernées sont très faibles pour les deux courbes. Il s'agit d'efficacité entre 20 et 30%.

6.3.1.4. Influence des caractéristiques des sites

Malgré le classement par type de réseau, les remarques précédentes montrent l'importante variabilité des résultats d'un site à un autre. Sur les figures présentées précédemment, on voit que pour le site de la Briche PHI, pour lequel les efficacités d'interception sont très supérieures aux autres valeurs, l'efficacité atteint 100% pour un volume de l'ordre de 80 m³/ha act. Cette valeur correspond au volume le plus grand écoulé pour un événement pendant la campagne. Pour les autres sites, ces valeurs sont très différentes mais toutes supérieures à 150 m³/ha act. En définitive, cela met l'accent sur l'une des lacunes de nos données. Nous ne connaissons pas les périodes de retour des volumes écoulés les plus grands pour chaque site. Nous comparons des campagnes de mesure sans savoir si elles correspondent aux mêmes événements. Par conséquent, les valeurs indiquées pour les volumes d'interception correspondent à des valeurs particulières à chaque campagne de mesure. Néanmoins, avoir des indications sur les volumes d'interception nécessaires pour chaque campagne disponible correspond à une étape préliminaire indispensable pour donner des ordres de grandeur. De plus, les mises en relation qui suivent montrent que les comparaisons ne sont pas complètement stériles.

Le regroupement des valeurs par *type de réseau* indique les tendances suivantes:

- * Pour les faibles volumes d'interception (20 m³/ha act): il n'y a aucune différence entre les sites séparatifs et unitaires. Pour la DBO5, l'efficacité obtenue sur Mantes dépasse de 20% la plus grande

des efficacités des autres sites unitaires. Sans cette valeur, le domaine de variation est le même que pour les sites séparatifs.

- * Pour les volumes plus forts (d'abord 50 m³/ha act, puis 100 m³/ha act) les efficacités deviennent plus élevées pour les sites unitaires. Pour 100 m³/ha act, les efficacités atteignent 100% uniquement sur les sites unitaires.

En ce qui concerne la *surface active*, les variations des efficacités dépendent du type de réseau et du polluant:

Pour les sites unitaires: pour les MES, la DCO et la DBO5, les valeurs sont très dispersées sauf pour 100 m³/ha act où toutes les valeurs sont proches de 100%

Pour les sites séparatifs: pour les MES, la DCO et la DBO5, le pourcentage de la masse interceptée à tendance à diminuer lorsque la surface active augmente

Pour les sites séparatifs pollués pour les MES, la DCO et la DBO5, le pourcentage de la masse interceptée diminue lorsque la surface active augmente

En ce qui concerne l'influence du *temps de concentration*, il faut noter qu'on ne dispose que de la valeur de Mantes pour les sites unitaires et que cette valeur est la plus petite (15 minutes). De manière à faire apparaître tout de même les sites de la Briche (unitaires, surfaces actives supérieures à 500 ha), nous leur avons attribués un temps de concentration de 80 mn qui constitue une valeur plus grande que celles qui ont été mesurées pour les autres sites. Pour les trois polluants, on observe une décroissance de l'efficacité entre des temps de concentration de 15 et 30 minutes. Puis pour la DCO et les MES l'efficacité augmente à nouveau jusqu'à atteindre pour des temps de concentration de 60 minutes des efficacités du même ordre que pour 15 minutes. Pour la DBO5, les valeurs ont plutôt tendance à se stabiliser.

En ce qui concerne la *pente moyenne* des bassins versants, on ne possède que la valeur de Mantes pour les sites unitaires. Pour les trois polluants, on ne distingue aucune tendance, les efficacités sont très dispersées quelle que soit la valeur de la pente.

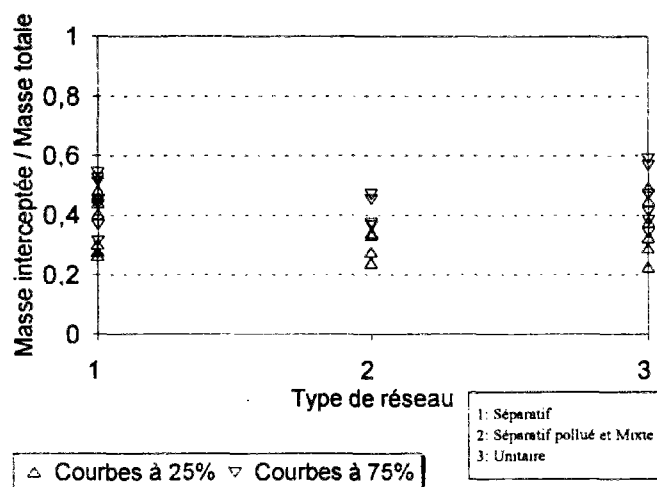


Figure 6.17 Masse de MES interceptée à long terme par 20 m³/ha act en fonction du type de réseau

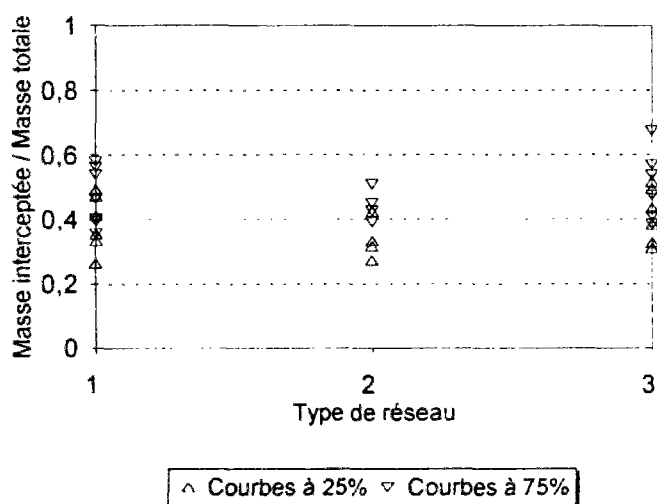


Figure 6.18 Masse de DCO interceptée à long terme par 20 m³/ha act en fonction du type de réseau

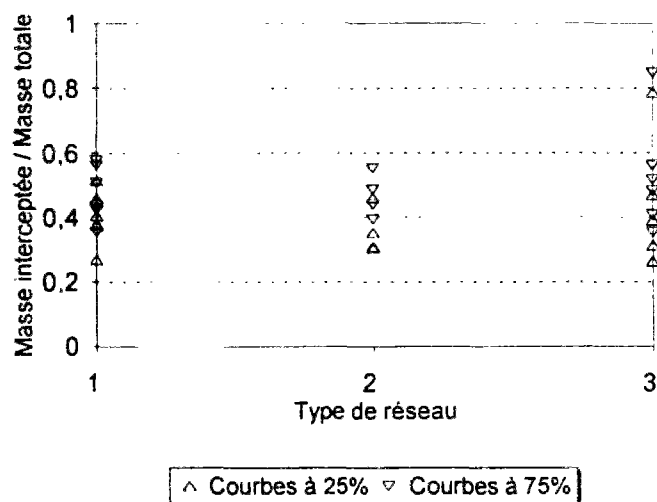


Figure 6.19 Masse de DBO₅ interceptée à long terme par 20 m³/ha act en fonction du type de réseau

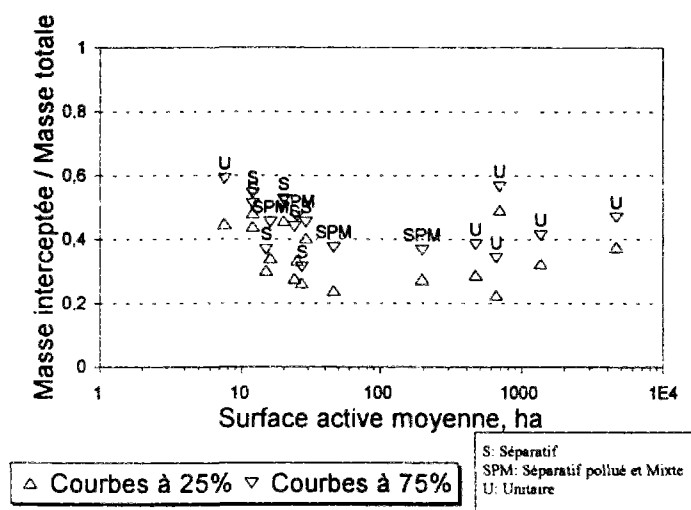


Figure 6.20 Masse de MES interceptée à long terme par 20 m³/ha act en fonction de la surface active moyenne

