

3.6 | Gestion du risque d'inondation aux Pays-Bas, comment faire face au défi du climat et de la société ?



Robert SLOMP

Conseiller technique pour la gestion du risque inondation
Rijkswaterstaat / Agence du Ministère des infrastructures et de la gestion de l'eau des Pays-Bas

Merci pour l'invitation. Merci au syndicat mixte de Vendée-Sèvre-Autise qui m'a invité et particulièrement à Fabrice Enon qui va intervenir cet après-midi. On s'est rencontrés sur une digue de la baie de l'Aiguillon en juillet dernier.

Je vais vous parler des choix qui sont faits aux Pays-Bas et qui sont propres à leur situation.

Les choix en France sont différents. Il y a différents enjeux, différentes réglementations, et les choix de société sont différents. Il faut surtout regarder comment analyser les choses pour faire notre choix, et le choix en France doit être fait par les Français et surtout avec les personnes qui vivent dans la région concernée.

Je vais vous expliquer d'abord comment on a établi notre politique de gestion de l'eau, et c'est surtout à cause des grands désastres qui se sont produits.

I. LES RÉGIONS INONDABLES DES PAYS-BAS ET LE RÔLE DES GRANDS DÉASTRES

Spécificité de la situation des Pays-Bas

Les Pays-Bas ont une surface de 40000 m². 26 % est en dessous du niveau de la mer, 55 % est inondable par les fleuves, par les grands lacs et par la côte. Deux tiers de notre économie vient des zones inondables. L'endroit le plus bas est situé à moins 7 mètres en dessous du niveau de la mer à côté de Rotterdam, 6,73 m ou quelque chose comme ça. Le point le plus haut est une montagne, dont un tiers est à nous, un tiers à l'Allemagne et un tiers à la Belgique. Pour nous c'est une montagne, parce que c'est l'endroit le plus haut des Pays-Bas.

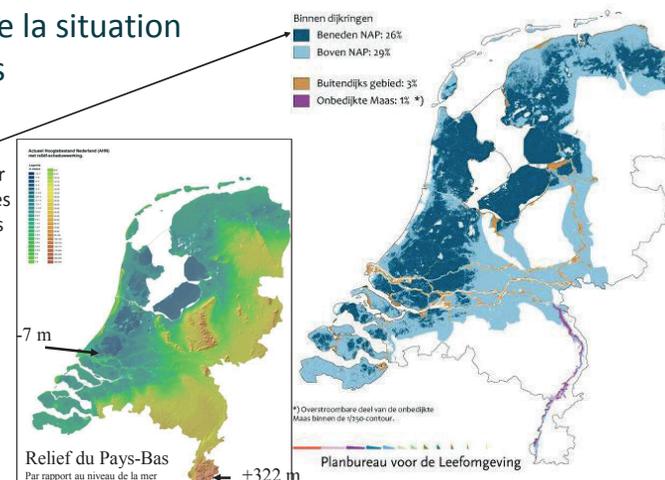
La politique de gestion de l'eau

Les Pays-Bas ont été faits par l'Homme : 95 % de nos cours d'eau ont été construits par les hommes. Il ne faut pas oublier que 20 % de notre pays était inondé depuis l'année 1000. Hier, on a vu que le niveau de la mer augmentait à partir de l'année 1000. C'est à partir de là qu'on a commencé à faire des digues et c'est autour de 1200 que les paysans se sont organisés pour en construire également.

Dans ce système de gestion démocratique - et c'est plus vieux que l'État -, c'est la gestion des digues pour contrôler le drainage et l'irrigation des zones qui a été choisie. On a reconquis environ 13 % des territoires de notre pays, mais on a arrêté en 1980 parce que beaucoup de zones étaient des pépinières de poissons, et des zones où on avait de l'ostréiculture. Les écologistes et les pêcheurs se sont mis ensemble pour arrêter les grands projets ou les changer. Oui, c'est assez compliqué.

Spécificité de la situation des Pays-Bas

40 000 km²
 26 % sous le niveau de la mer
 Environ 55% zones inondables
 10 millions de personnes
 2/3 d'économie)
 17 millions d'habitants



Diapo 03 > Spécificité de la situation des Pays-Bas

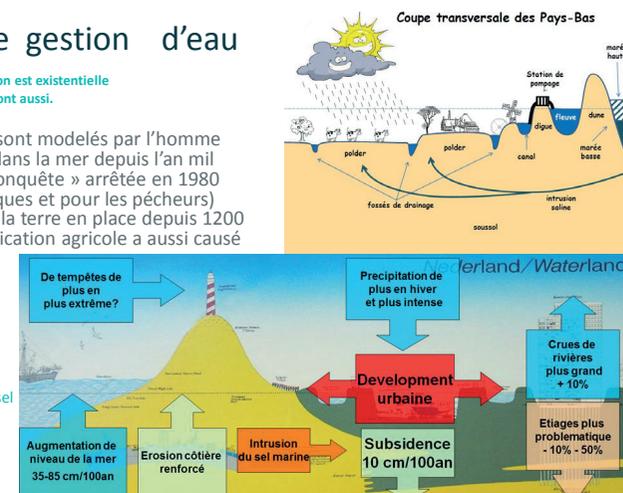
La politique de gestion d'eau

La politique sur le risque d'inondation existentielle
 Le drainage et la qualité de l'eau y sont aussi.

