Je suis aussi un producteur de biens publics impurs, tutélaires, si j'ai bien compris, puisque je suis membre de l'Education Nationale... L'objet de mon propos est celui-ci : "risques de défaillance des ouvrages d'assainissement pluvial urbain : un concept revisable ?"

La question fondamentalement posée est celle qui consiste à vérifier qu'en matière d'évacuation des eaux pluviales, comme pour la gestion d'un certain nombre d'autres risques, on ne peut pas se prémunir contre l'événement le plus important, tout d'abord parce qu'on ne le connaît pas, et ensuite parce que de toutes façons, en termes d'investissement dans cette protection, qu'il s'agisse des frais de premier établissement ou simplement de frais de fonctionnement, on aurait des dispositifs particulièrement coûteux.

Le problème est donc de déterminer ces aménagements en termes de risque de défaillance et pour un risque donné dont on peut évaluer la probabilité d'occurrence. On le fait par l'intermédiaire de ce terme qui revient constamment dans les études d'hydrologie urbaine, qui est la période de retour d'un risque de défaillance d'un ouvrage, d'un système. Ainsi pour définir un aménagement, on doit déterminer un débit ou un volume en un point donné du système, de probabilité d'occurrence donnée, de période de retour donnée.

Existe-t-il des possibilités de définition objective de la période de retour de défaillance d'un système d'assainissement ? Avant de dissenter sur ces possibilités, je crois qu'il est essentiel de revenir au poids de l'histoire dans les villes et dans les aménagements qui ont des durées de vie importantes. Le poids de l'histoire et de l'organisation sociale et technique est très fort pour entériner et pérenniser un certain nombre de pratiques dont on peut s'interroger à la fois sur les origines techniques et sur les fondements de l'établissement d'une règle, devenue aujourd'hui établie et confirmée en particulier par la jurisprudence.

A partir du moment où il y a un risque et où les ouvrages qui ont été calculés prétendent pouvoir assurer une protection contre un risque donné, en cas de défaillance de ces ouvrages, les sinistrés, les plaignants se retournent contre la puissance publique, ou vers d'autres particuliers, pour demander une vérification du bien fondé du risque pour lequel était calculé l'ouvrage, et si, en fait, on se trouve devant une situation de sinistré "justifiée" par le caractère exceptionnel du phénomène qui a causé les désordres.

En termes d'éléments historiques, vous allez voir que les éléments sur lesquels on peut s'appuyer sont particulièrement minces, et pourtant il y a une certaine logique.

Exposé de Monsieur M. DESBORDES

Institut des Sciences de l'Ingénieur,
Université de Montpellier

RISQUES DE DEFAILLANCE DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT URBAIN : UN CONCEPT REVISABLE ?

Ceux qui me connaissent savent que j'utiliserai un peu d'humour acerbe pour fustiger un certain nombre de systèmes, mais gentiment malgré tout...

Donc, quels sont ces éléments ? D'abord le poids de la réglementation en ce domaine. Or quand on fait des recherches sur la prise en compte de l'évacuation des eaux pluviales dans les équipements d'assainissement urbain, on se rend compte qu'il n'existe pas de trace très précise, dans l'histoire, d'une dimension technique forte, sauf à partir d'une certaine période, et la première est issue des activités de la Ville de Paris (le centralisme français...).

En 1830, l'Ingénieur Général DUPUY, Directeur des Services Techniques de la Ville de Paris, propose, pour le calcul des réseaux d'assainissement, qui existent déjà, de prendre en compte une pluie de 41 millimètres en 1 heure. Il existait vraisemblablement dans les annales des Ponts et Chaussées des éléments qui ont amené M. DUPUY, Ingénieur célèbre qui a laissé des traces dans le monde de l'hydraulique, à prendre une précipitation de cet ordre.