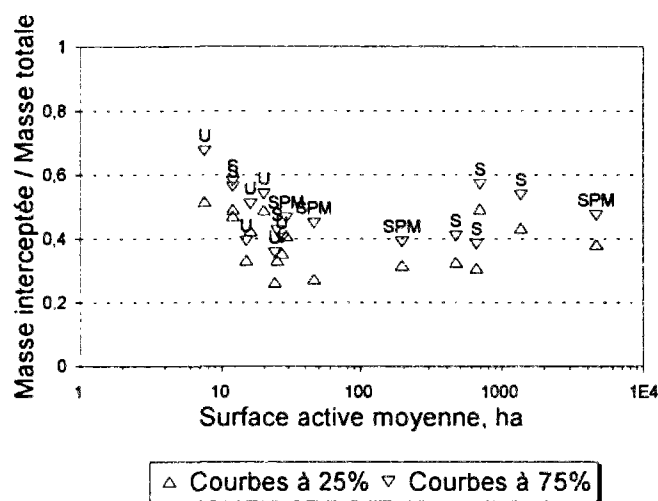


Figure 6.21 Masse de DCO interceptée à long terme par 20 m³/ha act en fonction de la surface active moyenne

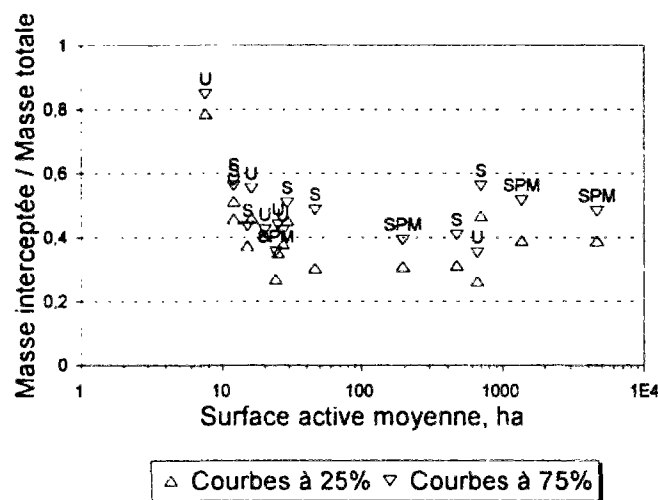


Figure 6.22 Masse de DBO₅ interceptée à long terme par 20 m³/ha act en fonction de la surface active moyenne

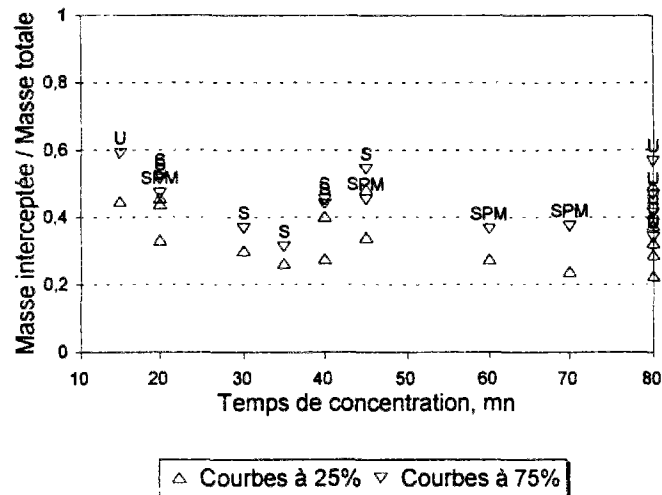


Figure 6.23 Masse de MES interceptée à long terme par 20m3/ha act en fonction du temps de concentration

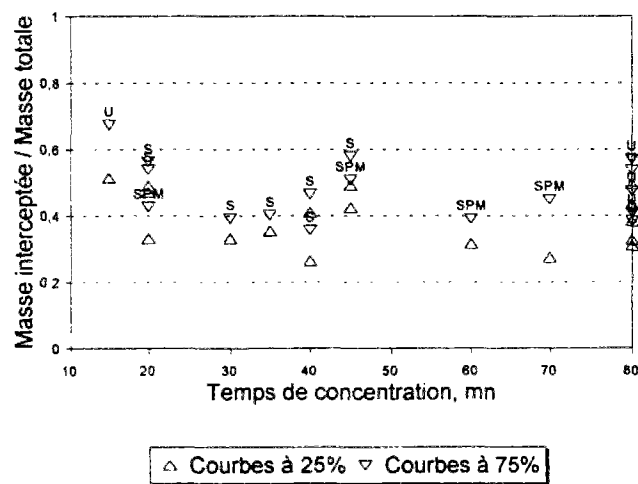


Figure 6.24 Masse de DCO interceptée à long terme par 20m3/ha act en fonction du temps de concentration

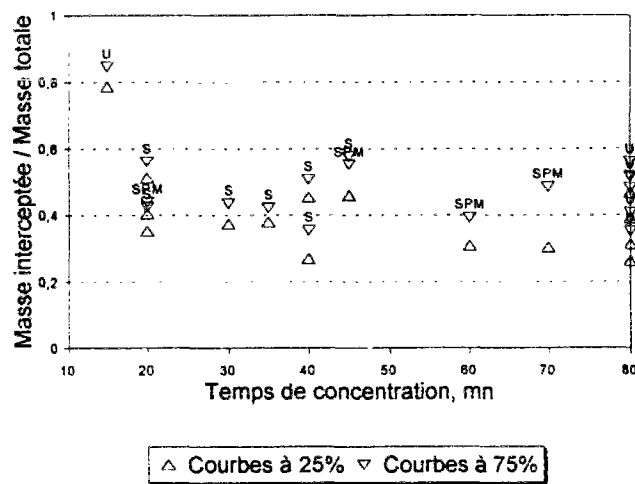
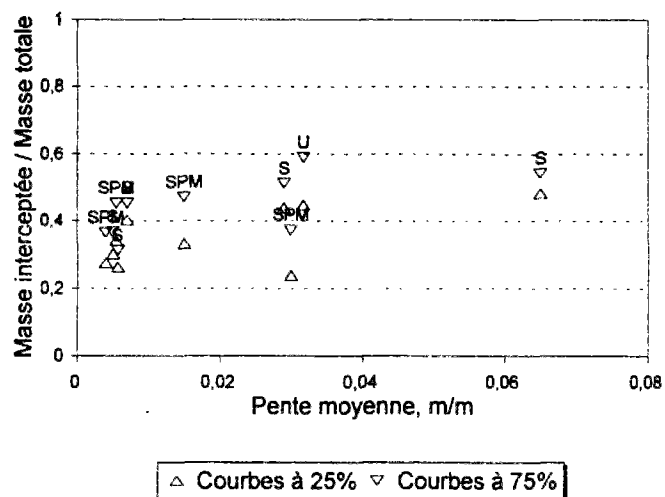
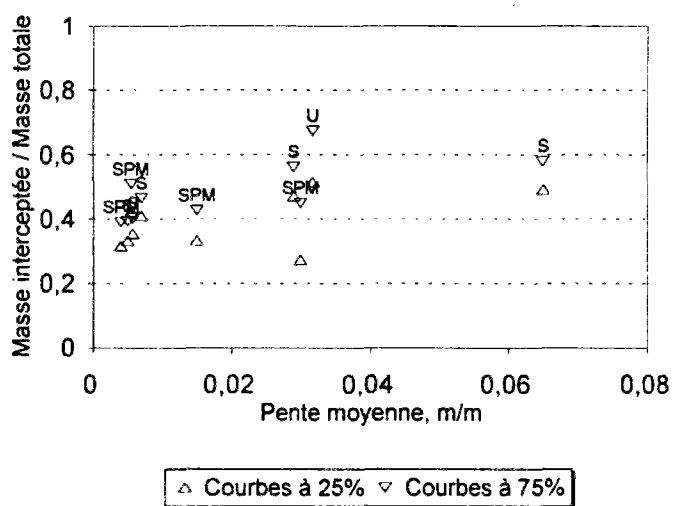
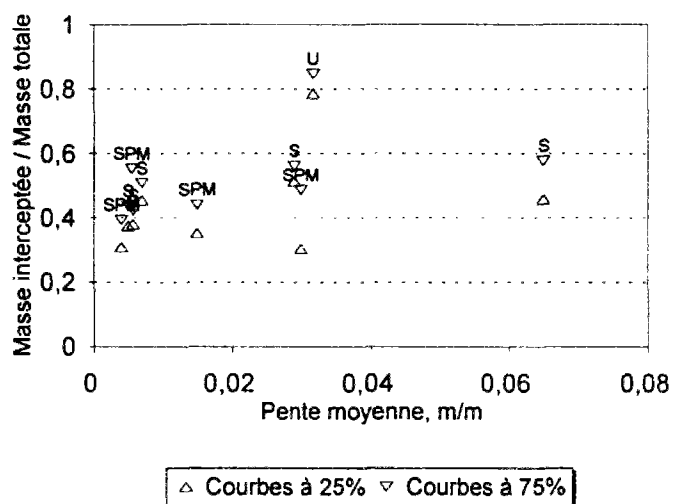