95% des cours d'eau aux Pays Bas sont modelés par l'homme
 ≈ 20% du territoire actuel perdu dans la mer depuis l'an mil
 ≈ 13% reconquis sur la mer. « Reconquête » arrêtée en 1980
 (pour des raisons écologiques et pour les pêcheurs)
 Système de drainage pour cultiver la terre en place depuis 1200 et intensifié depuis 1950 (l'intensification agricole a aussi causé une perte de biodiversité).

Ceci a causé plusieurs problèmes.

- Les défis:
- Subsidence/ affaissement
 - Changement du climat
 - Effets qui se renforcent, intrusion du sel
 - Urbanisme, développent économique



Diapo 04 > La politique de gestion de l'eau

Il y a donc les dunes, les rivières derrière, les fleuves. Il y a de nombreux polders de niveaux différents et chaque polder a été fait il y a 10, 50 ou 500 ans. Il y a donc beaucoup de niveaux d'eau différents. Et à chaque fois, on a besoin d'une station de pompage pour pomper l'eau du niveau plus haut et l'évacuer vers la mer par gravitation. Ce sont nos défis. Et à partir de ces défis, nous avons nous-mêmes créé.

Hier, on a eu toute une explication sur comment ces subsidences arrivent dans la région en transportant de la sédimentation. Chez nous, il y a en moyenne 10 cm par an de subsidence en certains endroits, soit 1 mètre par siècle. Les maisons sont donc faites sur des pilotis et les gens ont besoin de petits escaliers pour y accéder. Les canalisations dans les villes ne sont pas fondées sur du dur et doivent être remplacées tous les 20 ou 30 ans.

On ne sait pas s'il y aura plus de tempêtes aux Pays-Bas. Sur la côte Atlantique, je crois qu'il y aura plus de tempêtes à cause de l'augmentation de la température de l'eau et qu'on aura de plus en plus d'ouragans qui n'iront plus aux Caraïbes, mais qui viendront avec un court-circuit - comme on a eu il y a deux ans avec la tempête Ophelia, qui a touché le Portugal, l'Espagne et après l'Angleterre.

On a plus de précipitations l'hiver : 20 % en plus, ce qui entraîne les crues des rivières en hiver et plus de sécheresse l'été. Et avec cette sécheresse, il y a une intrusion accrue du sel marin à travers les rivières et les sous-sols où on a fait les polders. À cause de cette augmentation du niveau de la mer, on a aussi une érosion de la côte aggravée. On fait donc un suivi de la côte et on rajoute du sable quand nécessaire, je vous l'expliquerai plus tard.

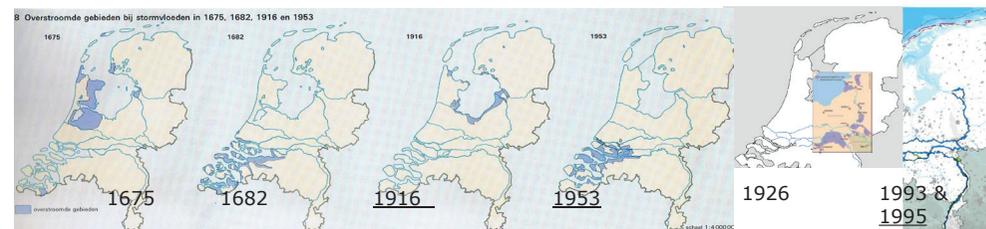
Action seulement après les désastres

Il y a eu de très grandes tempêtes avec parfois plus de 10 000 morts. La dernière grande tempête pour nous a eu lieu en 1953, mais il y a eu également trois événements clés au dernier siècle.

En 1916, une immense tempête a sévi au nord, tuant environ 200 personnes - peu de morts. Toutefois, cela a déclenché un immense projet, celui de réaliser une mer intérieure. C'est donc en 1933 qu'ils ont entrepris de construire une digue de près de 30 km qui va du côté de la Frise occidentale à la Frise centrale. Cette mer intérieure a été créée par les différentes tempêtes depuis l'année 1000.

En 1926, on a eu une autre inondation qui n'a pas vraiment changé la politique du pays, mais on a quand même rehaussé certaines digues. Et en 1953, juste après la Seconde Guerre mondiale, on a eu une immense inondation avec presque 2 000 morts. En 1995, on n'a pas eu d'inondations mais des crues dans les vallées de la Meuse, où des maisons qui n'étaient pas protégées ont été inondées : 250 000 personnes et plus d'un million de têtes de bétails ont été évacuées en quatre jours. C'était très impressionnant. Mais on oublie : 1953, c'est trop loin pour beaucoup de gens. 1995, aussi.

1916, 1953 et presque désastre de 1995 (250 000 évacués)



Les zones affectées par des événements majeurs, grandes tempêtes et crues des fleuves

Depuis 2014 – action préventive : le Delta Programme

Diapo 05 > Action seulement après les désastres

1953, un vrai changement politique

1953 a vraiment été l'année du plus grand tournant politique, parce qu'il y a eu tellement de morts... Les politiciens ont dit « jamais plus un désastre pareil ».

Les digues ont donc été augmentées de 3,5 mètres jusqu'à 10 mètres dans certaines zones.

