

**Spécifications fonctionnelles pour les revêtements routiers –  
une question d’assignation des risques.  
Par J. Th. van der Zwan, Ing.**

**Division de l’Ingénierie routière et hydraulique  
Département des Travaux publics  
Ministère des Transport, des Travaux Publics et de la Gestion des Eaux**

**Pays-Bas**

**Introduction**

Dans le monde entier, les clients et les entrepreneurs étudient les spécifications fonctionnelles. Leur interrogation porte sur la nature exacte des spécifications fonctionnelles, et la raison de les utiliser. De plus, se comprend-on mutuellement quand on parle de spécifications fonctionnelles ? Fort de son expérience et de nombreux travaux internationaux, l'auteur est convaincu que nous manquons d'approche conceptuelle quand nous discutons de spécifications fonctionnelles.

Et cela engendre des malentendus entre spécialistes, par manque de clarté sémantique. Les spécifications fonctionnelles ne sont pas nouvelles, elles sont utilisées internationales, et sans elles il n'y aurait pas de travaux routiers. Ce qui est neuf, c'est que les spécifications fonctionnelles seront de plus en plus intégrées aux contrats, à de nombreux niveaux différents. Ce document présente une approche conceptuelle qui doit permettre aux personnes concernées par ces spécifications fonctionnelles de mieux comprendre tant leur travail que celui de leurs collègues. Il se propose aussi d'explorer certaines conséquences potentielles de différentes formes de spécifications fonctionnelles.

**Les spécifications fonctionnelles, c’est quoi ?**

Bien qu’il devrait être possible de tomber d’accord sur une définition des spécifications fonctionnelles susceptibles de répondre à toutes les questions, nous n'en donnerons pas. Tant au niveau national qu'international, on ne se met d'accord sur aucune définition. Ce document n'a donc pas pour objet d'en proposer une. Il se propose plutôt de discuter le concept même des spécifications fonctionnelles, laissant à d'autres la question de leur définition. En général, on pourrait dire qu'il porte sur les spécifications liées à une fonction particulière. Mais cela ne signifie pas grand chose. D’abord, il faut définir à quel objet la fonction se réfère puis évaluer la complexité du système. Par exemple, la fonction d'une route est plus compliquée que celle de corpuscules de sable dans un mélange d'asphalte. Et pourtant, tous deux remplissent une fonction et pour tous deux, on peut arrêter – et on arrête - des spécifications portant sur leurs fonctions.

**La pyramide des exigences**

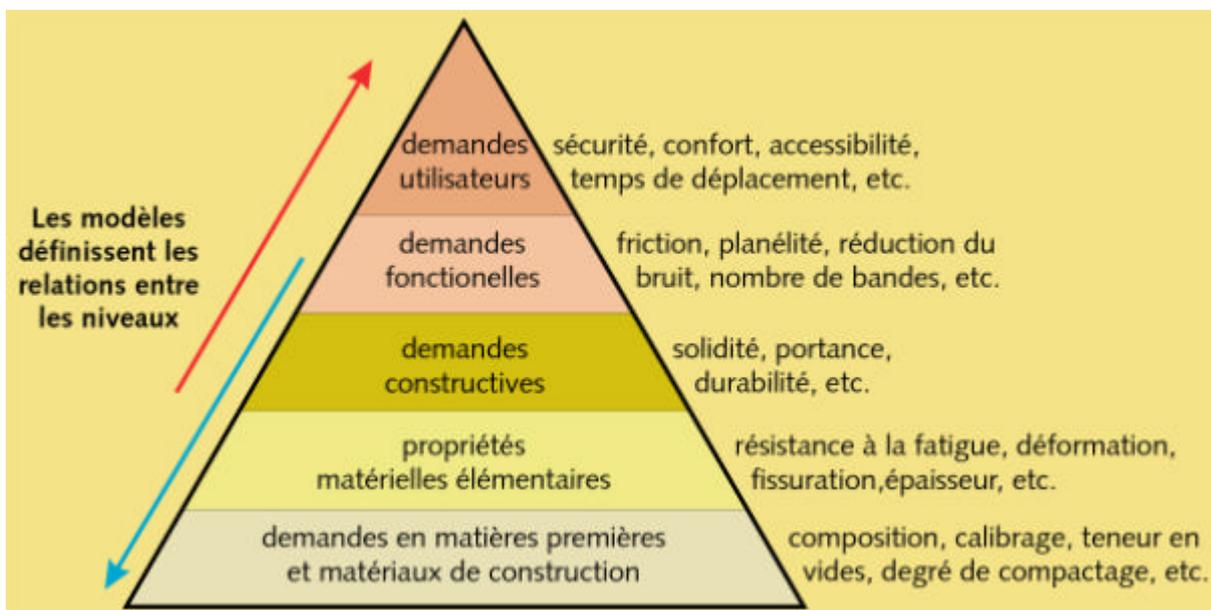
Comme outil permettant de définir des exigences (par exemple, les exigences de l'utilisateur ou les revendications constructives) par des qualités spécifiques, on peut utiliser la « pyramide des exigences » (voir fig. 1). C'est un modèle que l'on utilise aux Pays-Bas. En fait, on l'utilise dans le monde entier sans toujours en être conscient. L'objectif d'une route est de répondre aux besoins du client dans un cadre d'exigences