Figure 6.25 Masse de DBO5 interceptée à long terme par 20m3/ha act en fonction du temps de concentration

Figure 6.26 Masse de MES interceptée à long terme par 20m³/ha act en fonction de la pente moyenneFigure 6.27 Masse de DCO interceptée à long terme par 20m³/ha act en fonction de la pente moyenneFigure 6.28 Masse de DBO5 interceptée à long terme par 20m³/ha act en fonction de la pente moyenne

6.3.2. Efficacité à court terme

6.3.2.1. Efficacité d'interception sur les masses produites les plus grandes

Les efficacités d'interception des masses produites les plus fortes sont très variables:

- * pour les faibles volumes d'interception de 20 m³/ha act:
 - * l'efficacité ne dépasse pas en moyenne 20%;
 - * pour certains événements, elle peut être très bonne (75%), et pour d'autres très faibles (5%);
- * avec des volumes d'interception dix fois plus grands, de 200 m³/ha act:
 - * il reste des événements pour lesquels l'interception est efficace pour moins de 40% pour les MES et pour les sites séparatifs. Sur les sites unitaires, l'interception est totale.

Alors qu'à long terme 100 m³/ha act permettent d'intercepter plus de 70% de la masse produite pour tous les sites en MES, DCO et DBO₅, cette même valeur intercepte moins de 30% de la masse de certains événements. Cela signifie que la fraction qui n'est pas interceptée à long terme correspond aux quelques événements très pollués, pour lesquels parfois même 200 m³/ha act ne permettent d'intercepter que 40% de la masse. D'ailleurs, les calculs inverses, qui consistent à estimer les volumes d'interception nécessaires pour atteindre certaines efficacités, montrent que pour atteindre une efficacité de 50% il faut plus de 200 m³/ha act.

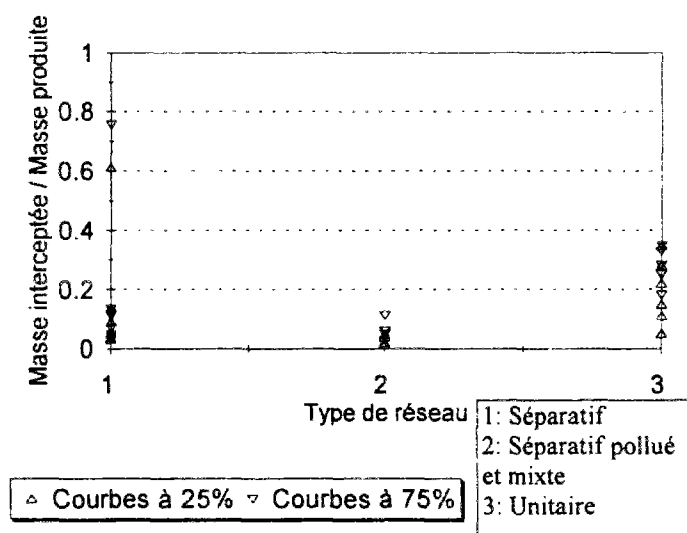


Figure 6.29 Masse de MES interceptée par 20 m³/ha act, pour l'événement dont la masse produite est la plus grande, en fonction du type de réseau

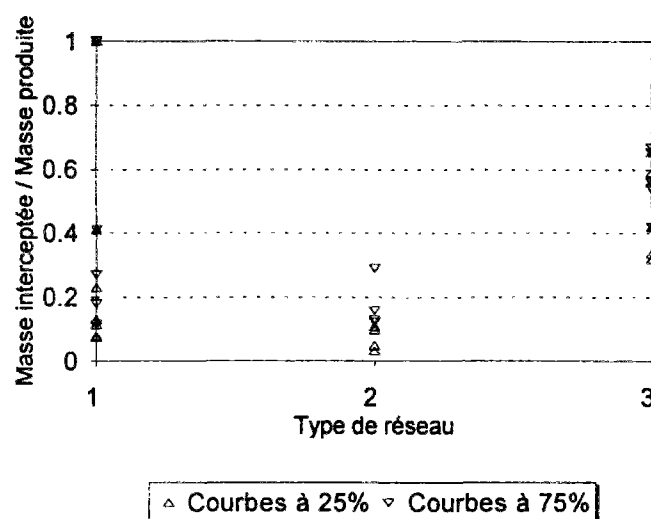


Figure 6.30 Masse de MES interceptée par 50 m³/ha act, pour l'événement dont la masse produite est la plus grande, en fonction du type de réseau

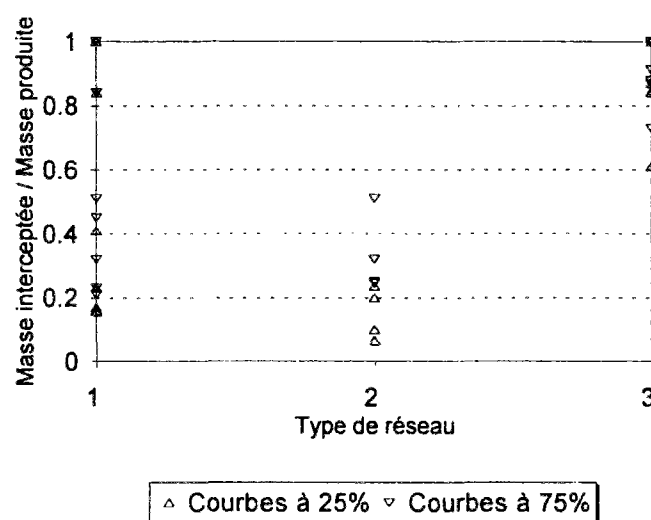


Figure 6.31 Masse de MES interceptée par 100 m³/ha act, pour l'événement dont la masse produite est la plus grande, en fonction du type de réseau

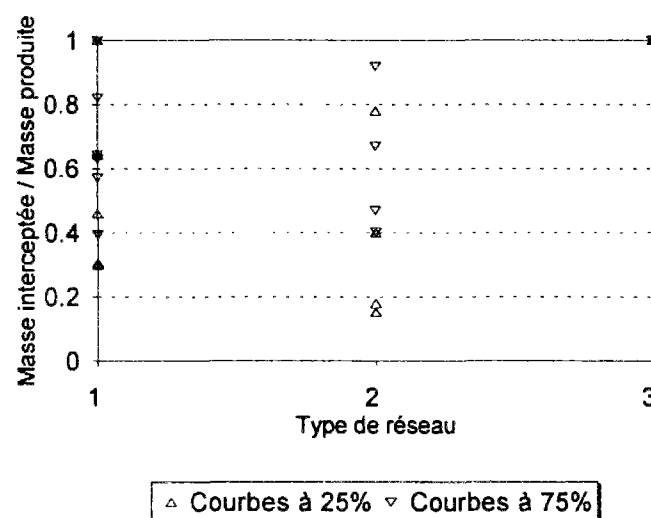


Figure 6.32 Masse de MES interceptée par 200 m³/ha act, pour l'événement dont la masse produite est la plus grande, en fonction du type de réseau

6.3.2.2. Les événements pour lesquels les masses non interceptées sont les plus importantes

La première étape consiste à identifier les événements correspondants aux rejets résiduels les plus importants. Plusieurs situations se présentent:

- * Lorsque la masse produite la plus importante correspond à un volume écoulé également important (parmi les 5 premiers), alors c'est pour cet événement que les masses non interceptées sont les plus grandes, pour les petits comme pour les grands volumes d'interception.
- * Lorsque la masse produite la plus grande correspond à un volume écoulé moyen (entre les 10 et 20 premiers), c'est cet événement qui rejette le plus pour les faibles volumes d'interception (20 m³/ha act). Pour les volumes d'interception supérieurs, la masse non interceptée devient prépondérante pour des événements qui correspondent à des volumes écoulés de rangs supérieurs (parmi les 5 premiers). D'ailleurs le rang en volume écoulé, correspondant à la masse non interceptée la plus grande, augmente lorsque le volume d'interception augmente. Néanmoins les masses produites concernées doivent rester parmi les 10 premières.
- * Lorsque la masse produite la plus grande correspond à un volume écoulé très faible (moins de 20 m³/ha act), l'événement correspondant n'apparaît jamais parmi les rejets les plus forts. Ils se trouvent parmi les masses produites suivantes qui présentent des volumes écoulés importants.