Son successeur à la Ville de Paris, en 1850, le très célèbre Ingénieur BELGRAND, qui a laissé son nom à une rue de la capitale, a repris l'hypothèse de M. DUPUY, alors qu'il avait la charge de mener une réflexion beaucoup plus développée sur les systèmes d'assainissement, en particulier à Paris. Il a transformé cette information pluviométrique en une information débitométrique par le biais d'un certain nombre de calculs tout à fait intéressants. Il présidait en fait au développement de l'hydrologie urbaine moderne, qui ne verra réellement le jour qu'un siècle plus tard. M. BELGRAND, qui est un remarquable ingénieur, a émis un certain nombre d'idées sur les possibilités d'évaluer les débits qui ruissellent sur une agglomération, et il a transformé la pluie en apport spécifique de 42 litres/seconde/hectare.

Dans les textes qu'il a publié, M. BELGRAND dit avoir fait des vérifications de cette quantité sur un orage, celui du 21 Mai 1857. Evidemment les vérifications expérimentales sont faibles ; il avait 4 ou 5 "pluviographes" de l'époque, il a fait certaines observations au niveau des égouts, la base de 1 heure étant prise en compte au travers du temps de parcours dans les plus grands collecteurs de Paris intra-muros.

A partir de là, ces 42 l/s/ha vont être utilisés pour calculer les réseaux de Paris, mais également pour réaliser d'autres égouts en France. Le chiffre est donné, il commence à se pérenniser. Il faudra attendre, dans le milieu de l'assainissement, l'apparition en 1894 de la loi du "tout à l'égout", qui détermine le concept hygiéniste de l'assainissement dans lequel le poids le plus fort est donné à l'évacuation rapide et directe des eaux souillées de toutes natures loin des lieux de production vers les milieux récepteurs, étant entendu que plus tard, à l'exutoire de ces réseaux, on installera des stations d'épuration.

Ce sont alors les réseaux unitaires qui se développent dans les agglomérations, c'est l'exportation du modèle parisien par l'intermédiaire des corps d'Etat qui vont dans les campagnes porter la bonne parole, les textes et les circulaires. Tout cela "descend" de Paris.

En 1930, un autre ingénieur des Ponts et Chaussées, qui s'appelle KOCH et qui est également célèbre dans le monde de l'hydrologie urbaine, après une étude de ce qui se faisait à l'étranger, pense qu'un critère de calcul des réseaux d'assainissement fondé sur un seul débit forfaitaire de 42 l/s/ha n'est pas nécessairement satisfaisant et qu'il conviendrait mieux de prendre en compte certaines caractéristiques physiques des bassins versants. Il préconise l'utilisation de la formule rationnelle qui a été énoncée pour la première fois de façon précise, au sens dynamique de l'écoulement des eaux, par l'intermédiaire de la notion de temps de concentration, par un irlandais qui s'appelait MULVANEY (auparavant, M. BELGRAND avait donné dans ses textes des éléments qui peuvent se rapprocher de la notion de formule rationnelle) et qui a été développée en tant qu'outil de calcul des réseaux d'assainissement par KULCHING aux U.S.A. en 1889, et par LLOYD DAVIS en Angleterre en 1906.

Le principe de base est donc de donner une évaluation du débit de pointe du ruissellement dans une agglomération à partir de paramètres simples qui sont : un coefficient de ruissellement, la surface qui est raccordée au réseau et une grandeur caractéristique des précipitations qui est l'intensité maximale moyenne sur la durée du temps de transfert ou de concentration des bassins et pour une probabilité donnée.

La notion de risque va donc apparaître à partir de ce moment là, par l'intermédiaire de l'utilisation d'une grandeur qui est l'intensité de pluie sur une durée donnée.

Le temps passe ... En 1940 un autre ingénieur des Ponts et Chaussées s'investit dans ce domaine. Il y a toute une paternité d'ingénieurs et de services qui ont travaillé dans ce domaine, ce qui correspond à une structuration de la technique au travers des corps ayant en charge le développement des équipements dans les agglomérations.

