

Gestion patrimoniale : pilotage par la performance dans une optique de durabilité du service

Dans le domaine de la gestion patrimoniale des infrastructures, la performance est un concept commun qui guide le gestionnaire dans sa volonté de pérenniser l'accès au service dans des conditions optimisées à tous les niveaux : sécurité, technique, environnement, social, économique. Cet article s'interroge ici sur la possibilité de définir une méthode d'évaluation multidimensionnelle de la performance qui serait indépendante du type du patrimoine analysé au regard de ses fonctionnalités et du fait qu'il soit enterré ou visible. À cet effet, deux cas d'études ont été choisis, l'un considérant une infrastructure enterrée, à savoir les réseaux de distribution d'eau potable, et l'autre visible, concernant les digues de protection contre les inondations.



L'évolution du concept de gestion patrimoniale et son émergence en tant que processus de gestion à part entière intègre aujourd'hui des questions de gouvernance et de durabilité à la fois environnementale, sociale et financière des infrastructures, mais également une prise en compte de

plus en plus forte du risque sous diverses formes : naturel, industriel ou technologique et terroriste. L'analyse de l'efficacité de la gestion patrimoniale s'intègre plus dans une démarche d'évaluation et d'analyse de performance globale qui serait adaptable en fonction de la nature du patrimoine considéré.

L'évaluation de la performance représente un levier important pour assurer la pérennité d'un service, particulièrement dans un contexte marqué par une raréfaction des ressources naturelles, la réduction des dépenses publiques et une évolution des usages caractérisés par une prise de conscience des changements globaux. Nudurupati *et al.* (2011) définissent la mesure de la performance comme le processus de quantification de l'efficacité et de l'efficacité d'actions antérieures ou programmées.

Les approches de pilotage et de gestion des organisations en charge du service visent donc à garantir un accès pérenne aux usagers selon un niveau de service donné et des conditions techniques et financières acceptables et équitables. De ce fait, les infrastructures représentent le moyen technique pour assurer le service requis. Les infrastructures publiques ou dont la vocation est de rendre un service public sont constituées de plusieurs

types de patrimoines formant un système technique et organisationnel. Ainsi, le patrimoine¹ désigne toute immobilisation au sens comptable qui est exploitée par une organisation (service public ou privé, administration, entreprise, collectivité, autres) afin de rendre un service, de réaliser une tâche ou un produit donné. Le patrimoine peut être visible ou enterré, il peut être également isolé si on prend le cas d'un bâtiment ou connecté à d'autres patrimoines, similaires ou différents, formant ainsi un système qui peut se présenter sous la forme d'un réseau : réseau de distribution d'eau, réseau téléphonique, réseau électrique, réseau de gaz, réseaux ferrés, système de digues. Du fait que le patrimoine puisse être enterré ou non enterré (visible), sa gestion peut être différente pour deux raisons :

- le patrimoine visible particulièrement en milieu urbain tend à être prioritaire dans le cas d'arbitrages politiques ou financiers car il façonne généralement l'espace public (voirie, mobilier urbain, réseaux divers, bâtiments, ponts). Le patrimoine est observé, voire utilisé directement par la population (mobilier urbains, routes, transports, bâtiments) ;
- le fait que le patrimoine soit enterré rend son diagnostic plus complexe en raison de son inaccessibilité.

1. La définition que nous donnons au patrimoine se distingue de celle utilisée dans le domaine de la finance, où le patrimoine est considéré comme un actif circulant. Cette définition diffère également du sens que peut avoir ce terme dans le domaine de l'économie de l'environnement, où le patrimoine peut correspondre à un actif ou un bien naturel qui peut être marchand ou non marchand.



❶ La digue de Paramé à Saint-Malo : une protection contre la mer et un lieu de promenade.

© C. Tailleux (Irstea)

Aydin *et al.* (2014) préconisent des indicateurs de durabilité pour les systèmes de distribution d'eau inspirés d'indicateurs de performance autour de la fiabilité, de la résilience et de la vulnérabilité.

Sahely *et al.* (2005) confirment bien la nécessité de disposer d'indicateurs de suivi et d'évaluation pour l'ensemble des infrastructures urbaines. Ils soulignent cependant la difficulté de mettre en œuvre des approches opérationnelles qui permettent de mesurer et d'accroître la durabilité.

