

# Les Pays-Bas face à la montée des eaux : quelle stratégie pour le long terme et comment répondre aux différents enjeux ?

Par Robert SLOMP et Yann FRIOCOURT

Tous deux en fonction à la Rijkswaterstaat, une agence du ministère néerlandais chargée des infrastructures et de la gestion de l'eau

Malgré leur longue histoire en matière de protection contre les inondations, les Pays-Bas se retrouvent, comme d'autres pays, confrontés aux défis du changement climatique et de l'accélération de la montée des eaux. À quoi faut-il se préparer ? Comment ? Jusqu'à quand pourra-t-on retarder les décisions et à partir de quand deviendront-elles inéluctables ? Comment faire pour que les solutions prises aujourd'hui ne deviennent pas la cause des problèmes d'après-demain ? La stratégie néerlandaise actuelle est basée sur la prévention des inondations grâce aux digues, aux dunes et à divers ouvrages d'art. Mais les premiers éléments de l'accélération de la fonte des glaciers en Antarctique posent la question de la pérennité de cette stratégie. C'est donc dès maintenant que la société néerlandaise doit prendre des décisions difficiles qui vont l'engager pour les cent prochaines années. Comment gérer ces enjeux sur le long terme quand l'économie et le développement urbain exigent des résultats à court terme ?

## Description de la situation des Pays-Bas

Les Pays-Bas sont situés dans un delta formé par quatre fleuves : le Rhin, la Meuse, l'Escaut et l'Ems. Actuellement, 26 % du territoire de ce pays se situent sous le niveau moyen de la mer, et 59 % de ces terres sont sous la menace d'inondations (voir la Figure 1 ci-contre) (PBL, 2009). Environ 70 % des 17,6 millions d'habitants de ce pays sont soumis à cette menace, en particulier dans le Randstad, une conurbation formée par les villes d'Amsterdam, d'Utrecht, de Rotterdam et de La Haye. C'est cette même région qui produit le plus de richesses, environ la moitié du produit national brut des Pays-Bas.

Bien que l'économie néerlandaise repose principalement sur les services et la finance, le transport (en particulier maritime et fluvial) et l'agriculture y contribuent de manière significative. Les Pays-Bas comptent ainsi 6 300 km de voies navigables (CBS, 2018), et les ports de Rotterdam et d'Amsterdam sont respectivement le premier et le quatrième ports européens en tonnage brut (CBS, 2019). Les Pays-Bas sont un important exportateur de produits agricoles : de viandes et de produits laitiers, de fruits et légumes, mais plus particulièrement de plantes et de fleurs décoratives ; la culture de ces dernières exige une eau très douce et celle-ci est réalisée en grande partie sur les terrains alluviaux

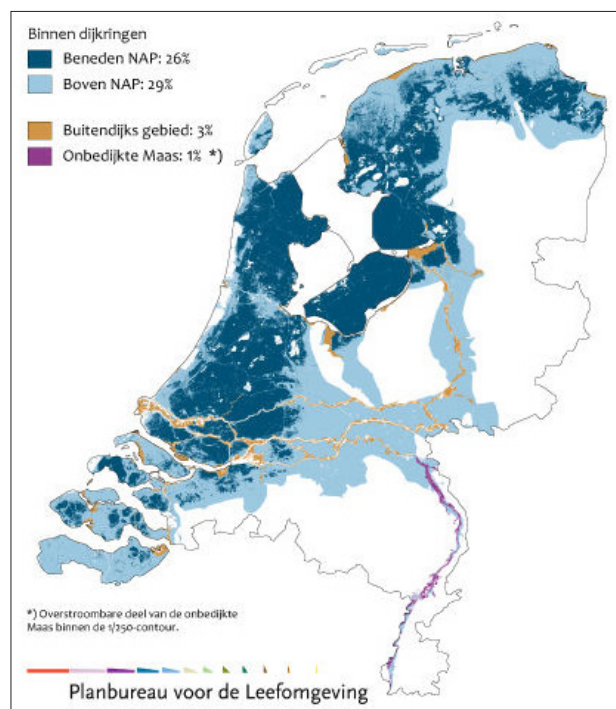


Figure 1 : Identification des parties (en bleu foncé) des Pays-Bas se situant sous le niveau moyen actuel de la mer et de celles (en bleu clair) se situant au-dessus, mais qui sont inondables (source : PBL, 2009).

de l'ouest du pays, qui se situent souvent sous le niveau de la mer.