6.3.2.3. Ordre de grandeur des masses non interceptées les plus grandes par événement

Sauf pour quelques cas, où la masse produite la plus grande correspond à un volume écoulé faible:

- * Pour 20 m³/ha act, les masses non interceptées restent supérieures à 65% de la masse produite la plus forte.
- * Pour 100 m³/ha act, pour certains sites unitaires, tous les événements sont interceptés en totalité. Mais il reste certaines masses rejetées pour les sites séparatifs qui représentent entre 75 et 90% de la masse maximale

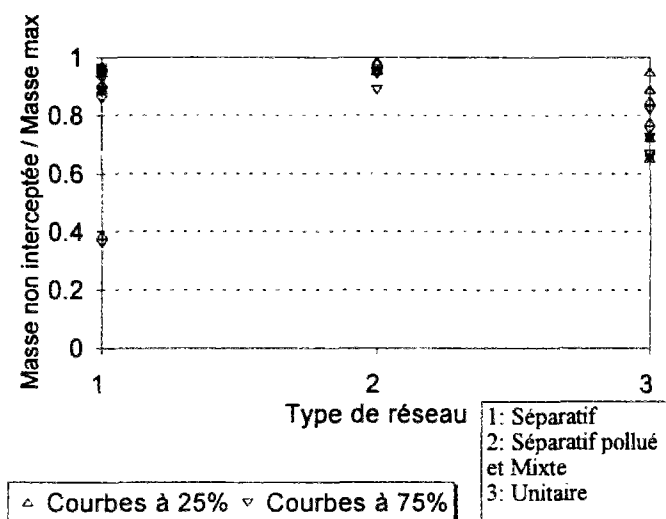


Figure 6.33 Masse de MES la plus grande non interceptée pendant un événement par 20 m³/ha act, en fonction du type de réseau

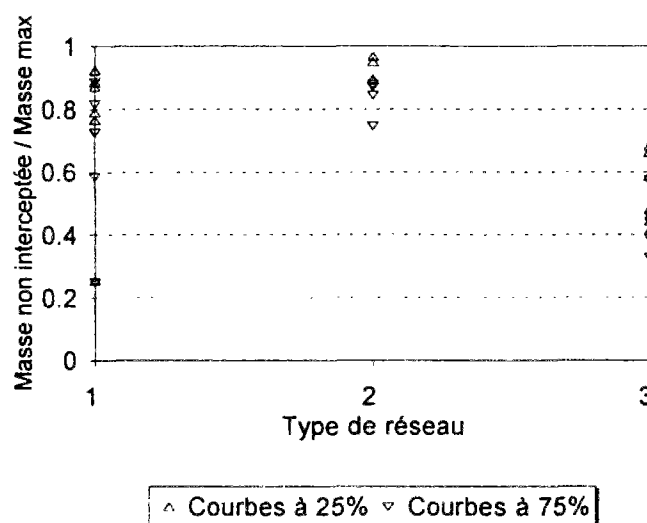


Figure 6.34 Masse de MES la plus grande non interceptée pendant un événement par 50 m³/ha act, en fonction du type de réseau

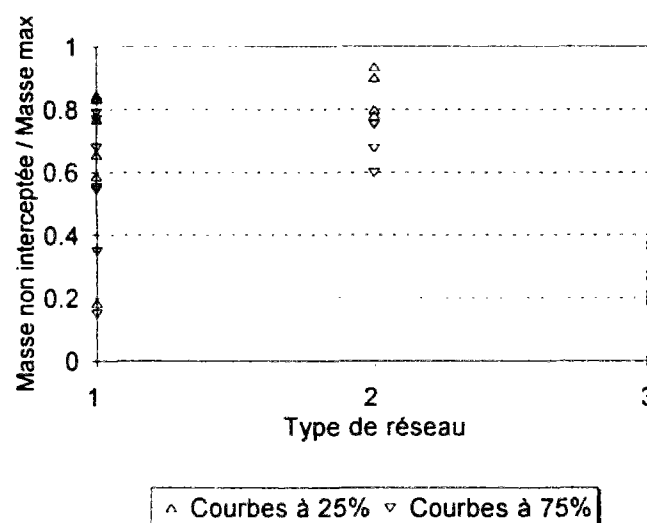


Figure 6.35 Masse de MES la plus grande non interceptée pendant un événement par 100 m³/ha act, en fonction du type de réseau

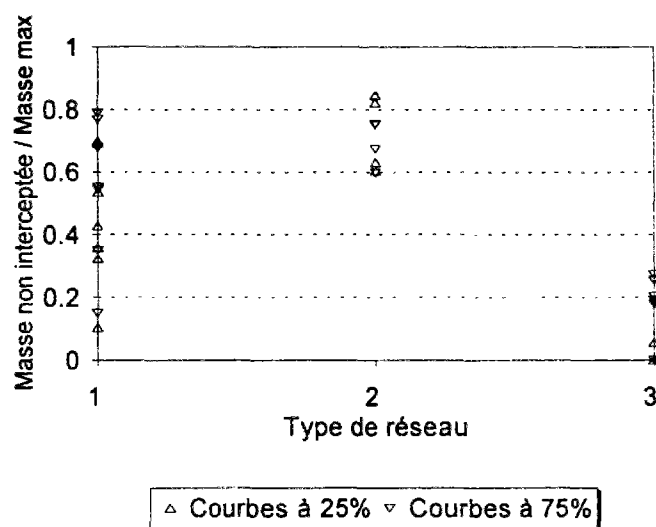


Figure 6.36 Masse de MES la plus grande non interceptée pendant un événement par $200 \text{ m}^3/\text{ha act}$, en fonction du type de réseau

6.4. Les ouvrages au fil de l'eau

Pour ce type d'ouvrage, il faut rappeler que le calcul des masses interceptées est impossible sans hydrogramme. Cela limite les sites utilisés aux quatre bassins versants expérimentaux: Maurepas, Ullis Nord, Aix Zup et Aix Nord. De plus, sur ces sites, la reconstitution des masses manquantes s'est faite à partir de la concentration moyenne calculée sur les valeurs mesurées pendant la campagne. La reconstitution des volumes manquants utilise le coefficient volumétrique moyen et les pertes initiales.

6.4.1. Efficacité à long terme

6.4.1.1. Influence de la répartition de la masse avec le volume en cours d'événement

Les valeurs des tableaux en annexe G montrent que le type de courbe qu'on utilise pour reconstituer la variation en cours d'événement de la masse avec le volume, a peu d'influence sur la valeur de la masse interceptée par un débit donné. En effet, on observe une différence maximale de 1% sur la masse interceptée à long terme pour les débits indiqués dans les tableaux.

Pour expliquer cela, il faut revenir au niveau d'un événement. Lorsqu'on calcule un pollutogramme à partir d'une courbe de répartition de la masse en fonction du volume, cette dernière a une influence sur la position dans le temps de la pointe de la concentration, et pas beaucoup sur sa valeur. La pointe de la concentration est en début d'écoulement avec la courbe 75 et en fin d'écoulement avec la courbe 25. Sauf pour des événements exceptionnels, ces positions correspondent à des débits faibles. Par conséquent, les volumes écoulés correspondant à la tranche où la concentration est maximale sont sensiblement les mêmes pour les deux courbes, et par suite les masses rejetées dans ces tranches. (figure 6.37)

Dans le cas où la pointe de débit se situe vers la fin de l'écoulement, comme la concentration maximale obtenue par la courbe 75, la masse interceptée est plus forte avec la courbe 75 qu'avec la courbe 25. Alors que pour un volume d'interception donné, la masse interceptée est toujours plus importante avec une courbe 75 qu'avec une courbe 25.