Et pourquoi tant de morts ? Parce qu'on avait un bulletin météo exact mais qui n'a pas été reçu par les gens. Des télégrammes payants ont été envoyés aux bureaux fermés le week-end. Et il y avait trop d'organismes qui avaient les mêmes tâches. Les rôles étant mal réparties, certains ports n'ont pas été fermés, notamment avec les batardeaux contre les inondations.

Quand il y a un port où des bacs arrivent, il y a des trous dans les digues qui doivent être fermés pendant la tempête. Et on avait brûlé les grands bois pendant l'hiver 44, durant la Seconde Guerre mondiale. Le pays était détruit, il y avait beaucoup de reconstruction des villes, des ponts et des infrastructures dans le pays, et on avait un peu négligé les digues.

Et ce qui est très important, c'est qu'il y avait beaucoup de trop petites structures qui géraient des immenses digues et qui protégeaient beaucoup de gens. Il n'y avait pas assez de solidarité entre ceux qui payaient pour les digues et ceux qui en profitaient.

La première action qui a été faite, a été de mettre les personnes qui donnaient l'alerte et celles qui faisaient les bulletins météo dans le même bâtiment pour vraiment améliorer la communication. Il faut avoir un bon message, exact, mais il faut l'émettre correctement pour que les gens le reçoivent.

Et on a réorganisé l'État pour qu'il y ait seulement un seul organisme par digue principale. On a réduit. Parfois, il y avait 10 grands propriétaires : les villes, les communes, les provinces, l'État. On les a regroupé pour qu'il n'y est plus qu'un seul gestionnaire par digue.

On avait 2 500 organismes qui gèrent les digues ; on a réduit à 21, mais ça a prit 70 ans.

On a changé les lois sur le niveau de sécurité des digues, le financement et la gestion. Et à partir de 1985, on a aussi intégré le changement climatique dans chaque nouvelle construction.

J'ai mis sur la diapo une apostrophe à côté « des raisons des catastrophes », parce que si on regarde Xynthia, les mêmes choses sont arrivées. Il y avait un message météo parfait, exact, mais il n'a pas été reçu. Il n'est pas arrivé aux destinataires qui devaient choisir d'évacuer leur maison.

1953, un vrai changement politique

>1800 morts, donc la demande politique: « Jamais plus un désastre pareil »

Les raisons pour le catastrophe*:

- Alerte météorologique donné mais pas compris
- Télégrammes (payant) envoyé aux bureaux fermes le weekend
- Taches mal repartis entre les organisations d'état
- Mauvais entretien des digues, manque des fonds, les raisons:
 - Pas assez de solidarité. Trop petits organisations, pas assez d'impôts
 - Le crise économique 1929-39
 - La deuxième guerre mondiale, destruction de l'infrastructure ≈10% du Pays.

Les actions:

- Service météorologique et service d'alerte dans le même bâtiment, message détaillé gratuit
- Réorganisation de l'état : un seul responsable par digue
- Réduction du nombre d'organisations de 2500 a 21 (en 70 ans)
- Des lois sur le niveau de sécurité, financement et la gestion
- Changement de climat intégré dans le vérification et la construction des ouvrages (1985. Escaut Occidentale)



Diapo 06 > 1953, un vrai changement politique

Cadre institutionnel

Il y a l'Europe qui promulgue les directives européennes et on participe en tant que pays européen pour diriger les réglementations ensemble.

Après, il y a un autre État central avec un parlement élu et il y a 12 provinces aussi avec des conseils d'élus, 21 autorités régionales de l'eau qui gèrent ces digues et 355 municipalités.

En 100 ans, on a diminué le nombre de municipalités de 1 000 à 355. Cela prend beaucoup de temps ; mais c'est très important, quand tu es une société moderne, d'avoir des services assez grands pour assurer toutes les tâches.

Je travaille au service autorité nationale de l'eau, Rijkswaterstaat, qui est en fait la grande organisation de travaux publics aux Pays-Bas ; on construit les autoroutes, on gère les fleuves, la côte et les grands lacs.

C'est très important dans notre système que l'entretien des ouvrages soit géré localement et quotidiennement par les autorités régionales de l'Eau. Parfois, c'est une partie de travail volontaire et parfois une taxe qu'on paye. Donc, elles gèrent aussi tous les petits cours d'eau et toutes les petites digues.

On a 3 600 km de digues principales et on a environ 15 000 km de digues régionales. Mais ces gestionnaires ne sont pas propriétaires des digues, ils sont gestionnaires. On a divisé la propriété et la gestion pour qu'on puisse agir tout de suite. Si tu gères une petite digue, tu dois l'entretenir toi-même. Si tu gères un petit cours d'eau, tu dois l'entretenir toi-même, pour essayer de réduire les frais de taxation.