De nombreux travaux ont été menés sur la construction d'indicateurs de durabilité à des échelles diverses et sur différents types d'infrastructures menant à une surproduction d'indicateurs. Ceci rend donc leur utilisation difficile pour l'aide à la décision. L'article présente deux expériences d'évaluation de la performance appliquées à deux types de patrimoine différenciés par leur caractère visible (digues de protection – photo ❶) ou enterré (réseaux d'eau potable) et par leur fonctionnalité (fonctionnalité en continu ou lors d'événements précis), que nous considérons d'un point de vue méthodologique comme représentatif de la plupart des infrastructures publiques. Les apports et les résultats exposés dans cet article se veulent complémentaires au regard des types de patrimoines existants. Ils constituent une traduction opérationnelle de concepts théoriques à destination des professionnels afin de leur permettre de mieux appréhender les dimensions à prendre en compte dans l'évaluation de la performance au travers d'indicateurs spécifiques, mais également de construire une méthodologie structurée et globale d'évaluation de performance à partir des données intrinsèques au patrimoine, de son environnement et de l'organisations en charge de sa gestion. Les méthodes développées permettent d'un point de vue pratique d'apporter une mesure à la performance et de pouvoir analyser son évolution dans le temps afin d'apporter des mesures correctives au patrimoine le cas échéant.

Évaluation de la performance globale des infrastructures enterrées : cas des réseaux d'eau potable

Contexte et enjeux

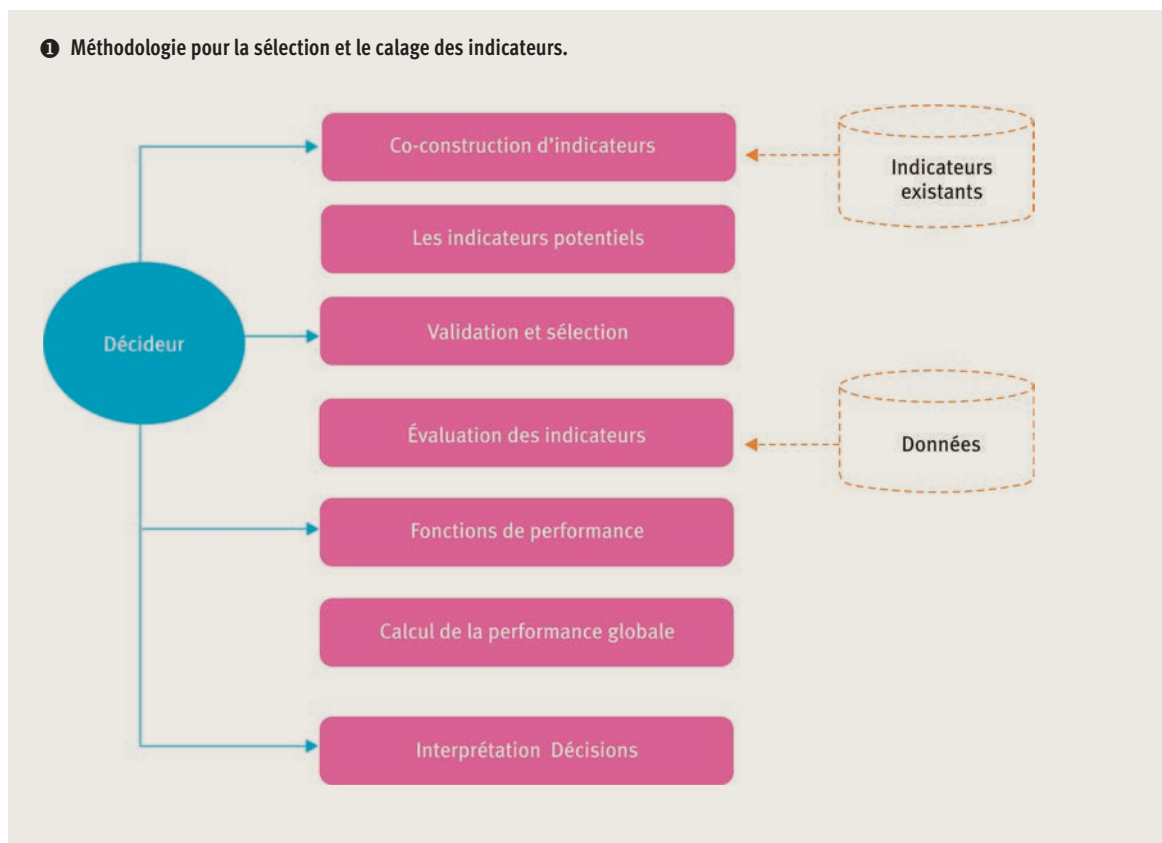
Au regard des nombreux leviers d'actions pour garantir la performance des services d'eau au niveau requis, la nécessité de disposer d'une approche d'évaluation capable d'intégrer ces leviers devient primordiale pour les gestionnaires. De plus, la profusion d'indicateurs de performance rend leur exploitation complexe. Ainsi, la méthodologie proposée permet à la fois d'utiliser et d'adapter les indicateurs existants dans l'optique d'évaluer une performance globale du service d'eau. Le résultat ainsi obtenu peut justifier le maintien des actions mises en œuvre ou d'enclencher un plan d'actions visant l'amélioration.