## La gestion de l'eau aux Pays-Bas

Initialement axée principalement sur la protection contre les inondations, la stratégie de gestion de l'eau aux Pays-Bas a évolué au fil des siècles. Elle est aujourd'hui conçue et organisée dans le but de protéger la population des inondations, mais également dans celui de fournir une eau de bonne qualité à l'agriculture et de satisfaire la consommation en eau des habitants. Elle a aussi pour objectif de faciliter la navigation fluviale et l'accès aux ports.

Les Pays-Bas doivent faire face à trois causes possibles d'inondation : les surcotes, principalement marines mais qui peuvent également être observées dans les grands lacs du pays ; les crues fluviales ; et l'impossibilité d'évacuer à temps l'important apport d'eau de ruissellement résultant des épisodes de précipitations extrêmes se produisant dans les parties du pays situées sous le niveau de la mer.

Depuis le XIII<sup>e</sup> siècle, ont été mises en place des structures régionales, qui sont responsables de la mise en œuvre des mesures de protection contre les inondations et de maîtrise de l'eau, ce sont les *wateringues*<sup>1</sup> (Slomp, 2012). Particuliers comme entreprises payent chacun une fraction des frais d'entretien de ces structures, en fonction de l'intérêt de chacun et en échange d'un droit de vote. Une administration publique, la Rijkswaterstaat, gère les lacs et les fleuves les plus grands, ainsi que les barrages anti-tempête érigés sur les bras de mer les plus importants.

Les principes de base de la gestion de l'eau sont fixés au niveau national. Ils consistent à prévenir les inondations grâce au recours combiné à des digues, à des barrages anti-tempête, à des bassins de rétention et des rechargements en sable des plages et des dunes. Ils visent également à prendre en compte les risques dans les choix d'aménagement du territoire et à pouvoir faire appel en continu à des organisations de crise. Sur le plan de la méthode, cela consiste à évaluer la probabilité d'une inondation et la gravité de ses effets (dégâts financiers, coûts de la reconstruction, nombre potentiel de victimes, etc.), et ce dans le but de déterminer le niveau de protection souhaitable. Il a été estimé que chaque habitant du pays est exposé à un risque individuel (ENW, 2017) maximal annuel de un pour 100 000 de décéder lors d'une inondation. Les zones où les effets d'une inondation seraient les plus sévères bénéficient d'une protection renforcée. Il en découle que chaque digue, chaque barrage anti-tempête ou chaque ouvrage d'art doit être capable de résister à des événements sur des périodes de retour fixées à 1/100 ans, 1/300 ans, et même jusqu'à 1/100 000 ans pour les zones les plus vulnérables. C'est cette contrainte que les *wateringues* intègrent pour dimensionner les ouvrages d'art.

Les régions se situant au niveau le plus bas sont drainées en permanence grâce à des installations de pompage contrôlées et gérées 24h/24 par les *wateringues*. Les cycles de pompage sont régulés de manière à ce que l'agriculture n'ait ni trop ni pas assez d'eau. De plus, comme le recours au pompage s'accompagne souvent d'une remontée des aquifères littoraux jusqu'à la surface, l'eau dans les canaux est régulièrement renouvelée afin de combattre l'intrusion saline. L'approvisionnement en eau douce se fait à partir du lac IJssel, du Rhin et de la Meuse dans l'ouest du pays, et à partir d'aquifères dans la partie Est. Les nombreux ouvrages d'art permettent de réguler le niveau des eaux pour permettre l'évacuation de celles-ci et d'assurer l'approvisionnement en eau et la navigation.

Bien que le pays soit de taille limitée, chaque région des Pays-Bas connaît des enjeux hydrauliques, naturels et économiques qui lui sont propres ; la gestion de l'eau est, pour cette raison, spécifique à chacune d'elles.

## Les défis soulevés par le changement climatique

Comme de nombreux autres pays, les Pays-Bas observent de plus en plus de changements dans le cycle hydrologique auquel le pays est soumis : les hivers deviennent moins froids, les étés plus secs, le rythme des précipitations et leur forme sont affectés, nécessitant ainsi d'adapter la gestion de l'eau à ces nouvelles circonstances. Depuis déjà une dizaine d'années, les Pays-Bas ont mis en place une structure afin d'anticiper les effets du changement climatique sur le plan de la maîtrise de l'eau, il s'agit du programme Delta.