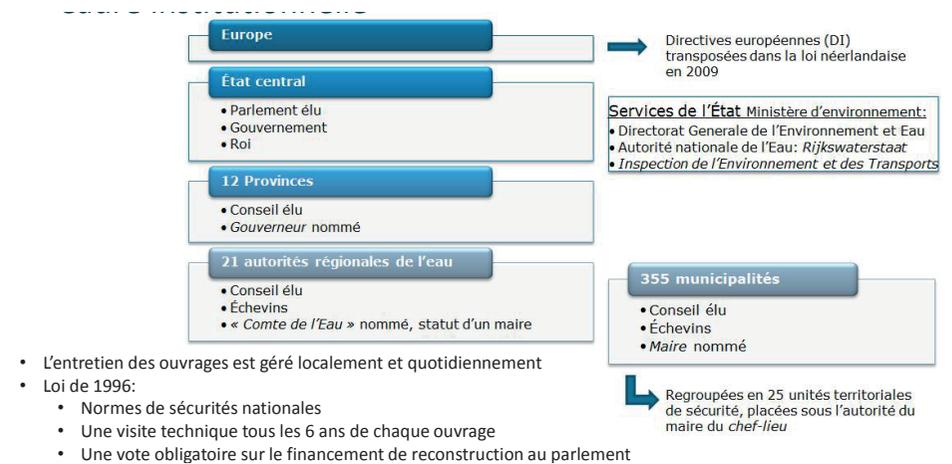
Si un paysan nettoie sa propre canalisation pour le drainage et l'irrigation autour de ses champs, il n'a pas à payer d'amende s'il ne le fait pas. C'est un système de travail volontaire et aussi de taxation pour le service que tu reçois. Tu reçois un système de drainage, un système d'irrigation, une protection contre les inondations et tu payes pour ça. C'est environ 400 euros par année et par habitant.

Si tu es paysan, que tu as plus de terrain, tu payes plus. Ils ont instauré ce fonctionnement en 1200. Si tu es riche, tu reçois plus parce que tu as plus de terre, donc, tu payes plus. Si tu es pauvre ou si tu n'as pas beaucoup de biens, de bâtiments ou de terres, tu payes moins.

Zone inondable protégée

On a organisé les Pays-Bas en zones inondables protégées. Ces zones forment un anneau qui protège contre les différentes inondations, qu'elles soient d'une rivière, d'un lac ou de la côte. Et de préférence, il y a un seul gestionnaire par zone inondable.

Si la zone inondable est sur 120 km, comme cette digue tout en haut, il y a 3 gestionnaires ; la digue en Hollande du Sud est aussi gérée par 3 gestionnaires.



Diapo 07 > Cadre institutionnel

Pour le reste des Pays-Bas, c'est toujours un seul gestionnaire par digue, pour éviter qu'il y ait des brèches. Parce que si l'anneau n'est pas fermé, une fois qu'il y a une tempête ou une crue, l'eau rentre.

Très important, en 1996, on a fixé les normes de digues pour tous les Pays-Bas. Avant, chaque projet avait ses normes. En 1996, on a fixé les normes pour tous les Pays-Bas avec les périodes de retour de 250 à 10 000 ans. Ces normes se sont basées sur une étude coûts/bénéfices faite seulement pour cette région autour de la Hollande du Sud où il y a les grandes villes d'Amsterdam, d'Utrecht, La Haye et Rotterdam ; soit 3 millions et demi de personnes qui habitent dans cette zone inondable.

Et les premiers endroits où ils ont fait les digues ensemble et où c'était interdit de construire une digue privée, c'était en Hollande du Nord sur la base du travail communal. Si on ne voulait pas faire le travail communal, on payait une amende, évaluée en taxes ; parce que si tu es un artisan, tu ne vas pas prendre une bêche, tu vas plutôt louer un ouvrier pour te remplacer.

En 1993 et 1995, des crues sur le Rhin et la Creuse

En 1993 et 1995, deux grandes crues sur le Rhin et la Meuse se sont produites et 2 grands projets ont émergés de cette « presque » inondation. Le Plan Delta du grand fleuve a été instauré. 1 000 km de digues ont été réparées et remises en état en 5 ans et 150 km de digues ont été construits tout le long de la Meuse. Cette digue (diapo 08) de 150 km a été construite en 2 ans après une étude coûts/bénéfices pour cette zone.

Et après la remise en état, on a dit « bon, la crue de référence a augmenté suite à ces crues de 1995 . Au lieu d'augmenter une deuxième fois toutes les digues, on va diminuer la hauteur d'eau de crue de référence tout le long des différents fleuves ».

Plusieurs mesures ont été faites, comme enlever les épis qui sont installés dans le fleuve pour la navigation. Parfois, on a baissé le niveau du fleuve et enlevé le sable (1) pour agrandir l'écoulement ou un autre cours d'eau a été construit à côté (4) du cours d'eau principal pour évacuer l'eau plus vite. Et toute l'ancienne industrie a été supprimée dans les parties inondables du fleuve. Parfois, les digues ont aussi été déplacées, et la zone inondable du fleuve agrandie, là où l'eau peu s'écouler. On a également construit des zones de stockage d'eau, des zones tampons le long du fleuve comme pour «couper la tête» des crues.

Photos : c'est un exemple. L'eau était jusqu'à 1 mètre en dessous des crêtes à certains endroits, car une digue a chuté à l'intérieur. Il y avait un trou et la moitié de la digue est partie. 250 000 personnes ont du être évacuées de cette zone. La digue était cassée mais n'a pas cédé. On a pu la réparer avec beaucoup de graviers pour mettre du poids contre la digue qui avait subi un glissement de terrain.