En 1941 donc, l'Ingénieur Général CAQUOT - qui est beaucoup plus célèbre pour ses travaux en mécanique des sols et en d'autres domaines - qui était aussi un très grand ingénieur, s'est amusé, probablement à la suite d'un certain nombre d'observations faites dans ses services sur le calcul des réseaux d'assainissement, à proposer une amélioration typiquement française de la formule rationnelle, ceci dans un compte rendu à l'Académie des Sciences où le calcul des ouvrages en termes de risque de défaillance est clairement indiqué, et où un exemple de calcul est donné pour la base de $T = 10$ ans.

Donc apparaît, à partir de ce moment là également, non pas une standardisation, mais l'énoncé d'une valeur pour le risque contre lequel il conviendrait de se prémunir. Et voici un extrait de ce compte-rendu de l'Académie des Sciences du 20 Octobre 1941: "A la base du calcul se trouve une appréciation de la probabilité des causes. Il n'a été fait, à notre connaissance, aucune synthèse d'ensemble de cette question, dont l'état actuel, d'après les études effectuées dans différents pays, a été récemment bien énoncé par M. KOCH". Il y a donc des tendances, mais encore rien de normalisé.

Si l'on poursuit dans cette direction : 1947, on commence également à s'intéresser en France (même s'il y a eu des tentatives précédentes) à l'analyse des précipitations par le biais des appareils qui ont été installés, des pluviographes enregistreurs rapides, il y en a peu (1 à Paris Montsouris). Les fameuses courbes intensité - durée - fréquence, la structuration de la variable hauteur de pluie sur une durée donnée en fonction de sa probabilité d'apparition est attribuée à un professeur de l'Université de l'Illinois qui s'appelle TALBOT et qui aurait formulé ce type de représentation pour la première fois vers 1904.

M. GRISOLLET de son côté, qui est ingénieur à la Météorologie Nationale, dans un autre compte rendu à l'Académie des Sciences de 1947 traitant des précipitations de Paris Montsouris, précise : "la courbe relative à la pluie décennale qui est la plus significative" (comprenez par là "au regard des données" puisqu'il travaille sur la série 1927 - 1946 soit 20 ans, car en 1927 on a

changé l'enregistreur de Paris Montsouris, ce qui montre aussi que dans l'analyse de probabilité des séries pluviométriques peuvent se produire un certain nombre de changements qui modifient totalement la fiabilité de l'évaluation statistique des grandeurs sur lesquelles on travaille) "est importante par le fait que les techniciens, acceptant délibérément un risque, tendant à adopter cette pluie - décennale - comme base de calcul des ouvrages".

La naissance de la circulaire CG1333 relative à l'assainissement des Agglomérations, publiée en 1949, va donner un cadre technique extrêmement strict au dimensionnement des ouvrages d'évacuation des eaux pluviales. Toutefois la formule parisienne décennale existait avant les travaux de M. GRISOLET donnait 46 mm en 1 heure. On n'est pas tellement loin des 41 mm choisis de façon un peu arbitraire en 1830, 110 ans plus tôt. Les travaux de M. GRISOLLET donnent les éléments suivants : pour des périodes de retour de 10 et 20 ans, en 1 heure, respectivement 37 mm et 41 mm.

La pluie retenue précédemment par M. DUPUY se place, selon les analyses ci dessus, comme "moins de 10 ans", et "moins de 20 ans". Dans l'établissement de la circulaire de 1949, cet élément de fréquence décennale a été imposé par les rédacteurs, après analyse, bien évidemment, de l'histoire des prises de décisions techniques d'un certain nombre d'ingénieurs et par conséquence, il apparaît de façon explicite dans cette "bible des projeteurs", la fréquence décennale et les possibilités d'assurer quand même des niveaux de protection spécifiques. Les rédacteurs prennent le soin de dire "fréquence décennale", c'est le cas général, mais si on le souhaite on peut faire mieux. C'est aussi l'introduction des réseaux séparatifs, et l'établissement d'une formule de calcul automatique. Vous voyez que, pour des bassins d'allongement de 2 et pour une période de retour de 10 ans, on a une formule extrêmement simple qui donne le débit de pointe en fonction de la pente, du coefficient de ruissellement et de la surface. Si on regarde plus précisément, p. 7 : "les évacuations d'eaux pluviales, en systèmes séparatifs comme unitaires, sont généralement calculés de façon à ce que leurs capacités d'évacuation correspondent au débit des orages de fréquence décennale".