Méthodologie

Nous développons ainsi une approche conceptuelle pour une évaluation multidimensionnelle et globale de la performance. La mise en œuvre de l'approche doit se faire de manière concertée et intégratrice des acteurs pouvant influencer le système technique ou l'organisation en charge de le gérer. L'approche s'appuie sur la co-construction et l'adaptation d'indicateurs de performance à partir de l'avis de décideurs. Nous préconisons au moins trois types de décideurs : stratégique, gestionnaire et opérationnel. L'évaluation de la performance globale semble être possible par l'agrégation de plusieurs indicateurs. Nous proposons de les regrouper dans les quatre piliers suivants :

- finance et économie,
- environnement,
- patrimoine,
- ressources humaines.

1 Méthodologie pour la sélection et le calage des indicateurs.



► Les indicateurs mesurés sont donc multidimensionnels et évalués à des échelles de temps différentes afin de garantir une cohérence entre des objectifs de performance et des objectifs de durabilité. La construction des indicateurs et leur évaluation va dépendre du niveau de connaissance du service et de la nature des informations disponibles. À cet effet, nous présentons dans ce qui suit une méthodologie de sélection et de calage des indicateurs en vue d'une évaluation d'une performance globale comme illustré par la figure 1.

La méthodologie s'interroge à la fois sur le choix des indicateurs à évaluer et sur la manière de les caler par l'intermédiaire d'une fonction d'utilité spécifique, appelée fonction de performance, qui normalise la valeur de l'indicateur. L'interaction avec le décideur peut permettre de co-construire des indicateurs ou d'adapter des indicateurs existants par rapport à un contexte ou une situation de décision. Même si certains indicateurs pertinents ne sont pas suffisamment renseignés, ils permettront au système d'information de s'améliorer et à terme de collecter les informations nécessaires à leur évaluation. Le calage des fonctions de performance s'appuie sur les préférences du décideur. Il s'agit d'un processus cognitif dans lequel le décideur explicite des seuils traduisant des niveaux de performance significatifs en lien avec l'indicateur choisi. Pour des raisons de simplification du processus de calage, nous préconisons de définir trois seuils bornant les niveaux de performance suivants :

- minimum,
- moyen,
- maximum.

Le positionnement de ces niveaux peut être différent en fonction du sens de préférence de l'indicateur qui peut être croissant (par exemple, pour un bénéfice) ou décroissant (par exemple, pour un coût). La figure 2 illustre ces niveaux dans le cas d'une fonction de performance logistique à savoir les valeurs des paramètres a (régime permanent), b (point de la courbe) et c (période de jeunesse) nécessaires au calage de la fonction de performance pour deux indicateurs : la durée d'extinction de la dette (en haut) et le taux de renouvellement annuel (en bas).

La performance globale peut être ainsi obtenue par l'agrégation des valeurs normalisées des indicateurs avec une métrique à définir. Cette dernière peut intégrer l'importance de chaque indicateur par l'intermédiaire de pondérations. Nous préconisons de représenter les indicateurs en radar et de construire une métrique qui correspond à la surface du radar. En l'absence de valeur de référence, il semble plus pertinent de définir une performance globale relative calculée par rapport à une performance maximale théorique correspondant à la surface maximale obtenue quand tous les indicateurs valent 1 (ou 100%).