Ce programme est le fruit d'une collaboration entre l'État, les provinces, les *wateringues*, les communes et des organismes de recherche. Y sont également impliqués les secteurs économiques dépendant de l'eau. Ce programme est coordonné par le commissaire pour le Delta, un haut-fonctionnaire indépendant du gouvernement. Le programme est financé par des fonds publics dédiés. Cette indépendance politique et financière, inscrite dans la loi et de ce fait approuvée par le Parlement, garantit une certaine protection à cette structure, ainsi mise à l'abri des alternances électorales et des réductions budgétaires qu'elles peuvent décider. Chacun au sein du programme est encouragé à rechercher et à évaluer les mesures qui rendront la maîtrise de l'eau et son utilisation plus pérennes, sans que soient mis en péril les enjeux économiques dépendants des ressources en eau.

Le principe de base est celui des chemins d'adaptation (Haasnoot *et al.*, 2013), dans lesquels les mesures identifiées et jugées prometteuses sont mises en place graduellement, au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir, et en consolidant les mesures prises précédemment afin de ne jamais avoir à revenir en arrière.

Les études effectuées jusqu'à présent dans le cadre du programme Delta se limitent à l'horizon 2100. De plus en plus d'éléments scientifiques indiquent que la fonte des glaces en Antarctique risque de s'accélérer

<sup>1</sup> <https://fr.wikipedia.org/wiki/Watringue>

dans les prochaines décennies, causant de ce fait une montée significative du niveau de la mer. Certaines de ces études suggèrent en effet que les latitudes tempérées européennes sont plus sensibles à la fonte des glaces en Antarctique qu'en Arctique, et ce en raison de la modification du champ de gravité terrestre qui en résulte (Katsman *et al.*, 2008). Quelles que soient les mesures prises pour réduire les émissions de gaz à effet de serre au cours des prochaines années, la montée du niveau de la mer semble inéluctable et irréversible. De ce fait, le gouvernement néerlandais a lancé en 2019 un grand programme de recherche afin d'en comprendre les conséquences possibles sur les stratégies actuelles de maîtrise de l'eau au-delà de 2100. Le but est d'appréhender comment ces stratégies doivent être modifiées au fur et à mesure que le niveau des mers montera de 5 mètres. Le programme, qui doit durer jusqu'en 2025, s'articule autour de cinq axes :

- À quelle vitesse le niveau des océans risque-t-il de monter ? La situation en Antarctique est un élément clé et dépendra des évolutions des émissions mondiales de gaz à effet de serre, telles que conceptualisées dans les scénarios *Representative Concentration Pathway* (Van Vuuren *et al.*, 2011).
- Quels sont les défis posés par une hausse du niveau de la mer de 1, 2, 3 et 5 mètres ? Dans quelle mesure les stratégies actuelles sont-elles tenables ? Cette partie concerne à la fois la stratégie de gestion des risques d'inondation et celle de l'approvisionnement en eau.
- Comment détecter une accélération de la hausse du niveau de la mer afin d'agir à temps ?
- Quelles seraient les conséquences d'une hausse du niveau de la mer sur les stratégies à long terme d'aménagement du territoire ? Et comment les anticiper dans les choix à faire aujourd'hui ? L'implantation de nouveaux quartiers se situant 7 mètres au-dessous du niveau de la mer est certes faisable économiquement et techniquement, mais est-ce un choix pérenne ?
- Comment élaborer une politique reposant sur la mise en place de mesures par étapes ? Comment organiser la gouvernance de cette politique, la communication à destination du grand public, etc. ?

La montée du niveau de la mer n'est bien sûr qu'un des aspects du changement climatique et les différentes facettes de celui-ci soulèvent une quantité de défis auxquels les Pays-Bas doivent faire face :

- le fonctionnement des écluses et des stations de pompage réparties sur les 55 000 km de voies d'eau que comptent les Pays-Bas va drastiquement changer : pour l'instant, une grande partie de l'évacuation des eaux repose sur la gravité à marée basse, mais la hausse du niveau de la mer va imposer l'usage de pompes d'une capacité de plus en plus importante ;
- les phénomènes de salinisation du sous-sol par les aquifères littoraux et d'intrusion saline dans les estuaires et rivières vont s'intensifier et toucher des régions pour l'instant épargnées, menaçant ainsi les

bassins qui sont utilisés actuellement en tant que réserves stratégiques d'eau douce ;