Rappelons que cette circulaire générale a été envoyée dans tous les services extérieurs de l'Etat, les Préfet ayant en charge de veiller à l'application du texte. Page 8 "on a souvent besoin de calculer les débits d'un bassin pour une périodicité probable qui diffère des 10 ans envisagés plus haut". Donc une porte ouverte à des possibilités d'évaluation - "ainsi on sera conduit, pour assurer la protection d'une zone névralgique ou lorsqu'un surcroît de sécurité pourra être

obtenu sans grands frais à construire des ouvrages d'évacuation conçus pour une période d'insuffisance de 50, et même 100 ans". Il y a dans la circulaire tous les éléments pour faire autre chose qu'une application trop simple d'une formulation particulière pour la Région de Paris.

Il faut savoir que les ingénieurs de l'époque qui portaient réaliser des assainissements dans les villes de l'Afrique équatoriale et tropicale y ont utilisé la formule parisienne. La notion de fréquence décennale n'avait plus aucun sens dans ces conditions là, mais on n'avait pas non plus de renseignements très précis pour juger de ce qu'était la fréquence décennale des précipitations dans ces régions faute d'enregistrement. Si on continue dans l'histoire de 1950 à 1970 se produit en France le phénomène d'explosion de l'urbanisation, plus important encore que n'avait été celui de l'époque de la révolution industrielle entre 1850 et 1900, avec des taux de croissance qui, en moyenne, dans la période 50 - 70 se situent entre 1,9 et 2,3 %, et une croissance très importante des surfaces imperméabilisées, ce qui n'avait pas été imaginé par les gens qui concevaient les égouts en 1900. Ceci en raison du poids considérable de l'automobile, du véhicule individuel (quand on regarde dans les textes réglementant les voiries, les dimensions croissent d'année en année) et également le choc entre les anciens réseaux de type unitaire, et les réseaux séparatifs. Bref, des inondations de plus en plus fréquentes, et parfois très sérieuses, et un poids économique de plus en plus lourd. C'est à dire que le calcul des réseaux d'assainissement sur la base des textes, tels qu'ils étaient, commence à poser des interrogations. En 1970, et un peu avant même, avec le programme expérimental lancé par M. AFFOLDER, va apparaître une commission interministérielle dirigée par l'Ingénieur Général LORIFERNE qui va envisager la révision de la circulaire CG1333. Donc à partir de 1973 on va s'interroger, et va apparaître un autre concept de l'assainissement qui est un concept hydraulique. Bien sûr le problème des eaux usées, de l'épuration, de l'hygiène, demeure. Mais l'importance des eaux pluviales devient criant et on va essayer de trouver des solutions techniques permettant de faire face à ces surcroits de débits et de volumes qui résultent de l'internalisation des eaux. On va donc développer un concept un peu en opposition au concept hygiéniste puisque l'on va chercher à ralentir autant que possible l'évacuation des eaux sur les bassins versants, tout simplement d'un point de vue dynamique; on va augmenter les temps de concentrations et par voie de conséquence mettre en jeu des intensités et donc des débits, plus faibles. Il faut reconnaître que la technique du calcul du réseau était fondée sur des éléments scientifiques particulièrement minces : avec des formules hydrauliques du régime uni-

forme et qui n'ont rien à voir avec le fonctionnement hydraulique transitoire réel d'un système d'assainissement qui peut être considéré comme un ensemble de singularités hydrauliques qu'on ne sait pas modéliser à priori, reliées par des bouts de tronçons de conduites relativement courts, avec des multitudes de fonctionnements générateurs de coups de bélier, d'écoulements pneumatiques etc... Ces milieux là apparaissent comme très compliqués et il est clair que les techniques de calcul qui étaient à l'amont dans la définition de ces ouvrages sont tout à fait inadaptées pour une évaluation précise de ce qui peut se passer à l'intérieur.