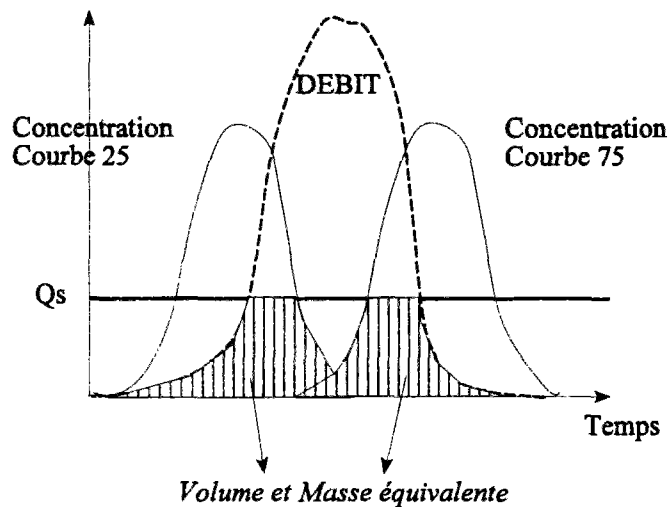


Figure 6.37 Equivalence des masses interceptées à partir des courbes 25 et 75 pour un débit d'interception

Comme cela a été fait pour les volumes d'interception, on regarde comment évolue la masse interceptée avec le volume intercepté. On constate que sur les quatre sites les différences sont peu importantes. Les différences les plus fortes sont observées pour les MES. Pour la DCO et la DBO5, les courbes se rapprochent de la diagonale, c'est-à-dire que la fraction de la masse interceptée est égale à la fraction du volume intercepté.

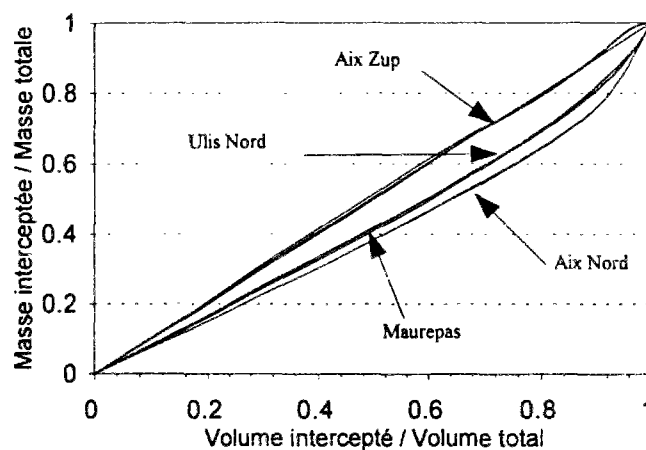


Figure 6.38 Masse de MES interceptée à long terme en fonction du volume intercepté, courbes 25 et 75, cas des débits d'interception

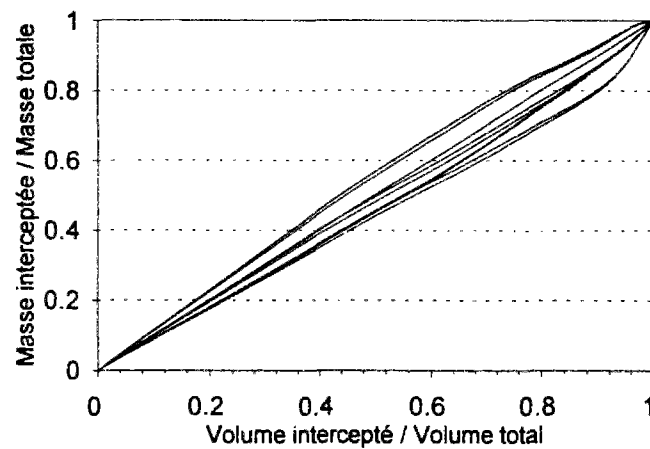


Figure 6.39 Masse de DCO interceptée à long terme en fonction du volume intercepté, courbes 25 et 75, cas des débits d'interception

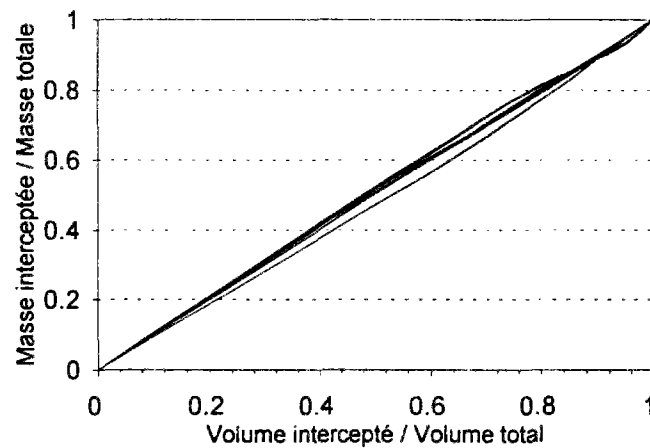


Figure 6.40 Masse de DBO5 interceptée à long terme en fonction du volume intercepté, courbes 25 et 75, cas des débits d'interception

6.4.1.2. Ordre de grandeur des efficacités et des débits d'interception

Nous donnons dans les tableaux 6.7 et 6.8 les efficacités obtenues sur chacun des sites. Sur les quatre sites disponibles, pour des débits supérieurs à 6 l/s/ha act, les masses interceptées sur Aix Nord sont systématiquement plus faibles que pour les autres sites. D'ailleurs, sur Aix Nord, le débit le plus fort enregistré pendant un événement est largement supérieur à celui des autres sites. Pour l'événement correspondant sur Aix Nord, la masse produite de MES représente 15% de la masse totale produite par l'ensemble des événements, 16% pour la DCO et 9% pour la DBO5. Sur les autres sites, on ne retrouve pas d'événement comparable. D'ailleurs, un calcul des masses interceptées sur Aix Nord sans cet événement

donne des résultats comparables aux autres sites:

- * un faible débit de 4 l/s/ha act permet d'intercepter:
 - pour les MES, 45 à 60% de la masse à long terme;
 - pour la DCO, 50 à 65%;
 - pour la DBO5, 55 à 62%;

- * pour un débit moyen de 10 l/s/ha act, l'interception sur les masses à long terme représente:
 - pour les MES, 70 à 80%;
 - pour la DCO, 75 à 85%;
 - pour la DBO5, 75 à 80%;

- * pour un débit important de 30 l/s/ha act, l'interception sur les masses à long terme représente:
 - pour les MES, 85 à 95%;
 - pour la DCO, 90 à 95%;
 - pour la DBO5, 90 à 95%.

Les efficacités sur Aix Nord en tenant compte de l'événement au plus fort débit sont 10 à 20% moins élevées que les chiffres précédents (figures 6.41 à 6.43). L'influence d'un tel événement montre que les chiffres que nous indiquons doivent être utilisés avec prudence. Cet exemple montre que pour comparer les sites, il nous manque des indications sur les périodes de retour des événements que nous utilisons.

Lorsqu'on compare les trois polluants (MES, DCO et DBO5) les efficacités d'interception sont toujours meilleures pour la DBO5 et la DCO que pour les MES.

Lorsqu'on effectue les calculs des débits nécessaires pour intercepter une fraction donnée de la masse. On constate que:

- * pour intercepter 50% de la masse, les débits nécessaires ne dépassent pas:
 - 5 l/s/ha act pour les MES;
 - 4 l/s/ha act pour la DCO et la DBO5;
- * pour atteindre 80% d'efficacité, les débits doivent être multipliés par 4 ou 5.

Autrement dit, accroître les capacités d'interception d'un ouvrage, ne permet pas d'augmenter les efficacités d'interception dans la même proportion.