- adapter en hauteur les digues dans les estuaires du Rhin et de la Meuse nécessite un élargissement considérable de leur emprise au sol dans des zones déjà très densément peuplées et urbanisées ;
- l'érosion des cordons dunaires le long du rivage de la mer du Nord va s'accroître en raison là encore de la hausse du niveau de la mer ;
- les épisodes de précipitations extrêmes, comme ceux de l'été 2021 en Belgique et en Allemagne, vont devenir plus fréquents, mais également moins saisonniers : les buses d'évacuation et les ponts sont souvent sous-dimensionnés, tandis que les ouvrages d'art servant à la régulation sont conçus pour être opérationnels en hiver, mais sont souvent en phase d'entretien et donc inutilisables tout le reste de l'année.

Certains problèmes d'origine anthropique vont également s'aggraver :

- les phénomènes de subsidence causés par le pompage de l'eau, déjà conséquents (1 à 2 cm par an, d'après Candela *et al.*, (2020)) vont s'aggraver au fur et à mesure de la montée du niveau de la mer ;
- les opérations de dragage et d'approfondissement des chenaux de navigation pour maintenir l'accès aux ports de Rotterdam, de Flessingue, d'Anvers et de Gand, ainsi que la navigation dans l'estuaire de l'Ems, accentuent l'intrusion des eaux salines et les phénomènes de surcotes en amont.

## Différentes directions s'offrent aux Pays-Bas pour assurer leur futur

L'adaptation des Pays-Bas au changement climatique peut s'articuler autour de quatre directions différentes. Il ne s'agit pas encore de plans concrets, mais plutôt de l'illustration de directions susceptibles d'être empruntées (voir la Figure 2 de la page suivante).

Première solution : la forteresse (*Protect-closed* et *Protect-open* – voir la Figure 2) recouvre deux variantes, forteresse fermée ou ouverte. La forteresse fermée consiste à enclore tous les estuaires et à élever le niveau des protections côtières pour éviter les inondations résultant de l'augmentation du niveau de la mer du Nord. La difficulté ici est d'arriver à évacuer à temps les eaux des fleuves au moyen de gigantesques pompes coûteuses à construire et énergivores. La forteresse ouverte garde les estuaires ouverts, mais implique la construction de digues élevées tout le long des rivières. Les deux approches sont techniquement possibles, mais une brèche dans le dispositif de protection aurait des conséquences catastrophiques.

Seconde option : la contre-attaque (*Advance* – voir la Figure 2) est une variante de la forteresse reposant sur plusieurs lignes de défense, par exemple des îles artificielles et des bassins de rétention construits en avant de la côte. Le défi principal est d'arriver à disposer de