Application : réseau de distribution d'eau potable de la ville de Grenoble

La méthodologie a été mise en œuvre conjointement avec les décideurs (directeur général, chef de service distribution et ingénieur d'étude) de la régie des eaux de Grenoble (53 000 abonnés environ, 240 km de réseau de distribution). L'objectif de son utilisation était d'évaluer le niveau de performance globale du service de l'eau,

mais également de suivre son évolution dans le temps. La question centrale était de savoir si la politique menée par le service était satisfaisante. L'interaction avec les décideurs a permis de définir 26 indicateurs répartis de manière homogène dans les quatre piliers cités précédemment notés Fi (Finance), Hi (ressources humaines), Ei (Environnement) et Pi (Patrimoine).

Il est à noter que l'allure des fonctions de performance et leur calage se fait en concertation avec les décideurs. Il s'agit donc d'un calage ad-hoc. Même si la procédure de calage est reproductible, les valeurs obtenues ne sont pas générales. Considérons l'indicateur réglementaire (P153.2 du décret de 2007) qui évalue la durée d'extinction de la dette pour les services d'eau et d'assainissement. Il s'agit de caler au moins trois valeurs de durée d'extinction correspondant à des seuils de performance élevé, moyen et faible. Ainsi, les décideurs ont considéré qu'une durée d'extinction de la dette inférieure ou égale à huit ans correspondrait à un niveau optimal ; *a contrario*, la performance serait très faible (quasi nulle) pour une durée supérieure à vingt-cinq ans. Un niveau de performance moyen correspondrait à une durée d'extinction d'environ douze ans.

L'autre exemple porte sur l'indicateur « taux annuel de renouvellement des conduites de distribution ». Cet indicateur est croissant, l'interaction avec les décideurs a permis de caler une fonction de performance telle que la valeur maximale est atteinte à partir de 3% de renouvellement par an. La performance est jugée très faible en-dessous du seuil de 0,5% par an et de niveau plus que moyen (0,6) pour un taux d'environ 1% par an. La figure 2 illustre l'allure des fonctions de performance obtenues pour les deux exemples susmentionnés.

L'évaluation de la performance se fait à partir d'une représentation en radar des valeurs normalisées des indicateurs. Nous obtenons ainsi un radar de performance pour l'année 2008 comme illustré par la figure 3.

Le radar est un bon instrument de communication et de diagnostic car il identifie clairement les indicateurs pour lesquels le service doit améliorer sa performance à l'image des indicateurs F4, P3 et P2. Le suivi de performance globale évalue la capacité du service à atteindre un objectif de durabilité. En effet, l'accroissement de la performance ou sa stabilisation à un niveau élevé (autour de 0,70 dans l'exemple) suggère une possible durabilité de l'infrastructure malgré une marge d'amélioration autour de 30% (0,30) comme illustré par le tableau 1.

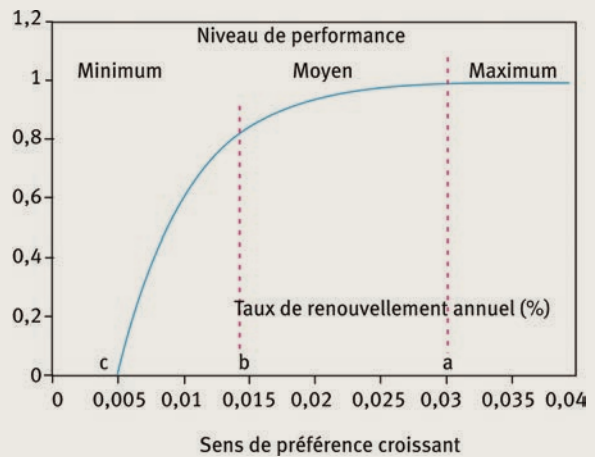
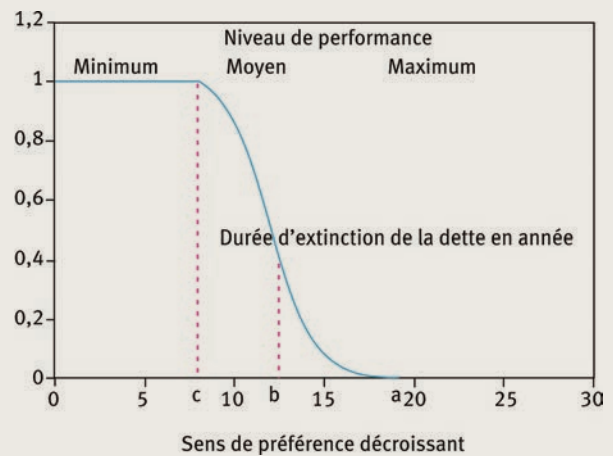
L'analyse de l'évolution de la performance montre une certaine stabilité autour d'un niveau de performance qui semble satisfaire les décideurs. Ils considèrent ainsi que la politique qu'ils ont menée a permis d'atteindre un niveau de performance satisfaisant. De ce fait, malgré quelques améliorations possibles, ils n'envisagent pas d'actions correctives majeures.