Ne disposant que de 4 sites, de plus tous séparatifs, il n'est pas possible de déterminer l'influence des caractéristiques des sites sur les masses interceptées. On voit sur les figures suivantes que l'ordre des sites ne suit pas celui des surfaces actives moyennes. (Aix Nord et Aix Zup 12 ha, Maurepas 15 ha et Ulis Nord 16 ha)

Site	Courbe	Masse produite tonne	Débit max l/s/ha act	Efficacité (% de la masse produite à long terme) pour des débits(l/s/ha act) de			
				4	10	20	30
MES							
Aix Zup	25	18	200	61	78	88	94
	75			60	77	88	93
Aix Nord	25	32	360	39	50	60	67
	75			39	50	61	68
Maurepas	25	23	190	49	72	83	87
	75			49	72	83	87
Ulis Nord	25	38	72	52	78	91	96
	75			52	78	91	96
DCO							
Aix Zup	25	12	200	66	84	91	95
	75			65	83	91	94
Aix Nord	25	16	360	45	56	66	72
	75			46	58	67	73
Maurepas	25	12	190	54	78	88	92
	75			54	78	88	92
Ulis Nord	25	18	72	59	83	94	97
	75			60	84	94	98
DBO5							
Aix Zup	25	2.1	200	62	80	88	91
	75			61	80	87	91
Aix Nord	25	2.2	360	51	65	76	83
	75			53	67	78	84
Maurepas	25	1.7	190	56	80	91	94
	75			56	80	91	94
Ulis Nord	25	3.5	72	62	86	96	98
	75			63	86	96	98

Tableau 6.7: Efficacités d'interception de la masse produite à long terme pour des débits de 4,10,20 et30 l/s/ha act pour les MES, la DCO et la DBO5, sur Aix Zup, Aix Nord, Maurepas et Ulis Nord

Site	Type de courbe	Masse produite tonne	Débit (l/s/ha act) nécessaire pour intercepter la masse produite à		
			50%	80%	100%
MES					
Aix Zup	25	18	2.8	11.7	200
	75		2.9	11.9	
Aix Nord	25	32	9.9	58.3	360
	75		9.7	58.0	
Maurepas	25	23	4.0	16.0	190
	75		4.2	16.3	
Ulis Nord	25	38	3.8	11.1	72
	75		3.8	11.1	
DCO					
Aix Zup	25	12	2.2	7.7	200
	75		2.4	8.1	
Aix Nord	25	16	6.1	47.4	360
	75		5.6	46.0	
Maurepas	25	12	3.6	11.3	190
	75		3.6	11.4	
Ulis Nord	25	18	3.1	8.9	160
	75		3.0	8.5	
DBO5					
Aix Zup	25	2.1	2.7	10.2	200
	75		2.8	10.4	
Aix Nord	25	2.2	3.8	25.2	360
	75		3.6	23.2	
Maurepas	25	1.7	3.4	10.2	190
	75		3.4	10.1	
Ulis Nord	25	3.5	2.9	7.8	160
	75		2.8	7.6	

Tableau 6.8: Débits pour intercepter 50, 80 et 100% de la masse produite à long terme de MES, DCO et DBO5, sur Aix Zup, Aix Nord, Maurepas et Ulis Nord

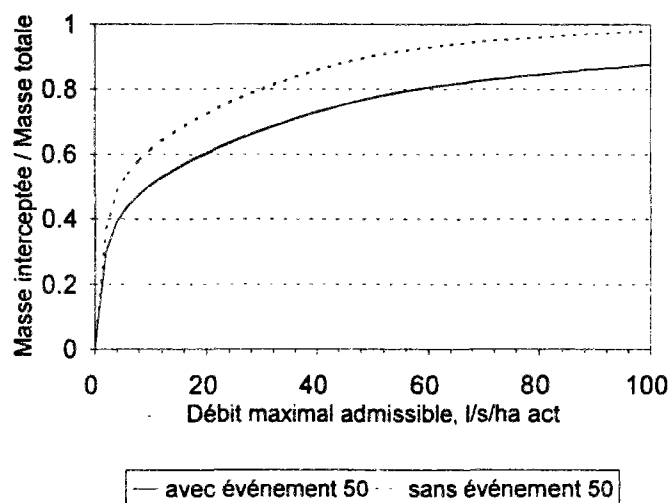


Figure 6.41 Masse de MES interceptée à long terme sur Aix Nord en fonction du débit d'interception, avec et sans l'événement au plus fort débit

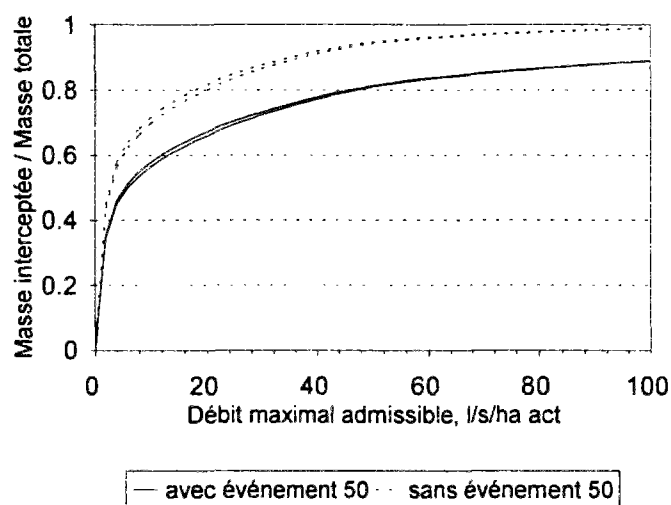


Figure 6.42 Masse de DCO interceptée à long terme sur Aix Nord en fonction du débit d'interception, avec et sans l'événement au plus fort débit

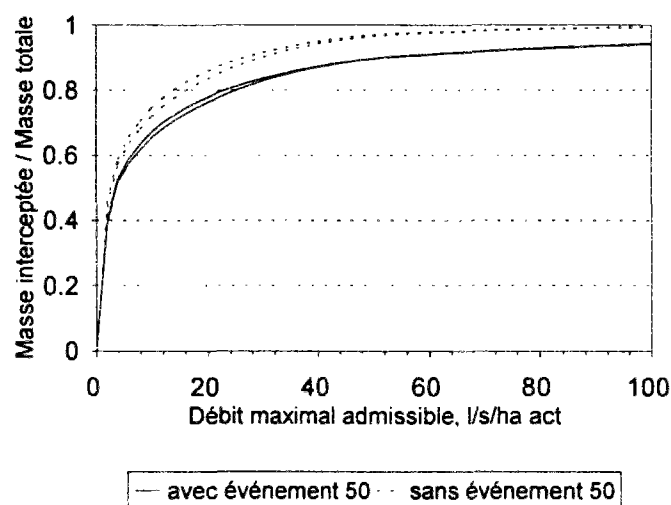


Figure 6.43 Masse de DBO5 interceptée à long terme sur Aix Nord en fonction du débit d'interception, avec et sans l'événement au plus fort débit

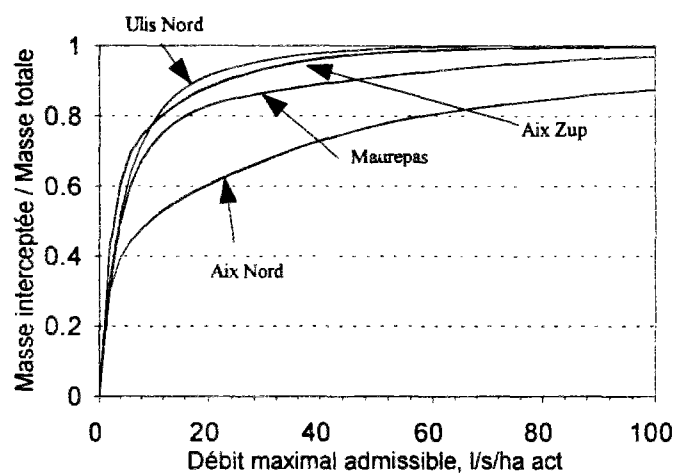


Figure 6.44 Masse de MES interceptée à long terme en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

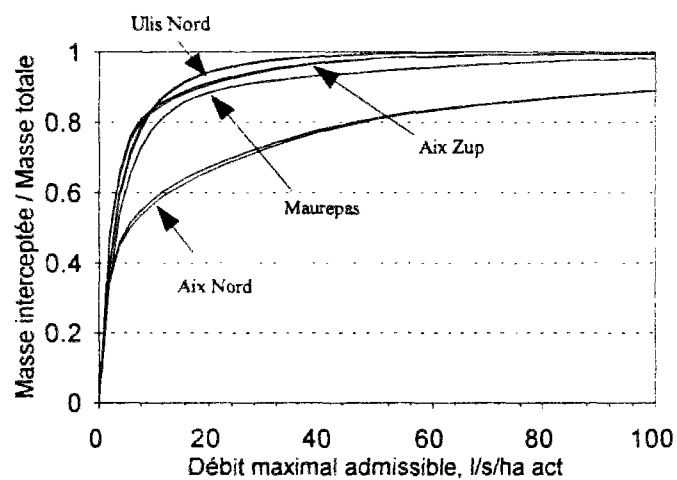


Figure 6.45 Masse de DCO interceptée à long terme en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