Dans l'instruction technique 77 284 du 22 Juin 1977, il est intéressant de rappeler certains termes de cette circulaire, fort intéressants mais que beaucoup semblent avoir oubliés, peut-être parce qu'ils n'étaient pas à la bonne place ? Dans le chapitre 1 - conception générale - il y a quelque chose de très intéressant : "... étudier statistiquement la fréquence du renouvellement en examinant les chemine-ments de l'eau en cas d'insuffisance des réseaux ...", je crois que personne ne le fait : on calcule les ouvrages pour un risque de défaillance donné, mais pour un risque plus élevé, on ne cherche pas nécessairement à voir où va passer l'eau, avec quelle vitesse et avec quelle violence. Il est également indiqué "il est souvent admis, à priori, qu'il est de bonne gestion de se protéger contre un risque décennal". C'est la reconnaissance explicite qu'il n'y a aucun fondement autre que des décisions un peu arbitraires qui ont justifié le choix de cette référence décennale pour le calcul des ouvrages. En 1980, le dernier concept apparaît : c'est le concept environnementaliste de l'assainissement, celui qui intègre à la fois nuisances intra-muros (inondations, etc...) mais aussi des nuisances extra-muros; et c'est là où je ne suis pas tout à fait d'accord avec l'exposé précédent. Car en fait, la ville exporte à l'extérieur par le biais des eaux pluviales, un certain nombre de pollutions dont on commence seulement à connaître l'importance sur l'environnement, et elle exporte également ses nuisances en terme d'inondations; c'est le cas si des petites communes se trouvent à l'aval d'une immense cité bétonnée, elles sont périodiquement noyées avec une fréquence qui n'a plus rien de décennal, par les ruissellements qui dévalent de l'amont.

Si on veut essayer d'évaluer de façon un peu plus objective ce que pourrait être la période de défaillance, il y a plusieurs solutions. Je ne vais pas m'engager sur le discours technico-économique, et en particulier l'approche technico-économique "optimale", je pense que c'est, sinon un enfantillage, une approche pas plus fiable que la décision purement administrative de choix d'une valeur donnée du risque de défaillance. Le principe est, bien sûr, que pour un niveau de protection donnée, le

coût de protection croît en fonction de la probabilité du risque de défaillance, tandis que le coût des dommages résiduels au dessus d'un seuil de protection donné est sensé décroître. Le problème, bien sûr, c'est l'évaluation tant du coût des ouvrages (encore que par le biais des assimilations, et dans un espace réduit, il soit possible d'approcher les investissements concernant des ouvrages donnés) que du coût des dommages (on est là dans un domaine où il est relativement illusoire de vouloir tenter une évaluation tout à fait précise). Il y a quelques années j'avais travaillé sur ce sujet, en faisant des modèles de simulations d'inondations, en affectant des paramètres économiques à des mètres cubes d'eau surversés par dessus les réseaux souterrains. Et sans tenir compte de l'aspect aléatoire - mais en travaillant sur les moyennes, sur les espérances mathématiques, on arrivait à des formulations d'"optimum" qui étaient totalement "plats" pour des périodes de retour entre 5 et 50 ans dans la plupart des simulations. Par rapport aux notions de risque de défaillance, de probabilité de retour, les quantités d'eau sont moins sensibles à ce paramètre puisque si l'on considère des variables à distribution exponentielle, elles varient sensiblement comme le logarithme de la période de retour, et les débits augmentent eux dans une proportion de 1 à 2 quand on passe de 10 à 100 ans, et en termes de dimensionnement le poids diminue encore.