Performance des infrastructures visibles : cas des digues de protection

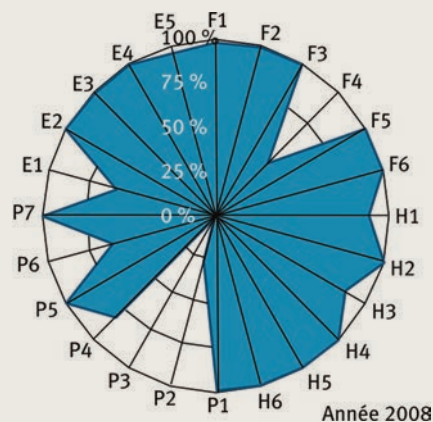
Contexte

Pour la performance durable d'une digue ou d'un système de protection contre les inondations, des évaluations doivent être effectuées sur une base périodique,

2 Allure de la fonction de performance.



3 Exemple d'un radar d'évaluation de performance globale.



1 Évaluation de la performance globale sur plusieurs années.

Année (t)	1	2	3	4	5
Performance relative $OP_t(t)$	0,69	0,75	0,79	0,79	0,73
Marge de progression $OI_t(t)$	0,31	0,24	0,21	0,21	0,27

▶ ainsi qu'avant, pendant ou immédiatement après des événements l'ayant sollicité(e) (crues, tempêtes, séismes, accidents...).

Ces évaluations peuvent être de différents types :

- évaluation de performance (ou de sûreté),
- diagnostics²,
- analyses de risques³, y compris attribution des risques.

Les visites régulières des ouvrages sont également l'occasion d'une réévaluation sur la base d'une évaluation plus complète antérieure et d'un différentiel des observations. L'évaluation de performance ou le diagnostic, d'une part, et l'analyse de risque, d'autre part, sont deux types d'activités étroitement liées, mais en réalité différentes en termes de système analysé et de résultats escomptés :

- **évaluation de la performance.** Le processus de compréhension de l'état ou de l'intégrité structurale, ou de la performance d'une digue ou d'un système de digues existant(e). Une évaluation complète devrait inclure et être basée sur un diagnostic des causes avérées ou possibles de la défaillance avérée ou potentielle, afin de les corriger ou de les prévenir. L'évaluation de la performance d'une digue comprend deux axes d'analyse : hydraulique (vis-à-vis de sa fonction de protection) et structurelle (vis à vis de sa fonction de résistance) ;

- **analyse de risques et attribution des risques.** L'analyse des risques d'un système de digues de protection contre les inondations permet à son gestionnaire de connaître le niveau de risque global associé à celui-ci, selon les digues et leurs performances d'une part, et les enjeux de la zone protégée et leur vulnérabilité aux inondations d'autre part. Les gestionnaires connaissent ainsi le risque associé à n'importe quelle partie du système, ce qui est appelé l'attribution des risques, leur permettant d'optimiser leurs actions. L'étude de dangers réglementaire en France des digues des classes A à C est une analyse de risques dans un format particulier, incluant de plus une évaluation des risques⁴ et des propositions de mesures de réduction du risque.

