



This project has received  
European Regional  
Development Funding  
through INTERREG IV B.



INTERREG IVB

# Bepaling van de impact van toekomstige overstromingen op de economie in het transnationale Maasstroomgebied

Rapport WP1 - Actie 7



## Inleiding

**De problematiek rond overstromingsrisico's kreeg de laatste jaren meer en meer aandacht en staat na enkele ernstige overstromingen hoger op de politieke en wetenschappelijke agenda's genoteerd.** Bijkomend werden er frequenter periodes van laagwaterstanden vastgesteld met een piek in het Europese droogseizoen van 2003. Het AMICE-project heeft klimaatscenario's opgesteld voor medio en eind 21ste eeuw. Die scenario's geven hogere overstromingen en extremere laagwaterstanden aan.

Specifieker toont dit document de verwachte gevolgen van de **klimaatverandering** op de **hoeveelheid schade** (toename) aan die door **toekomstige overstromingen veroorzaakt zal worden**. De recentste ernstige overstromingen die plaatsvonden in het Maasbekken dateren van Kerstmis 1993 en januari 1995, en worden beschouwd als terugkerend om de 100 jaar ( $Q_{100}$ ). Door de klimaatverandering zullen deze overstromingen volgens de AMICE-scenario's halverwege deze eeuw om de 40 jaar plaatsvinden.

Wat zou de impact zijn van een  $Q_{100}$  aan het einde van deze eeuw? Neemt de schade met 10%, 50%? En hoe zou de schade verdeeld zijn over de verschillende gebieden van het Maasbekken, met name Frankrijk, Wallonië, Vlaanderen, Duitsland en Nederland? Welke regio is kwetsbaarder voor de toename van de afvoer?

De doelstelling van Actie 7 in het AMICE-project is om antwoorden op die vragen te verkrijgen via internationale samenwerking. De resultaten van de risicoanalyse kunnen vervolgens gebruikt worden als besluitvormingsondersteuning om aanpassingsstrategieën te ontwikkelen die de negatieve impact van klimaatverandering verzachten.

Dit rapport presenteert eerst de methodologie die gevolgd werd door de AMICE-partners en vervolgens de resultaten voor het Maasbekken en de omliggende regio's.

## Methodie voor de analyse van overstromingsrisico's en de economische bepaling van de gevolgen van overstromingen

Het volgende hoofdstuk beschrijft de algemene aanpak die in Actie 7 wordt gebruikt om een transnationaal instrument voor de bepaling van overstromingsschade te maken, waardoor een homogene weging van de overstromingsschade mogelijk is voor het hele Maasbekken.

### Grondbeginselen van risicoanalyses...

Overstromingsrisico wordt algemeen gedefinieerd als de waarschijnlijkheid van een overstroming en de omvang van de gevolgen. De gevolgen van de overstroming hangen af van de kwetsbaarheid en worden uitgedrukt in termen van economische schade.

Aldus bestaat de methode om het risico te bepalen uit een analyse van **het hydraulische systeem** en een analyse van de **economische overstromingsschade** voor de betreffende overstroming.

De globale aanpak is als volgt:

1. Eerst worden er via een **hydrologische analyse** verschillende overstromingsgebeurtenissen onderscheiden. Voor iedere herhalingsstijd wordt het overstromingsdebiet  $Q$  geanalyseerd. Hoe minder frequent de overstroming voorvalt, hoe hoger de afvoer.
2. Vervolgens wordt een hydraulisch gemodelleerd om **de gevolgen** van de verschillende overstromingen in termen van **overstroomde zone** en **waterniveau van de overstroming** in te schatten. Op basis van dit modelleerproces worden er verschillende kaarten opgesteld van het overstromingsgebied voor verschillende overstromingsgebeurtenissen.
3. Ten derde worden de **economische activa** binnen het overstromingsgebied vastgesteld voor een bepaalde overstroming en wordt de verwachte schade aan deze activa ingeschat.
4. Ten slotte worden de kosten door de schade van de verschillende terugkerende periodes gecombineerd met de waarschijnlijkheid van optreden om het geraamde risico af te leiden (in euro per jaar).

[Actie 3](#) van het AMICE-project maakte het mogelijk om een **internationale hydrologische analyse** van de impact van klimaatverandering op  $Q_{100}$  te ontwikkelen. **Overstromingsscenario's** werden **ge- raamd voor twee tijdperiodes (FSI en FSII)**:

- **FSI, voor de periode 2021-2050: een verwachte** stijging in  **$Q_{100}$ -waarden** van **+15%**,
- **FSII, voor de periode 2071-2100: een verwachte** stijging in  **$Q_{100}$ -waarden** van **+30%**.

Vervolgens werd er dankzij [Actie 6](#) van het AMICE-project een **transnationaal hydraulisch model** ontwikkeld dat het mogelijk maakt om een globale kaart te schetsen van het overstroomd gebied in het Maasbekken voor de 2 scenario's. De logische volgende stap die uitgevoerd moest worden voor de bepaling van de impact van toekomstige overstromingen was om de **economische activa en daarmee samenhangende potentiële schade in het overstromingsgebied te bepalen**.