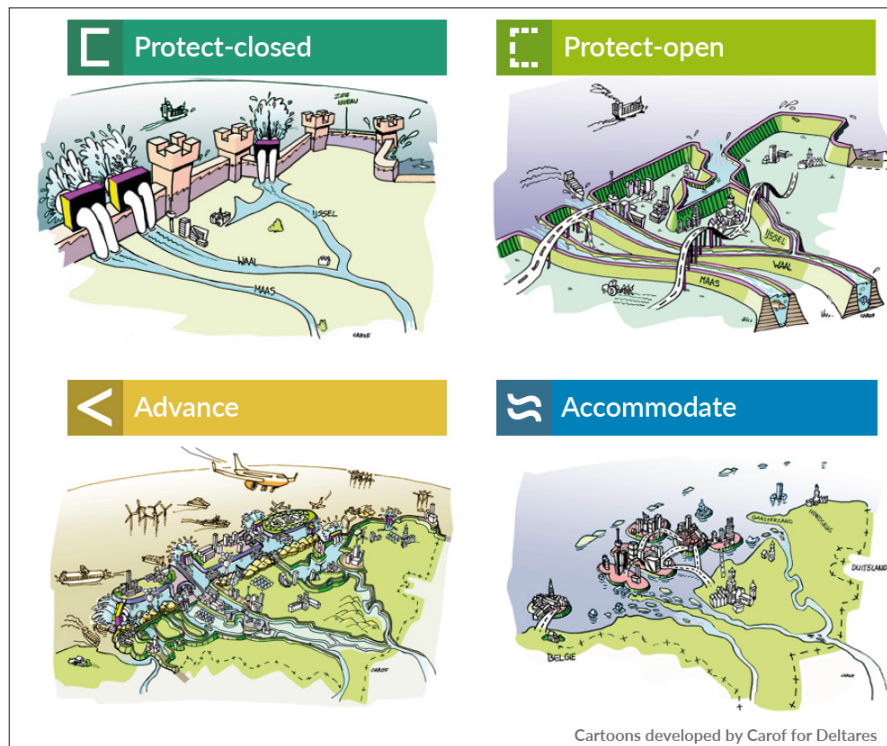


Figure 2 : Les grandes lignes des différentes solutions envisageables : la forteresse (fermée ou ouverte), la contre-attaque et le retrait (Haasnoot *et al.*, 2019).

l'énorme quantité de sable nécessaire pour construire de telles protections.

Dernière solution : le retrait de la côte (*Accommodate* – voir la Figure 2) consiste à abandonner les terres trop vulnérables ou pour lesquelles des dispositifs de prévention coûteraient trop cher. Cette option peut être réaliste, mais se pose alors la question de l'acceptation de l'abandon des zones dans lesquelles les investissements nécessaires à leur protection sont trop élevés. Comment expliquer un tel gâchis alors que l'urgence ne se fait pas encore sentir ? Comment dédommager la population obligée de quitter ces zones ?

Indépendamment de ces différentes stratégies, de nombreuses améliorations sont possibles à petite échelle ; elles font actuellement l'objet d'études de faisabilité : bassins de rétention dans les zones urbaines, réduction de la dépendance en eau du secteur agricole, économies d'eau par les utilisateurs...

## Quelles leçons peuvent tirer les autres pays de l'exemple des Pays-Bas ?

Les Pays-Bas sont souvent mis en avant en raison de leurs prouesses techniques dans le domaine de la maîtrise de l'eau. Mais celles-ci sont le résultat de siècles d'évolution et d'un profond ancrage de cette question dans la culture néerlandaise. Elles sont également spécifiques de la géographie et des enjeux propres à ce pays et, de ce fait, ne sont pas forcément adaptées pour pouvoir être exportées telles quelles dans d'autres pays. De plus, c'est principalement le fait d'avoir mis

en place une structure pérenne pour financer l'entretien des ouvrages d'art qui explique le succès de la maîtrise de l'eau obtenue aux Pays-Bas. L'histoire est riche de prouesses techniques aujourd'hui disparues faute d'entretien ; leur bon entretien est souvent la clé de leur pérennité. En France, le Canal du Midi en est un bon exemple : c'était indéniablement une prouesse technique lors de sa construction, il y a plus de quatre siècles, et s'il est encore en service aujourd'hui, c'est parce qu'il a été bien entretenu.

Le risque d'inondation est très présent dans l'inconscient collectif néerlandais depuis des siècles ; la maîtrise de ce risque est acceptée, car elle constitue un enjeu fondamental de la survie même du pays. De ce fait, des mesures ont été prises pour lui donner une place spécifique dans les processus décisionnels, qui la met à l'abri des aléas et des contraintes politiques. Par ailleurs, la société et le modèle politique néerlandais reposent fortement sur le principe du compromis, ce que l'on appelle le « modèle du polder » : avant qu'une décision soit prise, il est important que les opinions des uns et des autres soient attentivement écoutées, afin de pouvoir prendre la décision qui causera le moins de frictions. Ce modèle ne facilite pas la rapidité dans la prise de décision, mais il permet à chacun de se sentir écouté et respecté. Appliqué dans le domaine de la maîtrise de l'eau, il encourage chacun à essayer de trouver des solutions techniques pratiques, qui respectent les différents enjeux, et de mise en œuvre très décentralisée.