L'évaluation des performances des digues est au cœur de la démarche d'inspection/maintenance/réparation (IMR) relative à ces ouvrages qui vise à maintenir une aptitude au service minimale correspondant à des niveaux objectifs. En France, cette démarche s'effectue en lien étroit avec la réglementation sur la sécurité des ouvrages hydrauliques. De nombreux objets réglementaires concernent des inspections ou des diagnostics permettant d'évaluer ou de réévaluer périodiquement les performances des systèmes de digues : visites techniques approfondies, revues de sûreté, études de dangers, rapport de surveillance. À la réalisation de chacune de ces

évaluations, le gestionnaire dispose d'une évaluation actualisée des performances de son parc d'ouvrage, avec plus ou moins de précision (ou inversement d'incertitudes) suivant le type d'opération, lui permettant de prendre des décisions (figure 4) en termes de :

- compléments d'investigations ou de diagnostic,
- modification du système ou des objectifs de protection,
- maintenance, réparation,
- travaux de renforcement (réhabilitation complète, sans changement des objectifs de protection),
- mesures d'urgence (pouvant aller jusqu'à l'évacuation des populations).

Méthodologie

On distingue l'évaluation des performances hydrauliques (fonction principale d'un système d'endiguement : protection contre les inondations) de l'évaluation de leur performance structurelle (niveau de fiabilité : stabilité vis-à-vis des possibles modes de dégradation et de rupture) liée à sa durabilité déterminée à l'échelle de temps sur laquelle on se projette au cours de l'évaluation.

Une méthode d'analyse des modes de défaillance développée récemment permet de déterminer les différents scénarios de défaillance hydraulique et structurelle des systèmes de digues, pour les évaluer. Plusieurs méthodes récentes d'évaluation des performances des digues sont basées sur une telle analyse des modes de défaillance, entre autres DIGSURE et CARDIGUE.

Application

La méthode DIGSURE utilise, sur la base de scénarios de défaillance, une notation à base d'indices utilisant toutes les informations disponibles sur chaque tronçon évalué. Les données brutes (historiques, inspections, reconnaissances spécifiques...) permettent de noter des indicateurs d'état, dont la combinaison permet d'évaluer des critères fonctionnels, eux-mêmes combinés en indicateurs de performance.

L'outil DIGSURE comporte une base de données spatialisées rassemblant l'ensemble des informations disponibles relatives aux indicateurs d'états et le modèle probabiliste d'aide à la décision permettant le calcul des indicateurs de performance. La procédure de fonctionnement du logiciel repose sur les étapes suivantes :

- collecte et référencement des données relatives aux indicateurs d'états,
- segmentation du linéaire pour chaque critère,
- procédure d'évaluation probabiliste des critères par les ingénieurs,
- segmentation du linéaire en tronçons de digue homogènes pour chaque critère,
- calcul de la performance de chaque tronçon homogène.