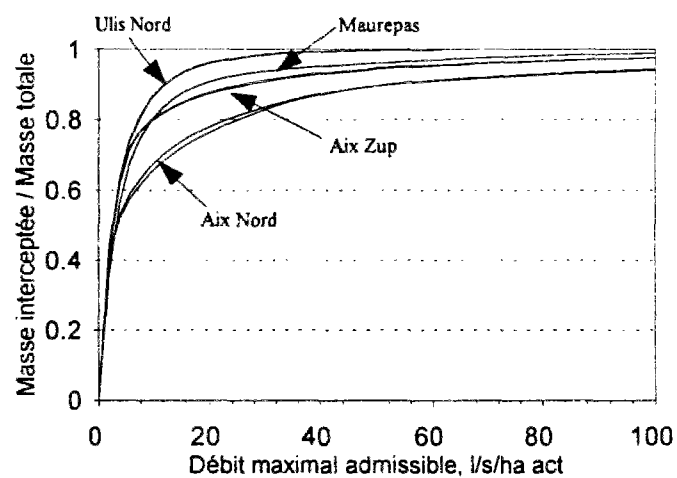


Figure 6.46 Masse de DBO5 interceptée à long terme en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

6.4.2.Efficacité à court terme

6.4.2.1.Efficacité d'interception sur les masses produites les plus grandes

Les efficacités d'interception des masses produites les plus fortes sont très variables (figures 6.47 à 6.49):

- * pour Aix Nord et Aix Zup, pour les MES et la DCO, les efficacités dépassent 78% dès 4 l/s/ha act;
- * pour Maurepas et les Ulis, même avec 30 l/s/ha act, on n'intercepte pas plus de 50% de la masse la plus forte avec des débits qui valent jusqu'à 30 l/s/ha act;
- * pour la DBO5:

Aix Zup et Ulis Nord présentent des efficacités très faibles de moins de 50%;
sur Maurepas, 4 l/s/ha act permet d'intercepter plus de 90% de la masse la plus forte.

Ces efficacités comparées à celles obtenues sur le long terme pour des débits similaires montrent que si on veut simultanément limiter l'accumulation et protéger des effets de choc, il faut dimensionner pour limiter les effets de choc. En effet, les dimensions des ouvrages sont alors telles que les masses rejetées annuellement sont très faibles.

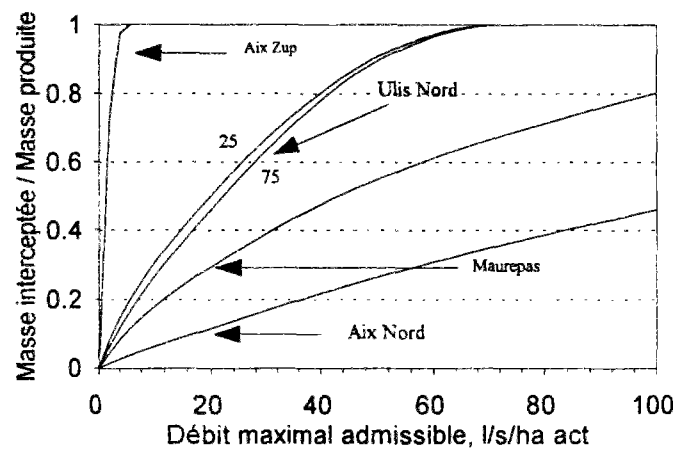


Figure 6.47 Masse de MES interceptée pour l'événement dont la masse produite est la plus grande en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

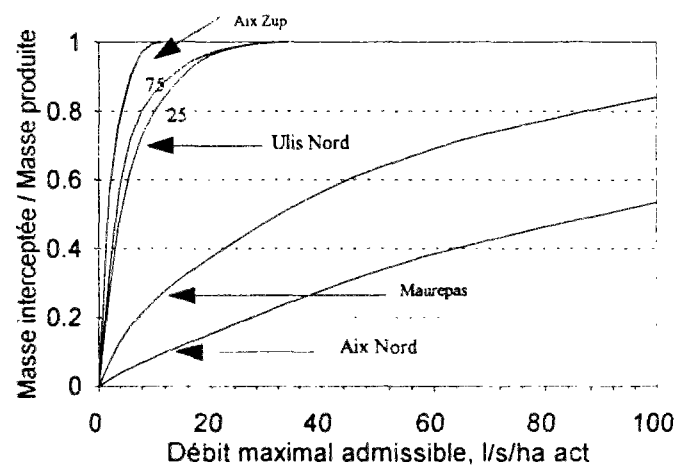


Figure 6.48 Masse de DCO interceptée pour l'événement dont la masse produite est la plus grande en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

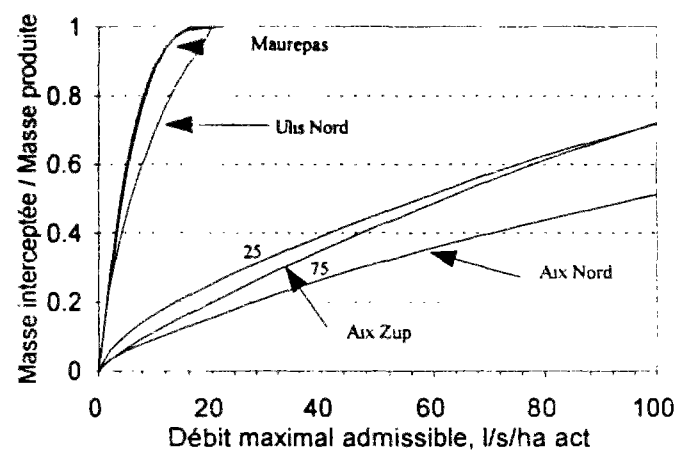


Figure 6.49 Masse de DBO5 interceptée pour l'événement dont la masse produite est la plus grande en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

6.4.2.2. Les événements pour lesquels les masses non interceptées sont les plus importantes

Lorsqu'on base l'interception sur le volume, les deux caractéristiques qui déterminent pour un événement si le rejet résiduel (ce qui n'est pas intercepté) est important, sont la masse produite et le volume écoulé. Pour les débits à traiter, ce sont logiquement la masse produite et le débit de pointe. En effet, sur les quatre sites:

- * lorsque la masse produite la plus forte correspond au débit de pointe le plus grand, l'événement correspondant rejette la masse la plus importante pour tous les débits d'interception envisagés. (Ulis Nord pour MES, DCO et DBO5, Maurepas pour MES et DCO, Aix Zup pour MES);
- * lorsque les deux maximaux ne sont pas observés en même temps, c'est l'événement pour lequel le débit de pointe est maximum avec une masse produite importante (la deuxième sur Aix Nord pour MES, DCO et DBO5) qui rejette le plus.

6.4.2.3. Ordre de grandeur des masses non interceptées

Pour les faibles débits de 4 l/s/ha act, la masse rejetée la plus forte représente plus de 80% de la masse produite la plus forte sauf dans deux cas (figures 6.50 à 6.52). Sur Aix Zup pour la DCO, et sur Maurepas pour la DBO5, les débits les plus importants correspondent à des masses faibles, et les masses produites les plus fortes à des débits de pointe faibles, par conséquent des débits d'interception limités suffisent à intercepter une fraction importante de la masse produite.

Pour des débits importants de 20 ou 30 l/s/ha act, il reste des cas où la masse rejetée représente plus de 70% de la masse produite la plus grande. Dans ce cas, on ne peut pas dire que l'ouvrage est efficace pour ces événements exceptionnels.