politiques, économiques et environnementales. Un ingénieur routier est capable de construire une telle route en utilisant tous genres de modèles. La pyramide est une façon de montrer la relation entre le niveau le plus élevé (une jonction entre A et B) et les critères posés aux matières premières constructives au niveau le plus bas (par exemple, le calibrage). C'est une pyramide à plusieurs niveaux.

Dans le cadre de cet exemple, on utilisera une route en asphalte, mais l'approche reste valable pour tous les types de construction :

### **Exemple basé sur une route en asphalte**

Au niveau le plus élevé, on peut exiger une route susceptible de transporter les gens et les marchandises de manière sûre et confortable, dans le cadre d'un volume de trafic et d'une durée de déplacement donnés, en harmonie avec les objectifs environnementaux. En étudiant les modèles de trafic, on peut calculer combien de voies seront nécessaires. Les modèles de sécurité pourront définir des géométries et des caractéristiques de surface. On pourra en analyser la construction à l'aide d'un modèle de conception constructive. Nous entrerons comme paramètres, dans nos modèles, les charges axiales, le flux de trafic (présent et futur), la vie conceptuelle, les conditions climatologiques et géométriques et les propriétés matérielles. A l'aide de modèles matériels, le spécialiste en matériaux peut concevoir des mélanges qui s'inscriront dans les paramètres utilisés dans le modèle conceptuel. Ces modèles matériels analyseront également d'autres paramètres matériels nécessaires tels que la résistance à la déformation et la durabilité. S'ils ne sont normalement pas utilisés dans un modèle conceptuel constructif, ils sont pourtant pertinents pour la vie conceptuelle d'une construction ou un couche de surface..



**Fig.1: la pyramide des exigences**

En utilisant ces modèles, nous pouvons montrer qu'en pratique, l'ingénieur routier est capable de déterminer les exigences jusqu'au niveau le plus bas (en fonction des demandes au niveau le plus haut qui sont généralement un compromis entre les différents objectifs politiques). Inversement, l'utilisation des critères formulés au niveau

le plus bas permettra de garantir qu'une route offrira les performances attendues aux niveaux les plus hauts. On peut illustrer les relations entre les différents niveaux au moyen de modèles. Prenons par exemple la méthode de conception du mélange de matériaux de construction pour la relation entre les niveaux 5 et 4. En conséquence, si les spécifications sont arrêtées au niveau le plus bas (en ce compris les exigences de production, de pose et de compactage), on produit des mélanges d'asphalte présentant des propriétés fonctionnelles spécifiques (fatigue, rigidité, résistance à la déformation etc.). Autre exemple : la méthode de conception constructive pour la relation entre le niveau 4 et 3. Les modèles de conception constructive calculent l'épaisseur d'une route, afin d'atteindre la capacité de portance pour un volume de trafic donné sur une période de temps souhaitée, en présentant des caractéristiques de surface suffisantes pour rendre un trajet aussi confortable et sûr que possible.

Il y a des relations au sein de et entre tous les niveaux. Et donc, lorsqu'on définira par exemple la longévité d'une route, on utilisera les modèles de maintenance et de réhabilitation (attendus) basés sur le comportement connu des matériaux. Par exemple, si on sait par expérience que la durée d'une couche de surface est d'approximativement 10 ans, on peut décider d'avoir une vie conceptuelle de vingt ans. Soit un resurfaçage après 10 ans et un renforcement après 20 ans (le choix de la vie conceptuelle dépend bien sûr aussi d'autres critères).