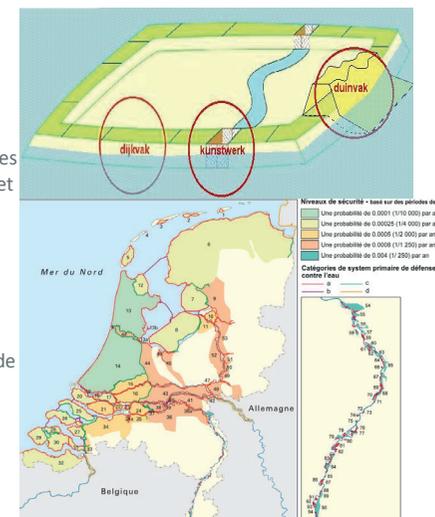
« un anneau fermé »

Le territoire des Pays-Bas comprend environ 95 zones formées par un réseau intégré (fermé) : de digues, dunes, ouvrages (et hauts reliefs) en forme d'un anneau.

De préférence un seul gestionnaire par zone inondable : «waterschap / wateringue » Autorité Régionale de l'eau

Environ 95 zones
Normes de digues, dunes et ouvrages basé sur une analyse de risque (coût-bénéfice) fixé formellement en 1996

- périodes de retour de 250 à 10 000 par ans /
- probabilités de 0,04 à 0,0001 par an



Diapo 08 > Zone inondable protégée

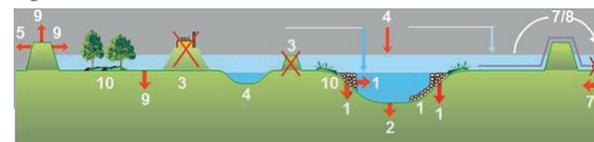
Des centaines de maisons inondées dans la vallée de la Meuse l'évacuation préventive de 250 000 personnes et 1 million de vaches

« Plan Delta des Grands Fleuves », de 1996 à 2001.

En 5 ans, plus de 1 000 km de digues ont été remis aux normes de la loi de 1996 et 150 km de nouvelles digues construites en deux ans

« Espace pour les fleuves » 2003-2015.

1 réduction d' hauteur des épis, 2 creusement/affouillement du lit mineur, 3 réduction d'ancienne industrie et digues secondaires, 4 chenaux dans la plaine/ creusement/affouillement de la plaine 5 recule de digues, 7 zones d'expansion des crues 8 chenaux dans la zone actuellement protégé 9 rehaussement /renforcement de la digue comme dernière recours



Diapo 09 > Les crues de 1993 et 1995

II. LA NOUVELLE POLITIQUE

Politique de gestion des risques d'inondation

On n'a pas eu de désastre ou de grande crue depuis 1995. Mais on a quand même vu l'effet des inondations en Allemagne en 2003 et en 2005 à Katrina à la Nouvelle-Orléans. Et on s'est rendu compte que même chez nous, dans cette société très complexe et moderne, il peut y avoir un désastre.

Il faut donc se préparer. Il faut vraiment se concentrer sur la sécurité civile qu'on n'avait pas vraiment évaluée depuis longtemps et on a aussi décidé, en 2014, d'avoir une politique proactive pour éviter le désastre : au lieu à chaque fois de lancer d'immenses projets après le désastre, lancer les projets avant.

C'est beaucoup plus économique, que réparer tous les dégâts après un désastre. Katrina a coûté 10 milliards pour les dégâts directs, mais a coûté 100 milliards à l'économie des États-Unis. Et nous, on est un peu comme la Nouvelle-Orléans pour le reste de l'Europe. On est l'entrée de l'Europe et si notre économie est mise à mal, ça a une immense influence sur le reste de l'Europe, mais surtout sur l'économie complète de notre pays.

En fait, il y a trois volets : il faut se préparer à évacuer les zones autour des fleuves où les gens habitent encore - dans le lit du fleuve. C'est environ 100 000 personnes qui habitent dans les zones inondables et non protégées par les digues. Il faut avoir une autre planification d'occupation des sols.

Aujourd'hui, le gouvernement a interdit de reconstruire dans les fleuves. Entre les années 70 et 80, il y a eu très peu de crues. Les gens ont construit beaucoup de maisons, des milliers d'habitations proches du lit du fleuve de la Meuse. Et en 1993 et 1995, ils ont été inondés deux fois.

On privilégie quand même les hauts niveaux de sécurité, parce qu'évacuer à cause d'une tempête, trois millions et demi de personnes en deux jours est impossible et notamment les grandes villes d'Amsterdam, Utrecht ou La Haye. Certains endroits doivent être encore plus protégés que ce qu'ils le sont actuellement.

Il n'empêche qu'il faut quand même réexaminer pour le reste du pays, quelle politique est la plus adaptée à chaque zone.

Différents volets pour traiter le risque d'inondation

- Préparation à l'évacuation et des services d'urgence et de secours
- Planification de l'occupation des sols (habitations résilients)
- Protection : dunes, digues, ouvrages d'art

Depuis les inondations en Allemagne, Elbe en 2003 et Katrina, Nouvelle Orléans en 2005, nous avons commencé à revoir et contrôler notre politique de gestion de risques, qui vise depuis 1953 surtout un haut niveau de protection.