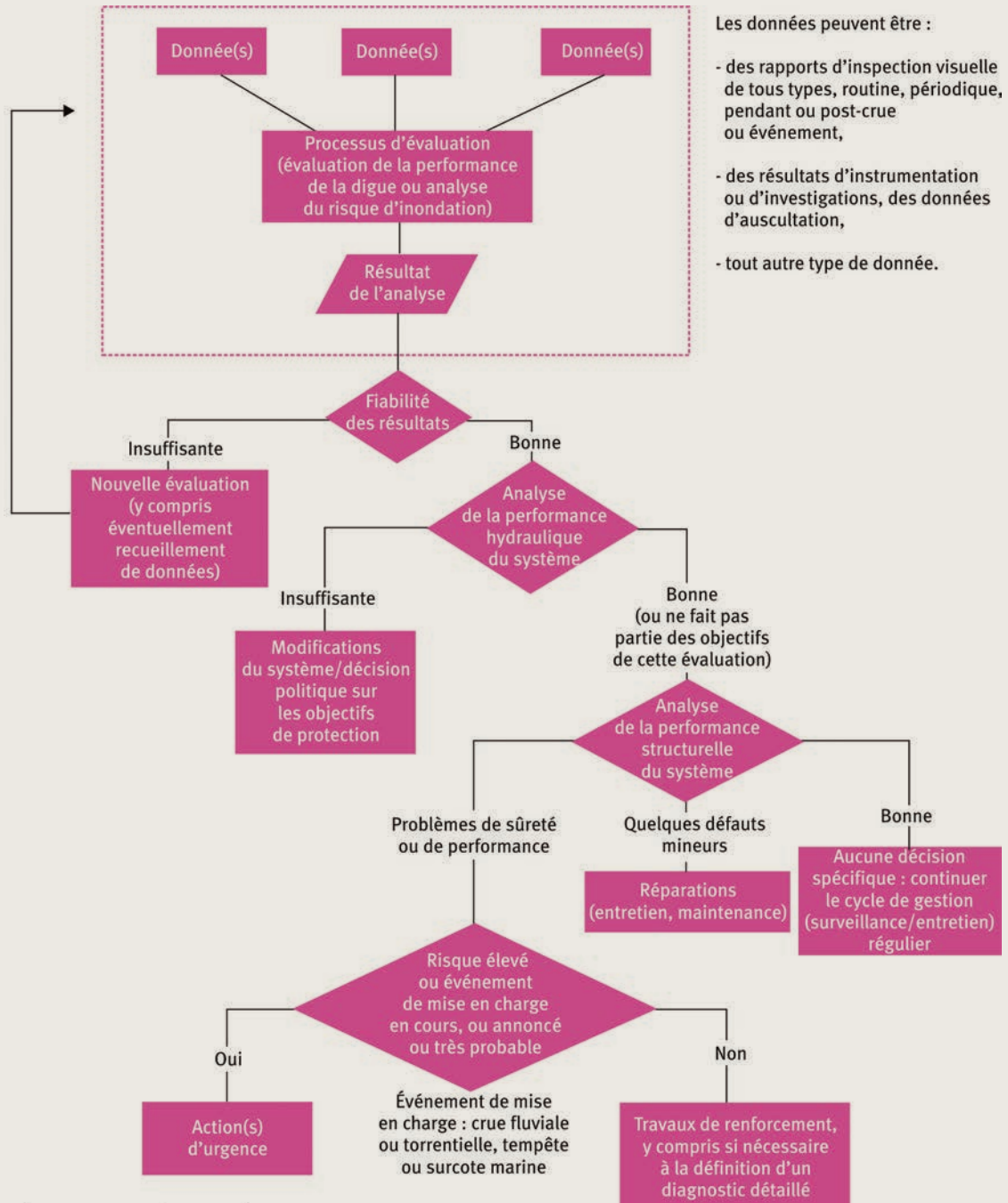
L'évaluation de l'indicateur de performance est réalisée tout le long de la digue par analyse des profils homogènes. Le résultat final permet de visualiser tout le long du linéaire de digue la valeur la plus vraisemblable de l'indicateur de performance pour chaque scénario de défaillance étudié et l'incertitude pesant sur la connaissance de l'indicateur de performance. Ces résultats sont eux-mêmes intégrés à la base de données spatialisée.

2. Le diagnostic est l'identification de la cause (l'origine) d'une défaillance, d'un problème à partir des caractères ou symptômes relevés par des observations, des contrôles ou des tests.

3. Une analyse de risque de système endigué intègre donc les résultats d'une évaluation de performance des digues.

4. Comparaison du risque avec une échelle « d'acceptabilité » ou encore de « criticité ».

4 Évaluations des digues (évaluation des performances, diagnostics et analyses de risque) et prise de décision par les gestionnaires de digues (source : International Levee Handbook, 2013).



Les actions d'urgence peuvent comprendre :

- une intensification des observations (période, moyens),
- des travaux (d'urgence) de renforcement des digues et autres éléments du système de protection,
- l'intervention d'un ingénieur(s) spécialisés pour mieux évaluer la situation et proposer une/des solution(s),
- l'information des autorités en charge de la sécurité de la population d'une possible inondation,
- ...

Conclusion

L'article permet d'élargir le spectre de l'évaluation de performance à plusieurs domaines et types de patrimoine. Les deux exemples choisis renseignent sur la nécessité de disposer de méthodologies permettant de co-construire des indicateurs pour l'aide à la décision, afin d'évaluer la performance et la durabilité des systèmes en charge de rendre des services et des fonctions. Il en ressort qu'il existe une interdépendance forte entre la performance et son évolution dans le temps et la durabilité qui par essence est à long terme. Le caractère multidimensionnel apparaît également comme un prérequis à la durabilité indépendamment du type de patrimoine.