Ce qu'on appelle la pyramide des exigences reflète la manière selon laquelle un système de spécifications et de conception est construit. C'est un concept qui peut être appliqué au niveau international.

En général, tous les concepts routiers utilisent les spécifications fonctionnelles. Nous concevons et construisons tous des routes qui répondent aux critères formulés au niveau le plus élevé du modèle de la pyramide des exigences. Généralement, c'est le client qui, en utilisant ces modèles sous différentes considérations politiques, environnementales et économiques, lance un appel d'offre. Celui-ci décrit (au niveau le plus élevé) ce qu'il faut construire et définit (au niveau le plus bas) les matériaux et les spécifications de production. Tous les standards produits résident au niveau le plus bas. Les spécifications matérielles fourniront en général des mélanges qui rencontreront les critères de la vie conceptuelle. Ces spécifications comprennent les conditions imposées aux matières premières constructives, à la production, à la pose et au compactage.

Pour cette raison, nous utilisons des spécifications fonctionnelles et on échange des informations entre les différentes parties entre chaque niveau de la pyramide. A chaque niveau, des spécialistes sont capables de définir et d'exposer en détail la requête à un niveau supérieur en fonction de spécifications plus particulières.

A tous les niveaux, on peut rencontrer d'autres demandes qui s'expliquent par des priorités nationales, des systèmes de financement, des critères de maintenance, des considérations économiques, des conditions climatiques, la qualité de matières premières naturelles et des considérations de sécurité.

Si on reconnaît le système, il est clair que dans les faits, toutes les conditions utilisées à chaque niveau de la pyramide sont liées à la fonction de la route finale (s'il n'y avait

aucune relation, il n'y aurait en effet pas besoin de spécifications). On peut voir la globalité de la pyramide, en ce compris tous les modèles et spécifications, comme un savoir-faire condensé de décades d'expérience de la construction routière. On utilise partout au monde des modèles très différents et dès lors des spécifications très différentes également. Toutefois, il faut réaliser que les modèles ne décrivent que le savoir-faire existant. En fait, de nombreux modèles sont empiriques en ce sens qu'ils sont valables pour les matériaux utilisés dans la pratique, et dès qu'on a franchi les limites des connaissances empiriques, les modèles perdent leur validité. Actuellement, la plupart des discussions portant sur les spécifications fonctionnelles font référence au besoin de spécifier un contrat à un niveau supérieur à ce que permettent les limites des connaissances empiriques. Cette approche changeante est stimulée par différentes évaluations, comme on va le montrer plus loin. Les spécifications reprises dans un contrat requièrent un système d'évaluation de la qualité par des méthodes de test empiriques à des intervalles spécifiés.

### **Une approche changeante**

Quelles sont les raisons qui justifient une telle approche changeante ? Si le système s'avère satisfaisant comme décrit ci-dessus, pourquoi y a-t-il un besoin ? En voici quelques raisons :

- Les modifications dans l'utilisation des matériaux sont importantes. On exige des matériaux de nouvelles performances, ce qui demande à son tour de développer de nouveaux matériaux. Comme on a acquis moins d'expérience dans la mise en œuvre de ces nouveaux matériaux, les risques impliqués sont supérieurs. Nous ne connaissons pas le comportement futur des nouveaux matériaux, mais potentiellement, nous aimerions mettre en œuvre de meilleurs matériaux le plus rapidement possible. Le recyclage des matériaux peut impliquer des risques supérieurs. Ce qui veut dire que les modèles existants ne donnent pas de garanties suffisantes de comportement, ce qui justifie un niveau supérieur de sécurité.
- Modifications des relations contractuelles. Pour différentes raisons, les clients font un appel d'offres, ce qui transfère à l'entrepreneur les tâches traditionnellement assumées par le client. Les raisons qui expliquent cela sortent de la portée de ce document. La pyramide des exigences illustre le fait qu'en général, il est possible de définir des conditions à chaque niveau, et de les intégrer à un appel d'offres.