Diapo 11 > Politique de gestion des risques d'inondation

Raisons pour un recalibrage des normes

Aussi, on a fait cette étude coût/bénéfice. En 1960, la population a doublé, la valeur économique a été multipliée par 5. On a eu un changement de climat, une augmentation du niveau de la mer et des crues des fleuves et si le niveau d'eau augmente, les vagues attaquent beaucoup mieux les digues.

Les vagues sont atténuées par les zones devant les digues, et c'est ce qu'on a vu dans le résumé d'Eric Chaumillon ce matin : quand tu as un bon espace tampon devant les digues, beaucoup de vagues se cassent.

Mais si le niveau de la mer augmente très vite, les vagues se cassent beaucoup moins bien et elles peuvent atteindre les digues.

Notre savoir-faire a augmenté, surtout, on a plus de connaissances sur la résistance des digues et aussi sur la façon dont une zone est inondée.

Buts de la nouvelle politique

Le but des nouvelles politiques, c'est de protéger chaque citoyen de la même façon.

Si tu as une centrale nucléaire, c'est un risque industriel, l'Etat l'évalue comme un risque individuel de 1 sur 1 million.

Une inondation, ce n'est pas un risque industriel. Ce n'est pas causé par l'Homme, c'est causé par un événement extérieur. Les Pays-Bas ont donc décidé de l'évaluer à un risque individuel de 1 sur 100 000 par an.

L'idée est de réduire le grand nombre de morts dans un événement. L'événement de 1953 a causé 2 000 morts. Si on regarde, dans les années 70, on avait 2 000 morts par année à cause des accidents de voiture, mais comme c'est individuel, on ne le voit pas comme aussi grave. Donc, on veut réduire le grand nombre de gens tués par les grandes inondations.

Les schémas illustrent le rapport risque et hauteur de digue :

Schéma 1 : c'est la hauteur des digues si tu regardes juste le risque individuel.

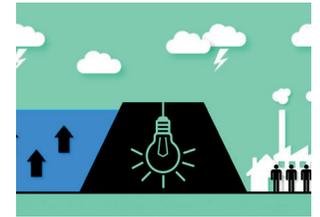
Schéma 2 : si tu regardes l'étude coûts/bénéfices ou l'étude de risque sociétal, tu vas augmenter le niveau de digues.

Schéma 3 : Et si, par exemple, tu as une centrale nucléaire derrière les digues, tu vas encore augmenter le niveau des digues. Idem si c'est une station de pompage de gaz ou d'eau, parce que ça a un impact sur le fonctionnement de la société.

Le chemin vers des nouveaux niveaux de risques

Le risque a augmenté

- Plus de dégâts* depuis 1960
 - Doublement de la population
 - Valeur économique x 5
- Changement de climat
 - Augmentation du niveau de la mer*
 - Augmentation des crues des rivières
 - Augmentation d'hauteur d'eau et donc plus encore pour de vagues qui attaquent les digues et dunes*
- Nos instruments et notre savoir faire ont augmentés
 - Sur la résistance des ouvrages
 - Sur la façon qu'une zone est inondé



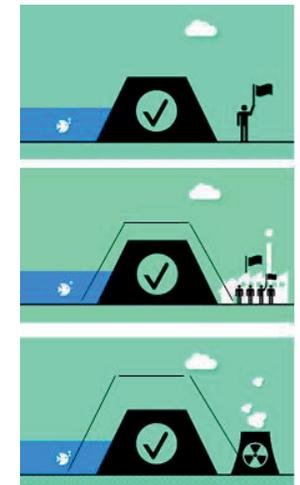
Diapo 12 > Raisons pour un calibrage des normes

Depuis 2014, formalisé en 1/1/2017 dans un loi

L'objectif est une meilleure protection de la population et des biens derrière les ouvrages

Trois indicateurs :

- La probabilité d'un décès du à l'inondation ne doit pas dépasser 1 sur 100 000 par an. Le risque individuel doit être pareil pour chaque personne aux Pays-Bas.
- Réduire le risque d'un grand nombre de morts, risque de société, « societal risk », réduire les dommages économiques majeures (basé sur une analyse coût-bénéfice),
- Réduire la distorsion de niveau stratégique de la société, centre majeure de transport/ pompage de gaz naturel ou centrale nucléaire



Diapo 13 > Buts de la nouvelle politique

Analyse Coût - Bénéfice

C'est un peu les principes de base du coût/bénéfice : tu regardes pour chaque mètre de rehaussement de digues si les dommages sont réduits ou pas. Si tu mets des digues de 100 mètres, très, très hautes, tu vas avoir très, très peu de dommages. Si tu ne vas pas rehausser les digues et que tu les laisses comme ça et que le climat change, les dégâts potentiels vont augmenter chaque année.

Or si tu construis des digues très hautes, les frais vont augmenter. L'idée est d'essayer de trouver l'endroit où les frais sont moindres entre l'investissement et les dommages. C'est donc l'optimum entre les deux. Pour chacune des 80 zones, on a défini un optimum.

Données nécessaires pour une analyse coût-bénéfice

On a besoin de trois différents indicateurs pour calculer le coût/bénéfice. On doit connaître la probabilité pour que la digue cède ; par exemple, les probabilités de niveau d'eau devant la digue, la propagation de l'eau dans la zone et le nombre de maisons inondées.