Cette approche marquée par la lenteur nécessite d'anticiper, de se poser le plus tôt possible des questions fondamentales, sans forcément y apporter de réponse immédiate. Et cela est spécifiquement

le but du programme de recherche portant sur les conséquences de la hausse du niveau de la mer : il n'est pas question de trouver immédiatement des mesures qui mettront les Pays-Bas directement à l'abri de ce risque, mais plutôt de comprendre jusqu'à quand les principes de base actuels de la gestion sont tenables et quelles options sont possibles pour le futur. Par la suite, chaque direction identifiée sera étudiée plus en détail et fera l'objet d'études d'impact et de consultations publiques, avant que des décisions ne soient prises. Et chaque nouvelle inondation ou épisode de sécheresse inattendus apporteront leur lot de découvertes et de déconvenues qui seront, elles aussi, intégrées dans le processus décisionnel. De plus, la pérennité des solutions aux Pays-Bas est indéniablement interdépendante des choix que les pays voisins pourront faire, particulièrement dans les bassins versants des fleuves Rhin, Meuse et Escaut.

L'adaptation au changement climatique ne se fera que via la collaboration internationale et le soutien actif de la société tout entière, chacun dans son domaine de compétence. Les autorités nationales et locales peuvent définir des principes de base et des réglementations, mais ce sont les citoyens et les entreprises qui, finalement, vont décider ou non d'accepter un risque et de participer à l'effort commun.

Dans les régions où le risque d'inondation existe depuis des générations, cette volonté est déjà présente dans l'inconscient collectif. Mais pour les habitants des autres régions, il est important de les éduquer et de leur en expliquer les raisons, afin de rendre chacun d'eux partie prenante dans l'appréhension du problème et surtout dans l'élaboration des solutions y répondant. L'allocation structurelle de budgets pérennes en est un ingrédient essentiel. La croissance économique progressant beaucoup plus rapidement que la période de réfection des milliers de kilomètres de digues qui dure typiquement trente à quarante ans, on estime que le risque d'inondation aux Pays-Bas est resté à peu près constant en termes financiers depuis 1953, la dernière inondation catastrophique enregistrée. Cela suggère *a contrario* que ce risque pourrait avoir fortement augmenté dans les pays qui n'ont pris aucune mesure particulière et prouve ainsi l'ampleur du défi qui nous attend.

## Bibliographie

CANDELA T., KOSTER K., STAFLEU J., VISSER W. & FOKKER P. (2020), "Towards regionally forecasting shallow subsidence in the Netherlands", *Proceedings of IAHS*, n°382, pp. 427-431, <https://doi.org/10.5194/piahs-382-427-2020>

CBS (2018), *Hoeveel vaarwegen zijn er in Nederland?*, La Haye, Centraal Bureau voor de Statistiek, <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/vervoermiddelen-en-infrastructuur/vaarwegen>

CBS (2019), *Welke zeehavens zijn er in Nederland?*, La Haye, Centraal Bureau voor de Statistiek, <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/vervoermiddelen-en-infrastructuur/zeehavens>

ENW (2017), *Fundamentals of flood protection*, Ministry of Infrastructure and the Environment and the Expertise Network for Flood Protection.

HAASNOOT M., DIERMANSE F., KWADIJK J., DE WINTER R. & WINTER G. (2019), *Strategieën voor adaptatie aan hoge en versnelde zeespiegelstijging. Een verkenning*, Delft, Deltares, rapport 11203724-004.

HAASNOOT M., KWAKKEL J. H., WALKER W. E. & TER MAAT J. (2013), "Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world", *Global Environment Change* n°23, pp. 485-498, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.12.006>

KATSMAN C., HAZELEGER W., DRIJFHOUT S., VAN OLDENBORGH G. J. & BURGERS G. (2008), "Climate scenarios of sea level rise for the northeast Atlantic Ocean: a study including the effects of ocean dynamics and gravity changes induced by ice melt", *Climatic Change*, n°91, pp. 351-374, <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9442-9>

PBL (2009), *Correctie formulering over overstromingsrisico Nederland in IPCC*, rapport, Planbureau voor de Leefomgeving, La Haye, <https://www.pbl.nl/correctie-formulering-over-overstromingsrisico>

SLOMP R. (2012), *Le cadre législatif et organisationnel de la gestion du risque d'inondation aux Pays-Bas*, audition au Sénat, Paris, Rijkswaterstaat, 29 mai.

VAN VUUREN D. P., EDMONDS J., KAINUMA M., RIAHI K., THOMSON A., HIBBARD K., HURTT G. C., KRAM T., KREY V., LAMARQUE J. F., MASUI T., MEINSHAUSEN M., NAKICENOVIC N., SMITH S. J. & ROSE S. K. (2011), "The representative concentration pathways: an overview", *Climatic Change*, n°109, <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>