### **Les risques**

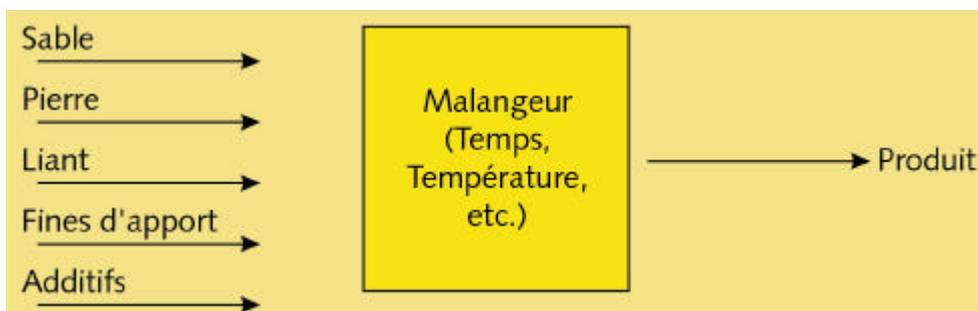
En fait, de nombreux pays expérimentent des contrats différents définissant leurs conditions à différents niveaux de la pyramide. On peut dire par exemple que les contrats de conception, de construction, de maintenance et d'exploitation (DBMO) définissant par exemple une période de maintenance et d'exploitation de 30 ans sont des contrats du second niveau. Des contrats requérant certaines propriétés matérielles telles que la résistance à la déformation ou des propriétés de fatigue peuvent être définis comme des contrats de niveau 4. En principe, il n'y a pas d'objection à cela. Si un client peut concevoir une route, pourquoi un entrepreneur serait-il incapable de la faire ? S'il utilise les mêmes modèles, le résultat sera similaire.

C'est là que commence l'incertitude. Il y a plusieurs incertitudes qui impliquent des risques pour les deux parties. Considérons un contrat DBM de 30 ans. Qui encourt les risques majeurs ? On pourrait dire qu'il s'agit là du contrat le plus sûr pour le client. Inversement, une période de 30 ans est très longue. Quelles seraient les conséquences si la demande pour cette route venait à se modifier au cours de ces 30 ans ? Aux Pays-Bas, les critères édictés pour les routes ont changé significativement cette dernière décennie, ce qui implique que le contrat avec l'entrepreneur doit être modifié pendant cette période contractuelle.

Est-on capable de définir tous les critères pertinents ? Quels sont les risques impliqués par les propriétés matérielles ? Comme on l'a montré plus haut, les modèles donnent la relation entre les différents niveaux de la pyramide. Ces modèles sont de nature extrêmement empiriques. Ce qui veut dire qu'ils n'apportent de réponse satisfaisante que si l'on reste dans les limites de cet empirisme. Par exemple, la nature temporellement changeante du ciment dans le béton peut résulter en une force compressive constante mais en propriétés de durabilité différentes. La détermination des propriétés Marshall pour un nouveau « mix » tel que l'asphalte poreux peut donner des résultats qui ne peuvent pas être implémentés dans l'expertise existante et constituent un autre exemple de la nature empirique des modèles existants. L'une des raisons de définir les spécifications à un niveau supérieur, c'est de garantir à l'entrepreneur un degré de liberté supérieur qui peut favoriser l'innovation. Toutefois, des techniques et des produits novateurs sortent des limites de la connaissance empirique, ce qui implique certains risques. Pour les situations contractuelles, il est nécessaire de définir qui est responsable des risques impliqués. La méthode d'assignation des risques diffère de pays à pays.

### La réalité productive

Considérons à présent le processus de construction d'une route. Ce processus est indépendant du type de contrat. Par exemple, le processus de production du mélange bitumineux ou de béton ne changera pas avec le type de contrat. Dans tous les processus de production, il faut instaurer des mécanismes de contrôle permettant de s'assurer que le produit réponde aux critères imposés. Ce que l'on doit se demander, c'est où il faut procéder à des mesures dans un processus de production. La construction routière implique des matériaux naturels affichant des caractéristiques inhérentes fluctuantes. La fig. 2 nous montre différentes possibilités.