Parfois, l'eau de la mer va immerger un fleuve. Mais quand un fleuve est en pente, l'eau va aussi s'évacuer avec la gravitation. Quand tu as un polder juste en face de la mer, l'eau va arriver dedans et rester. Souvent, ça prend des mois pour l'évacuer. Avec un fleuve, souvent, après trois semaines, c'est parti.

Et on doit également regarder les frais d'investissements pour le rehaussement.

Impact des normes nouvelles basé sur le risque d'inondation

On avait les trois indicateurs : les risques individuels, les risques économiques et les risques de société. On veut vraiment les diminuer dans les prochains 30/35 ans. Et donc, avec la politique qu'on a choisie, on veut diminuer le risque individuel de 50. C'est montré ici, sur ces deux cartes.

- la situation en 2020 avant de reconstruire les digues ou d'enlever les gens des zones
- la situation en 2050 : si on veut réduire le risque économique par 30 et le risque de mortalité par 20.

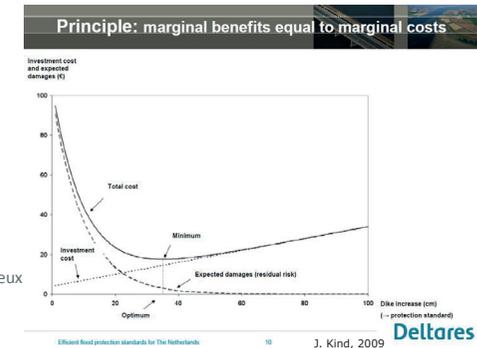
Confrontation entre:

diminution du coût des dommages (par mètre de rehaussement)

et

augmentation de l'investissement (par mètre de rehaussement)

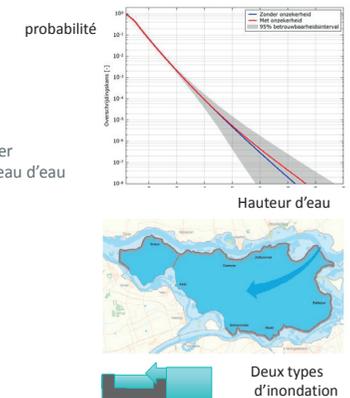
If faut trouver l'optimum entre les deux



Diapo 14 > Analyse coût bénéfice (van Dantzig, 1956)

Trois indicateurs clés:

- Probabilité de la rupture des ouvrages, basé sur les changement de niveau d'eau de la mer « courbes de probabilité de dépassement de niveau d'eau ou de hauteur des digues »
- Dommages (directes et indirectes) évités pour chaque secteur économique et culturel dommages par mètre d'élévation de l'eau
- Investissement (re)construction des ouvrages Frais par mètre de rehaussement



Diapo 15 > Données nécessaires pour une analyse coût bénéfice

Niveaux de risques acceptés

Le risque individuel (donc d'un décès/an) doit diminuer par 25 en 2050 (la carte a droite)

Le risque économique (€/an) doit diminuer par 30

Le risque de société, la mortalité des grand groups doit diminuer:

- par 20 (> 100 décès par évènement)
- par 50 (> 1000 décès par évènement)
- par 20 (> 10 000 décès par évènement)



Diapo 16 > Impact des normes nouvelles basé sur le risque d'inondation

III. EXEMPLES DE PROJETS

Espace pour les fleuves

Je vais montrer quelques exemples de projets sur tous les espaces de fleuve dont je parlais hier, ainsi que les programmes de reconstruction et de construction avec la nature.

Sur le projet d'espaces pour le fleuve, il y a eu 40 projets qui ont été exprimés suite à une consultation avec la population de 400 personnes. Je vais juste présenter les projets qui sont dans l'estuaire, parce qu'ils ont des points communs avec la Charente-Maritime et la Vendée : l'effet de surcote, les vagues, les crues, les trois ensemble et l'augmentation du niveau de la mer.

Noordward

C'est l'exemple du projet Noordward. En 1960, on a fermé une digue. C'était une zone avec beaucoup d'îlots en an 1000, un peu comme votre zone du Marais poitevin. Il y avait beaucoup de petits îlots et de petits cours d'eau entre les îlots. On a fermé, donc, l'eau coulait dans ces zones avec une immense digue qu'on a mise ici en haut. Et en 1995, après les grandes crues de la rivière, on a voulu baisser le niveau de l'eau des rivières pour protéger les villes en amont. On a remis en état un ancien système de criques. L'eau coule et est rejetée après en deux grands lacs, c'est l'ancien estuaire du Rhin et de la Meuse.

Et on a laissé les zones qui sont occupées par les fermiers et lors des périodes de retour d'inondations, l'eau va couler.

Et les habitants avaient le droit de rester. On a placé les maisons plus hautes sur les zones : on a d'abord augmenté le niveau de la terre et construit les maisons dessus. Et ici en bas, il y a le parc national De Biesbosch. On a donc agrandi cette zone naturelle avec le parc national.

Overdiepse Polder

Un deuxième projet. Ce sont les paysans eux mêmes qui ont proposé d'avoir une zone tampon de crues, d'expansions de crues. Mais après étude, on a vu avec eux que c'était mieux d'avoir un système où l'eau coulait parce que ça réduisait le niveau d'eau bien mieux sur le fleuve. Et on a mis toutes les fermes qui étaient ici sur les endroits surélevés et donc tous les habitants ont reçu une nouvelle ferme.