Si on veut imaginer une autre approche, on est obligé de faire référence à la stabilité des calculs en ce qui concerne la pluviométrie, et je vous donnerai quelques exemples :

- o en climat irrégulier, comme c'est le cas en région méditerranéenne, contrairement aux évaluations des statistiques qui se basent sur des distributions de nature normale, il faut disposer de durées d'observations bien supérieures à la durée de retour du phénomène que l'on veut évaluer pour avoir une estimation à peu près fiable. Ainsi, pour une hauteur d'eau de période de retour 30 ans, sur la période 1920-1971, soit 50 ans à Montpellier Bel Air, si vous rajoutez les 10 ans qui ont suivi, cette hauteur n'est plus que décennale sur 1920-1980,
- o pluie ponctuelle/pluie spatiale : les séries pluviométriques donnent une estimation de la pluie sur la bague du pluviomètre, 400 m2 ou 2000 cm2. La représentation du phénomène dans l'espace en est tout autre. Pour l'Hérault, département de 2500 km2, la hauteur de pluie ponctuelle de période de retour 50 ans sur une durée de 24 h, fait à peu près 200 mm sur la période 1921-1971; elle a une probabilité d'apparition dans le Département de 2 ans. Si l'on considère que l'isohyète à 200 mm en 24 h a une surface d'à peu près 100 à 300 km2, on

retrouve, en termes de probabilité sur une situation ponctuelle par simple simulation, que la distribution de ces isohyètes de 100 à 300 km2 sur les 2500 km2 est à peu près uniforme. Cela veut dire que sur des bassins versants urbains de quelques dizaines de km2 la probabilité d'avoir une hauteur H de période de retour T touchant une surface S, est nettement supérieure à la probabilité d'avoir cette même hauteur sur la surface du pluviographe. Par le biais de la concentration des flots, vous pouvez avoir un secteur urbain qui va être touché partiellement par une précipitation importante et qui va inonder à l'aval des gens qui n'ont pas reçu cette précipitation importante. Prenez un département comme la Seine-Saint-Denis, avec les moyens d'investigation spatiale dont on dispose aujourd'hui avec les radars météorologiques, on peut très bien détecter une très forte précipitation à l'amont et inonder à l'aval, là où il pleut à peine. On a connu ce type de situation à Montpellier lors de la pluie de 1976, où il est tombé 5 mm en ville et, à 25 kms de là, 360 mm qui ont dévasté la vallée du LEZ;

En ce qui concerne les modèles hydrologiques je n'insisterai pas sur l'incertitude, sur la valeur même des débits. En particulier, pour des bassins faiblement urbanisés on ne peut pas transférer la probabilité d'apparition d'une variable hydrologique (la précipitation) ou le débit qui en résulte. Si l'on veut réaliser des simulations hydrologiques, il y a des incertitudes propres au calage, et de plus les modèles sont fortement empiriques, et il y a un poids important des événements fréquents sur les paramètres de calage du modèle. Aussi, en projet, pour des événements rares, le modèle devient facilement hasardeux. En situation extrême, il est plus facile de simuler une pluie déterminée connue, qu'une pluie "décennale". Comment simuler ce que donnerait sur Paris une pluie de type méditerranéen de 160 mm?

Aussi, ce que nous proposerions, ce serait de faire une différenciation entre les types d'assainissement. On ne peut pas traiter la totalité de l'évacuation des eaux pluviales dans une agglomération comme s'il s'agissait d'un simple équipement d'infrastructure banal, comme les VRD d'un lotissement de 40 habitants.

- o l'assainissement banal dans les secteurs sans risque significatif peut être du ressort de l'utilisation de textes administratifs, circulaire...etc...
- o mais l'assainissement se pose aussi en terme d'aménagement de l'espace urbain, et dans certaines régions, à risque de précipitations maximales, il faut faire des approches de l'espace. Le problème est que l'assainissement ne devienne pas

seulement une simple conséquence de l'urbanisation, mais que l'urbanisation soit définie autour du problème de l'évacuation des eaux pluviales.