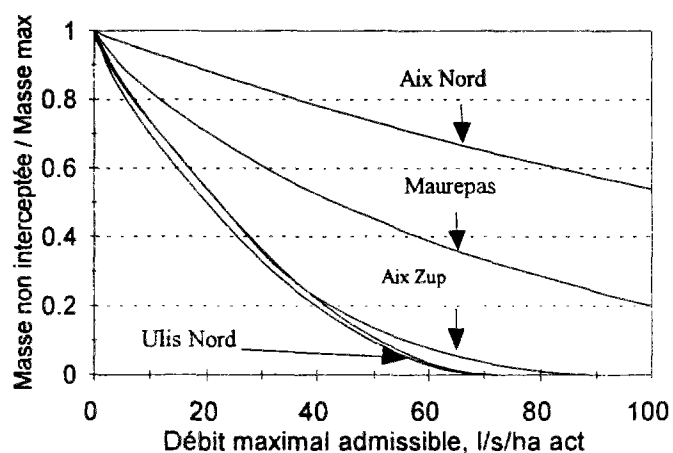


Figure 6.50 Masse de MES non interceptée la plus grande en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

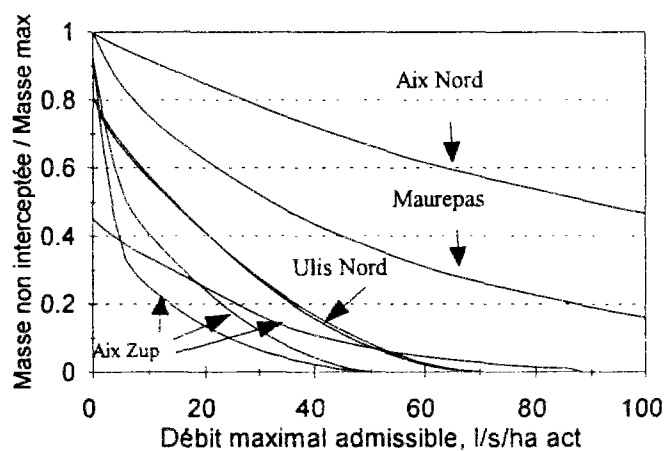


Figure 6.51 Masse de DCO non interceptée la plus grande en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

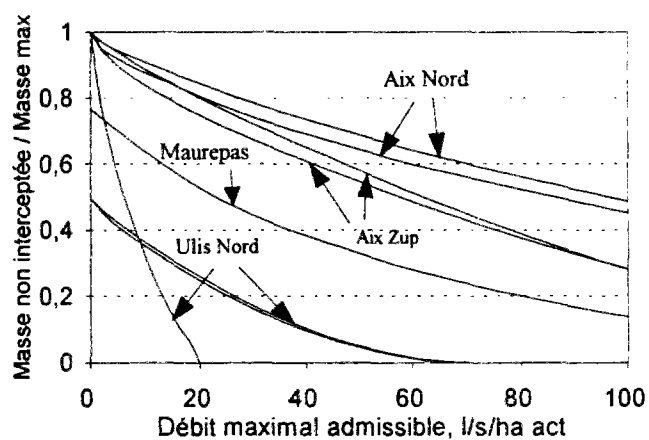


Figure 6.52 Masse de DBO5 non interceptée la plus grande en fonction du débit d'interception, courbes 25 et 75

6.5. Conclusion

Sur les données dont nous disposons, nous avons calculé l'efficacité d'interception d'ouvrages qui auraient pu se trouver à l'exutoire des bassins versants. L'objectif est de donner des ordres de grandeur des dimensions requises pour les ouvrages de traitement pour qu'ils interceptent une fraction prépondérante de la pollution rejetée. Les dimensions auxquelles nous nous intéressons sont:

- * les volumes pour des ouvrages de stockage et décantation;
- * les débits pour les ouvrages de traitement au fil de l'eau.

Nous avons rencontré quelques difficultés:

- * faute de données adéquates, nous n'avons pas pu affectuer les calculs pour les débits sur l'ensemble des sites, seuls quatre bassins séparatifs ont été utilisés;
- * les volumes mesurés pendant les campagnes ne sont pas du même ordre de grandeur; en particulier les volumes les plus grands pour un événement varient entre 90 et 1130 m³/ha act. Les disparités que nous obtenons sur les dimensions proviennent probablement moins des différences sur les sites que des différences sur les volumes écoulés mesurés.

Néanmoins, nous indiquons les dimensions que nous obtenons pour donner des premiers ordres de grandeur. Les résultats sont exprimés par hectare actif. La surface active telle que nous l'avons définie représente le site au moment de la campagne. Il s'agit du rapport entre les volumes écoulés et les hauteurs précipitées pendant toute la campagne. Il nous manque des données pour juger de sa stabilité. Les dimensions que nous obtenons sont résumés dans les tableaux suivants 6.9 et 6.10. Ils indiquent les dimensions requises pour intercepter la masse à deux échelles de temps différentes. Dans certains cas, les dimensions sont du même ordre de grandeur, alors que dans d'autres les dimensions pour intercepter la masse la plus grande sont largement supérieures à celles nécessaires pour intercepter la masse sur la campagne. Cela montre que diminuer l'accumulation à long terme dans les milieux récepteurs ne garantit pas de protéger contre les effets de choc provoqués par des événements exceptionnels.

Pour intercepter 80% de la masse produite pendant les campagnes			
Polluant	Type de site	Volume, m ³ /ha act	Débit, l/s/ha act
MES	Séparatif	60 - 150	11 - 60
	Séparatif pollué et mixte	70 - 150	
	Unitaire	30 - 70	
DCO	Séparatif	50 - 140	8 - 47
	Séparatif pollué et mixte	85 - 150	
	Unitaire	30 - 65	
DBO5	Séparatif	45 - 180	8 - 25
	Séparatif pollué et mixte	80 - 135	
	Unitaire	30 - 70	

Tableau 6.9: Volumes et débits pour intercepter 80% de la masse produite pendant les campagnes

Pour intercepter 80% de la masse produite la plus grande			
Polluant	Type de site	Volume, m ³ /ha act	Débit, l/s/ha act
MES	Séparatif	20 - 500	3 - 200
	Séparatif pollué et mixte	150 - 800	
	Unitaire	60 - 130	
DCO	Séparatif	20 - 480	4 - 180
	Séparatif pollué et mixte	240 - 760	
	Unitaire	60 - 150	
DBO5	Séparatif	20 - 420	8 - 200
	Séparatif pollué et mixte	50 - 740	
	Unitaire	30 - 160	

Tableau 6.10: Volumes et débits pour intercepter 80% de la masse produite la plus grande

L'étude des rejets résiduels les plus importants montre qu'ils ne correspondent pas toujours à la masse produite la plus grande. Pour les ouvrages de stockage et pour les ouvrages de traitement au fil de l'eau, cela dépend de la valeur respectivement du volume écoulé ou du débit de pointe. Si la masse la plus forte correspond à un volume ou à un débit faible, le rejet résiduel est peu important, et les masses non interceptées les plus importantes correspondent au volume ou au débit le plus grand. Les rejets résiduels les plus importants sont:

- * pour un faible volume, 20 m³/ha act, et un faible débit, 4 l/s/ha act, respectivement jusqu'à 65 et 80%

de la masse la plus grande;

- * pour un volume important, 100 m³/ha act, et un débit important, 20 l/s/ha act, respectivement jusqu'à 90 et 70% de la masse la plus grande.

Les volumes et les débits qu'on indique ici sont très importants. Dans des agglomérations il paraît difficile que des ouvrages de cette ampleur puissent être construits. Ces chiffres doivent être confirmés sur d'autres sites pour lesquels des données plus nombreuses seraient disponibles. Il faut aussi envisager de combiner les deux types d'ouvrages afin de réduire au maximum la dimension totale. On peut envisager d'installer un traitement au fil de l'eau avec un débit maximal donné, et de stocker la fraction excédentaire.

Il existe des méthodes pour dimensionner les ouvrages de stockage, mais beaucoup d'entre elles sont basées sur des considérations hydrauliques. Leur application nécessite une connaissance statistique des pluies (durée, intensité, fréquence). En supposant un débit de fuite constant au bassin, il est possible de déterminer son volume en fonction des caractéristiques des pluies qu'on désire stocker. La méthode allemande, souvent citée dans la littérature, a pour objet de dimensionner des bassins de surverse sur des systèmes unitaires pour réduire les rejets aux déversoirs d'orage. Elle assure de plus que la pollution rejetée dans le milieu récepteur par le réseau unitaire (déversoir d'orage + rejet de la station d'épuration) ne dépasse pas la pollution rejetée si le réseau était séparatif. Geiger (1986) a utilisé les données recueillies à Munich-Harlaching (site unitaire de 540 hectares) pour vérifier si les hypothèses de cette réglementation étaient vérifiées. Les calculs donnent un volume de 15 m³/ha imp. Il montre en utilisant différentes hypothèses de décantation que pour intercepter 80% de la pollution annuelle aux déversoirs d'orage il faut entre 10 et 30 m³/ha imp, ce qui correspond sur nos données à des volumes entre 30 et 100 m³/ha act. Les ordres de grandeur sont donc équivalents aux nôtres.