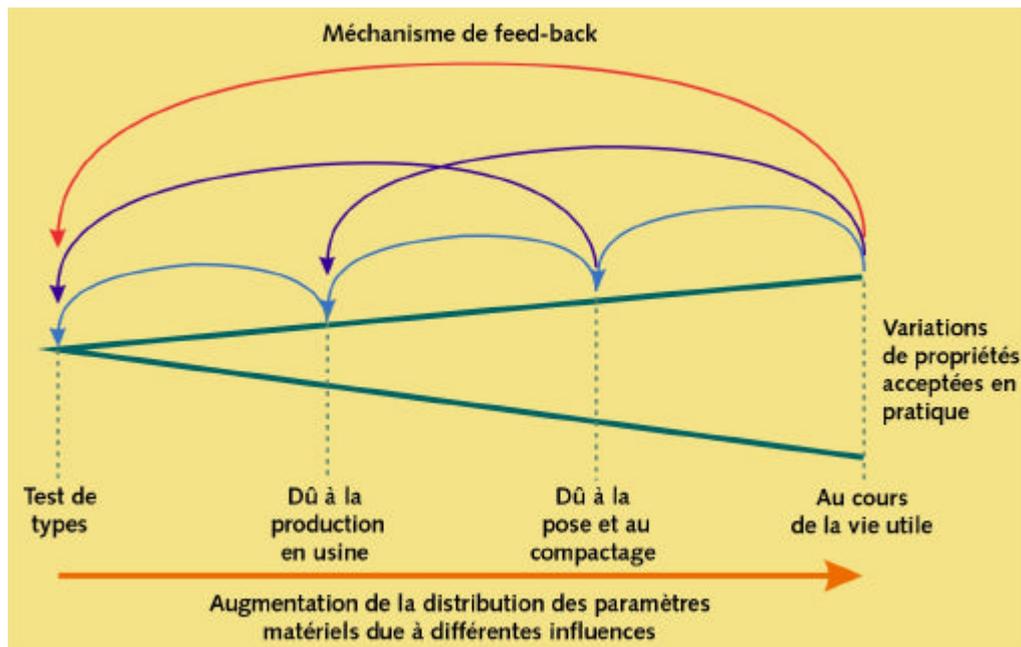
**Fig. 2 : variabilité du mélange**

Le produit est appelé à remplir de propriétés spécifiques. On rencontre, à un niveau élevé, des propriétés telles que la durabilité, les propriétés de fatigue, les propriétés de

rigidité, la résistance à la déformation etc. Dans une approche empirique, le producteur connaît le type de mélange qu'il doit produire. Il contrôle les matériaux entrants, le triage, les quantités, le temps de mélange, la température etc. Le respect des exigences constructives et le contrôle de la composition du mélange suffisent pour respecter les propriétés fonctionnelles. Il ne mesure pas les propriétés fonctionnelles parce qu'elles ne lui permettent pas, vu le temps requis pour ces tests, de contrôler et d'adapter sa production en conséquence. Du reste, il devrait savoir dans quelle mesure les différents paramètres influencent les propriétés fonctionnelles. Cela implique des modèles adéquats, qui n'existent pas. Dès lors, un producteur ne peut rien faire d'autre que ce qu'il a toujours fait, c'est-à-dire contrôler une formule.

Mais d'un autre côté, on ne peut pas demander des niveaux de propriétés qui ne sont pas réalistes. La fig. 3 montre que si on commence avec un mélange spécifique (déterminé par la conception du mélange, des essais de type) à la suite de facteurs qui influencent les propriétés (production : températures, temps de mélange etc. ; pose et construction : transport, compactage, température etc. ; et durée de vie de service : climat, trafic etc.), les propriétés fonctionnelles vont changer et entraîner une variabilité dans le produit fini. C'est un phénomène naturel que nous savons gérer (par expérience). Grâce à l'observation de modifications sur plusieurs décades des propriétés matérielles, nous avons été capables de spécifier les paramètres matériels, productifs et constructifs. On peut dire que ces critères sont satisfaisants, sinon nous aurions procédé à des modifications, ce qui se fait bien sûr régulièrement.

La fig. 3 peut être interprétée différemment. Si la distribution des propriétés est ce que nous avons aujourd'hui, si nous sommes capables de contrôler cette distribution, il est impossible de spécifier dans un contrat une distribution inférieure à ce qui est réalisable. Ce qui implique que l'entrepreneur sache comment orienter sa production en fonction de spécifications plus étroites. Comme on l'a montré ci-dessus, il ne dispose d'aucun modèle à suivre. Peut-être avons-nous certaines idées de réduction de la distribution, par le truchement de matériaux mieux spécifiés ou l'arrêt de la production, par exemple dans certaines conditions climatiques. Si nous estimons que de telles modifications sont pertinentes et importantes pour le comportement du matériau, nous pouvons alors modifier dès à présent les règlements standard.