Il y a donc une implication totale entre l'urbanisme, le contrôle et la maîtrise des eaux, l'architecture, etc... pour la conception de dispositifs et de systèmes qui rendent moins dangereuses les inondations. Si vous prenez une ville comme Nîmes, toutes les destructions ont été le fait d'une concentration des flots qui ont repris leurs anciens chemins et des vitesses excessives de l'eau en surface, des vitesses de 7 à 10 m/s, (les termes d'énergie cinétique qui correspondent à des poussées de 3 tonnes au m²), et rien ne résiste alors dans les constructions qui n'ont pas été prévues pour cela. Si l'on avait aménagé les parcours de l'eau, réduit les pentes sur certains secteurs, évité que les voies de communication ne soient des obstacles à l'écoulement, l'eau se serait écoulée sous une profondeur de 30 à 40 cm, avec des vitesses de 1 m/s sans provoquer de dégâts autres qu'une submersion de

trottoir ou quelques inondations de caves. Il y a des situations où il faut donc prendre en compte la dimension catastrophique potentielle de certains secteurs, à la fois sur le plan climatique et sur celui de la topographie, de l'implantation de l'urbanisation. Comment faire ? travailler dans l'évaluation non pas en fonction de séries pluviométriques qui n'apportent aucune information sur ce type de phénomènes, en raison de l'incertitude pour l'estimation des situations rares, mais sur l'évaluation spatiale de la fréquence de ces phénomènes, où en recherchant les facteurs qui peuvent favoriser leur apparition, (situation de collines, etc...), et faire des simulations spatiales. Le principe est simple : un exemple sur Nîmes. Si l'on prend la pluie de Nîmes d'Octobre 1988, sur la période 1964/88 elle est $T = 150$ ans et à 250 ans ; l'analyse régionale donne 100 à 180 ans. Maintenant, si l'on examine les documents historiques, la probabilité descend à 60 à 120 ans. Aujourd'hui les risques de désordres très graves à Nîmes ont probablement une période de retour d'une vingtaine d'années.

On a très longtemps négligé cette dimension de l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations, on a fabriqué des mégapoles, et bétonné largement; les conséquences aujourd'hui peuvent être relativement graves. Une solution consiste, par exemple à utiliser le concept anglo-saxon de système mineur - système majeur, considérer que l'évacuation souterraine des eaux soit adaptée à des phénomènes relativement fréquents, de périodes de retour 2 à 10 ans, et aménager la surface pour permettre l'évacuation lors de phénomènes beaucoup plus rares, de période de retour 10 à 100 ans, ou plus, en limitant les zones à vitesse excessive, en évitant de bloquer l'écoulement des eaux, c'est un véritable aménagement de l'espace au travers de la dimension de l'hydrologie urbaine.

Ainsi, la notion de risque de défaillance n'a plus à être traitée comme un paramètre technico-économique alors qu'en réalité dans la situation actuelle ce n'est qu'un paramètre juridico-culturel.

Discussion : page 502

M. HERVIO

Je m'excuse d'avoir demandé à l'orateur de raccourcir son exposé. Il n'a pas pu ainsi développer comme il l'aurait souhaité la deuxième partie de son exposé. Nous engagerons la discussion sur celui-ci après avoir entendu les orateurs suivants. Je retiens des propos de Monsieur DESBORDES l'importance des incertitudes sur l'estimation et la valeur des paramètres pris en compte pour les approches économiques. Il sera intéressant d'avoir un échange de vues à ce sujet.

Je demande à Monsieur TORTEROTOT de bien vouloir prendre place à la tribune. Tout d'abord, je dois apporter un correctif à la proposition que j'avais faite avant que nous suspendions la séance. Comme le sujet que va traiter Monsieur Jean-Claude DEUTSCH a également d'importants recoupements avec ceux qui l'ont été ou vont l'être par Monsieur DESBORDES et par Monsieur TORTEROTOT, je pense qu'il est préférable d'entendre les deux exposés qui suivent avant d'entamer la

discussion générale. Nous allons donc entendre tout de suite Monsieur TORTE-ROTOT ; nous donnerons ensuite la parole à Monsieur DEUTSCH. L'un et l'autre exerçant aujourd'hui leur activité au C.E.R.G.R.E.N.E. - qui est un laboratoire de recherche de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées qui regroupe en son sein, des chercheurs venant d'horizons très divers (Ingénieurs des Ponts, Ingénieurs du Génie Rural et des Eaux et Forêts, ...). Je passe la parole à Monsieur TORTEROTOT.