Les deux cas d'étude illustrent bien les avancées méthodologiques qui visent à développer des approches intégratives de plusieurs dimensions en lien avec la performance à court terme et de garantir un certain niveau de performance dans le temps dans une optique de durabilité. Il semblerait que pour les digues, la performance globale du système soit dépendante des maillons les moins performants. L'utilisation du diagnostic de l'état structural mais également du fonctionnement du patrimoine semble être une approche partagée indépendamment de la nature du système étudié. Ainsi, la réalisation de la fonction au niveau de performance requis semble dépendre fortement de l'état de dégradation des systèmes. De ce fait, les systèmes durables seront ceux dont la dégradation est ralentie et maîtrisée. Le rôle du gestionnaire dans l'évaluation est important car il co-construit et valide les indicateurs. Il convient néanmoins de ne pas trop accroître le nombre d'indicateurs afin de ne pas complexifier la prise de décision.

En terme d'échelle temporelle, l'évaluation des performances d'un système de digues dans une optique de maintien d'une aptitude au service suffisante concerne son état à l'instant t , ce qui est également valable pour les réseaux d'eau. En revanche cette évaluation sera espacée dans le temps (exemple : dix ans pour une revue de sûreté ou une étude de dangers) ou à l'occasion du prochain événement de sollicitation (crue, tempête, surcote marine...) pour une digue, alors qu'elle est quasiment quotidienne pour les réseaux potable et certainement annuelle pour un diagnostic global (recherche de fuites, vérification des vannes, renouvellement de conduites/branchements).

À noter que pour un système de digues, l'ouvrage ne « fonctionne » que très occasionnellement, alors que sa fonctionnalité doit être assurée en permanence car on ne peut pas prévoir très à l'avance quand les événements hydrométéorologiques vont se produire. *A contrario*, le réseau d'eau est sollicité quotidiennement et doit donc être en mesure d'assurer sa fonctionnalité en continu. Nous constatons ainsi que malgré une similitude apparente en termes de gestion du patrimoine, la fonction du système considéré rend le diagnostic et l'évaluation de performance tributaire du rythme de sollicitation du patrimoine. Les deux exemples montrent bien que la fonctionnalité peut être périodique ou en continu, ce qui rend encore plus complexe l'assurance de la performance d'un système ne fonctionnant qu'occasionnellement. ■

Les auteurs

Amir NAFI

1. Engees, UMR GESTE, Irstea,
1 quai Koch, BP 61039,
F-67070 Strasbourg, France
2. Université de Strasbourg,
F-67000 Strasbourg, France.

✉ amir.nafi@engees.unistra.fr

Rémy TOURMENT

Irstea, UR RECOVER, centre d'Aix-en-Provence,
3275 route Cézanne - CS 40061
F-13182 Aix-en-Provence Cedex 5

✉ remy.tourment@irstea.fr

EN SAVOIR PLUS...

📖 **AYDIN, N.Y., MAYS, L., SCHMITT, T.**, 2014, Sustainability Assessment of Urban Water Distribution Systems, *Water Resour. Manag.*, n° 28, p. 4373-4384.

📖 **CIRIA, MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE, US ARMY CORPS OF ENGINEERS**, 2013, *THE INTERNATIONAL LEVEE HANDBOOK (ILH)*, Ciria, Londres, 1332 p., www.ciria.org/ilh, voir particulièrement le chapitre 5 « Levee inspection, assessment and risk attribution ».

📖 **NUDURUPATI, S.S., BITITCI, U.S., KUMAR, V., CHAN, F.T.S.**, 2011, State of the art literature review on performance measurement, *Computers and Industrial Engineering*, 60, (2), p. 279-290.

📖 **SAHELY, H.R., KENNEDY, C.A., ADAMS, B.J.**, 2005, Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems, *Can. J. Civ. Eng.*, n° 32, p. 72-85.

📖 **TOURMENT, R., PEYRAS, L., BAMBARA, G., BEULLAC, B., CASTEIGTS, C., DELAUNAY, C., VUILLET, M., DE MASSIAC, J.-C., ALLOUCHE, A., NICOLAS, L.**, 2013, Digsure : une méthode et un outil SIG d'aide au diagnostic et à la gestion des digues fluviales, in : *Digues maritimes et fluviales de protection contre les submersions, 2e colloque national, Digues 2013, 12/06/2013-14/06/2013, Aix-en-Provence*, Coord. : ROYET, P., BONELLI, S., p. 122-128.



Le fait que le patrimoine soit enterré rend son diagnostic plus complexe en raison de son inaccessibilité.