Il y avait vingt cinq fermiers avant. Beaucoup de gens ont pris leur retraite au même moment, mais sur ce projet la consultation était quotidienne avec les paysans.

« Room for the River », Réduire le niveau d'eau de crue de référence

40 projets pour réduire le hauteur d'eau de crues de référence

l'estuaire est touché par

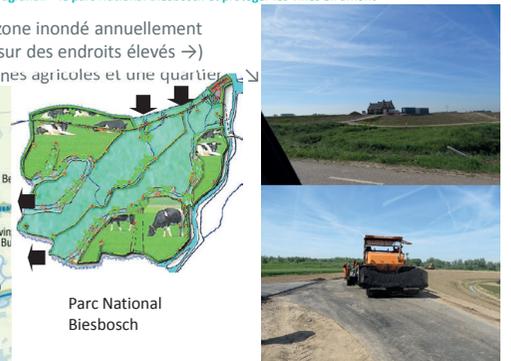
- Les effets de crues,
- Tempêtes
- Surcote
- Les vagues
- Augmentation de niveau de la mer
- Les trois effets ensemble qui se renforce



Diapo 18 > Espace pour les fleuves

Restaurer une zone de l'eau douce avec les marées, « agrandir » le parc National Biesbosch et protéger les villes en amont

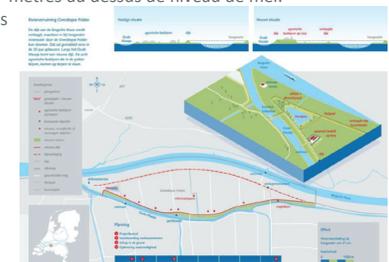
Retour des polders au fleuve. 50% du zone inondé annuellement
Le population avait le choix de rester (sur des endroits élevés →)
Reconstruction de digues autour de zones agricoles et une quartier



Diapo 19 > Noordward

Proposé par la population, les entreprises agricole comme zone de expansion de crue
Construit comme

- Inondation avec un période de retour de 25 ans et remboursement pour la perte de cultures
- 8 fermes sur 25 vont rester.
- Ils sont reconstruits sur des plateformes élevés de 7 mètres au dessus de niveau de mer.
- Règlementation en hiver pour l'hauteur des cultures (pour augmenter l'écoulement)



Diapo 20 > Overdiepse Polder

Exemples de projets de réfection

Ce sont des exemples de projets de réfection. On a fait des immenses prés au bord de la mer par exemple. On reconstruit, on réhausse les digues dans les villes. C'est aussi l'exemple d'un projet. Il y a très peu de vagues, on rehausse les digues et on construit de nouveaux systèmes d'évacuation d'eau pour l'hiver.

C'est l'exemple des projets de construction avec la nature, on a mis beaucoup de sols pour empêcher les vagues d'atteindre la digue.

On a mis 150 mètres de largeur de sol en plantation pour réduire la hauteur des vagues.

Ici on alimente la côte avec du sable pour baisser les vagues et pour reconstruire les dunes.

Mon discours en français, que vous retrouverez téléchargeable au lien suivant, comprend 60 pages. Je n'ai donc pas tout dit.

Merci beaucoup.

Reconstruction des digues 2001-2006, 2006-2011, 2016-2050

Sur la cote

Digues dans les zones sans vagues

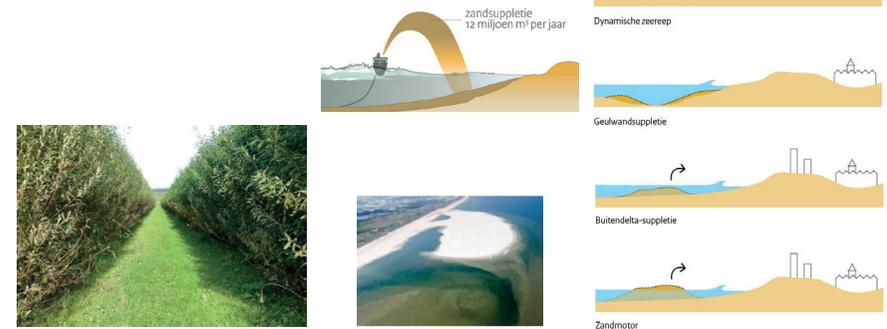


Diapo 21 > Exemple de projet

Ceci demande connaissance précise de processus, et un suivi permanente

Réduire des vagues avec la végétation

Construire en sable



Diapo 22 > Exemple de projet avec la nature

Références

Articles et livres

Le cadre législatif et organisationnel de la gestion du risque d'inondation aux Pays Bas
https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/132274/le_cadre_legislatif_et_organisationnel_de_la_gestion_du_risque_dinondation_aux_pays-bas_druk_kwa.pdf

Le Plan Delta pour les Grands Fleuves et la gestion du risque d'inondation aux Pays-Bas, Géologues 184 extrait p 55-62

Retour d'expériences après la tempête Xynthia en France, leçons pour les Pays Bas, Les dégâts suite à l'inondation
https://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/132195/xynthia_frans_web.pdf

Deltaprogramma <https://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma>

Fundamentals of Flood Defences
<https://www.enwinfo.nl/images/pdf/Grondslagen/GrondslagenEN-lowresspread3-v3.pdf>