**Fig. 3 : mécanisme de feed-back**

Les modèles ne sont qu'une description de la réalité. Ils ne reflètent pas l'entière vérité. Par exemple, les critères liés à certaines propriétés mécaniques telles que la fatigue ou la résistance à la déformation ne portent pas sur toutes les propriétés mais uniquement sur certaines d'entre elles qui déterminent la performance réelle dans le temps. Il faut se rappeler également que très souvent, on ne mesure pas la dépendance au temps qui est bien souvent estimée d'expérience. Le respect d'un critère à un certain niveau n'implique pas automatiquement que les performances soient comparables quand le mélange est totalement différent de notre connaissance empirique. On utilise souvent une combinaison de critères empiriques (tels que le type de mélange etc.) et des essais mécaniques plus poussés quand un matériau sort de nos connaissances empiriques.

### **Propriétés fondamentales**

Certains pays expérimentent ce qu'ils appellent des critères et essais fonctionnels sur un niveau matériel (niveau 4), par exemple les propriétés de rigidité, de fatigue, de résistance à la déformation etc. Nous savons que ces essais ne sont pas fondamentaux. Ce que l'on souhaite mesurer, c'est la propriété matérielle réelle, ce qui devrait être indépendant de la méthode de mesure. En réalité, les différents essais utilisés de par le monde ne donnent pas de résultats similaires. Les experts ne se mettent en outre pas d'accord sur les essais à effectuer en fonction des propriétés. Cela veut-il dire que l'on procède à des mesures incorrectes ? Pas nécessairement, il faut considérer le système global utilisé. Cela veut également dire que les tests soi-disant plus fondamentaux sont empiriques. En d'autres termes, que de tels essais fournissent des informations à un niveau supérieur mais toujours dans un contexte empirique.

## **Perspectives d'avenir**

Il est indubitable que monter à un niveau supérieur dans les relations contractuelles fera que les entrepreneurs acquerront davantage d'expérience dans la gestion des risques. Les clients seront obligés de repenser leur approche traditionnelle. Augmenter les connaissances ne peut qu'accroître la qualité et donc rencontrer les demandes de plus en plus complexes imposés aux routes, ce qui est une bonne chose. Cela pourrait aussi favoriser la créativité. Une créativité qui affecterait d'abord le process de construction, d'exploitation et de maintenance, avant de toucher ensuite le produit lui-même, bien que de nouveaux produits impliquent une augmentation des risques puisque leurs performances futures ne sont pas connues. Il faut pour ce faire bien programmer leur développement et leur implémentation.

Certaines de ces nouvelles approches ne sont pas sans soulever différentes questions, notamment sur les responsabilités conséquentes. Les clients publics ont des responsabilités à l'égard de la société. En fonction des règlements nationaux, ils peuvent aussi être responsables si quelque chose se passe sur la route. La planification de la maintenance et des interruptions du trafic est une question clé quand il s'agit de contrats de maintenance. Sans oublier l'importance socio-économique et écologique d'une route.

Les spécifications fonctionnelles d'un contrat ont pour effet d'améliorer les connaissances tant des clients que des entrepreneurs. On doit être conscient de l'augmentation des risques et déterminer comment les gérer. Pour l'entrepreneur, l'augmentation des risques se reflète dans celle des prix. On ne sait pas quelle part des coûts actuels de l'entrepreneur reflète ces risques.

## **En résumé**

Comme on l'a montré plus haut, les systèmes de production des mélanges et des routes n'ont pas changé. Ce qui change, ce sont les relations entre les partenaires contractuels. Il y a un transfert de responsabilités du client à l'entrepreneur. Ce transfert de responsabilités implique des risques associés.

Une des raisons d'introduire des spécifications fonctionnelles, c'est de favoriser la créativité. Celle-ci implique de sortir de modèles empiriques. Le fait de spécifier des critères fonctionnels n'est pas nouveau. Ce qui est nouveau, c'est que l'on introduit des spécifications fonctionnelles de niveau supérieur dans les contrats. On peut distinguer différents niveaux, chaque niveau introduisant d'autres incertitudes et dès lors d'autres risques. Une approche conceptuelle telle que la pyramide des exigences peut faciliter la discussion.

## **Référence :**

ir. P.H.A. Hoogweg c.s, National report of the Netherlands, Cross-linking theme: KL1-Road infrastructure assets management performance, XXIst World Road Congress, Kuala Lumpur, 3-9 octobre 1999.

UAV-GC 2000, Uniforme Administratieve voorwaarden voor geïntegreerde contracten (Conditions administratives uniformes pour les contrats intégrés), CROW, Ede, Pays-Bas, 2000