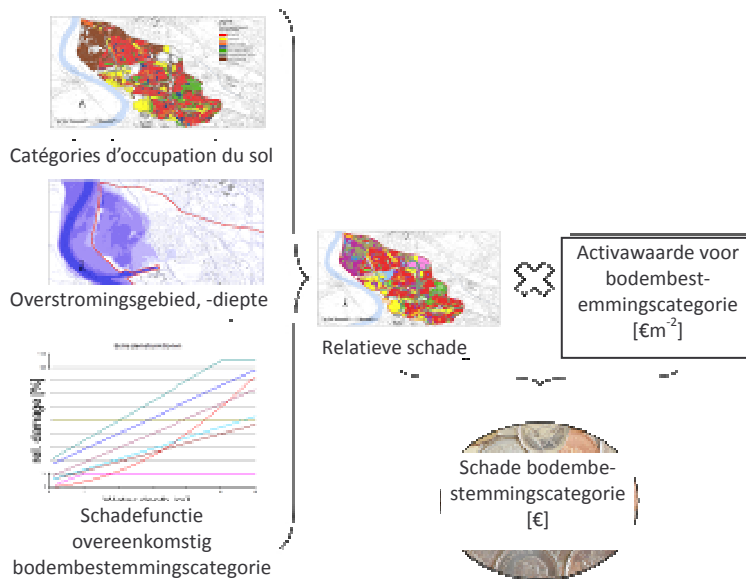
### **... en grondbeginselen van economische schadebepaling**

De potentiële schade bij benadering in een overstromingsgevoelig gebied wordt berekend door rekening te houden met volgende zaken:

- **de landgebruik categorie:** woningen, wegen, andere infrastructuur, bos, velden, natuurgebied, enz.
- **de specifieke waarde van activa:** kosten van de woning, inkomsten van een veld van 1 ha met graangewassen, enz.
- **en de schadefunctie voor elke categorie** (relatieve schade), die voornamelijk afhangt van de diepte van de overstroming. De kosten die gemaakt worden om bijvoorbeeld een huis te herstellen dat 0,5 m overstroomd is, ligt lager dan de kost om een huis te herstellen dat 1 m overstroomd is. Als een veld vlak voor de oogst overstroomd, ongeacht het waterniveau, dan betekent dat 100% productieverlies.

De **gehele benaderde potentiële schade in een overstroomd gebied** is de **som van alle overstromingsschade van alle categorieën**.

Figuur 1 stelt de verschillende data en parameters voor die gecombineerd worden in de risicoberekening.



Figuur 1: Combinatie van in te voeren parameters in de risicoberekeningsmethode van AMICE.

## Geharmoniseerde transnationale aanpak voor overstromingsschade

De aanpak voor risicoberekening en schadebepaling bestaat reeds in de vier landen van het Maasgebied. De methodologische details verschillen echter aanzienlijk. De grote verschillen in de beoordeling van overstromingsschade hebben betrekking op de schadecategorieën die gebaseerd zijn op de beschikbare landgebruik gegevens, de analyseschaal, schadefuncties en activawaarden. Binnen Actie 7 werd **een gemeenschappelijke transnationale overstromingsaanpak** ontwikkeld om homogene en vergelijkbare resultaten op schaal van het Maasbekken te verkrijgen.

De harmonisering van de regionale manieren om overstromingsschade aan te pakken gebeurde in drie stappen om de **gemeenschappelijke AMICE-aanpak te ontwikkelen**:

1. CORINE Land Cover werd gekozen aangezien het het volledige Maasbekken bestrijkt met een consistente gegevens. Schadefuncties zijn beschikbaar voor specifieke landgebruik categorieën van alle AMICE-partners. De gegevens worden geaggregeerd tot **5 AMICE-schadecategorieën**: wonen, industrie, verkeer, landbouw, bos.
2. Transnationale verschillen door het gebruik van regionale schadefuncties werden vermeden door het verbinden van de betreffende schadecategorieën met **gemeenschappelijke AMICE-schadefuncties**.
3. De monetisatie werd vervolgens gerealiseerd door **regionale activawaarden op het prijsniveau van 2009**. In het geval dat er regionale activawaarden ontbraken, werd er beslist om dit op te vullen met aangepaste Duitse activawaarden.

Parallel werden er gedeeltelijk gemeenschappelijke en regionale aanpakken ontwikkeld om overstromingsrisico's in te schatten d.m.v. specifiekere invoer. Deze invoer is niet altijd consistent beschikbaar voor het hele Maasbekken. De aanpakken en overeenkomstige resultaten worden niet gedetailleerd in deze samenvatting, maar kunnen gevonden worden in het technische rapport.

## Risicoresultaten en -analyse

De gemeenschappelijke transnationale methodologie voor schadeweging, opgebouwd dankzij AMICE-actie 7, leidde tot een economische bepaling van de impact van klimaatverandering, zowel op algemene schaal voor het Maasbekken, als op regionale schaal.

Eerst werden op schaal van het bekken de volgende gegevens berekend:

- globale schadetoename door klimaatverandering voor de twee periodes die bepaald werden in Actie 3,
- bijdrage van elke regio van het Maasbekken aan de totale toename,
- impact van klimaatverandering op de economische schade voor elk traject van de Maas.

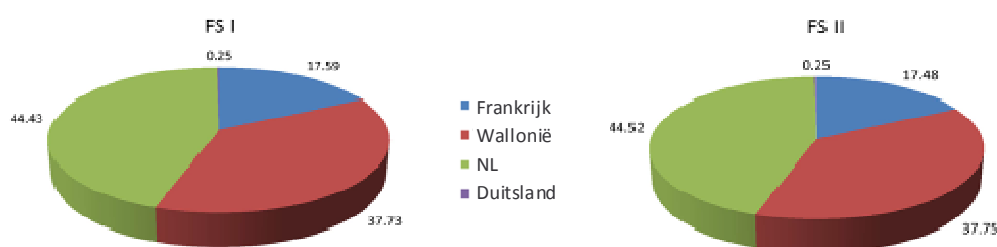
Op lokaal niveau werd voor elke regio van het Maasbekken de volgende informatie beoordeeld:

- verdeling van de bodembestemming in het regionale deel van het bekken en in het overstromingsgebied,
- toename van potentiële schade door klimaatverandering voor elke grondbestemmingscategorie,
- bijdragen van specifiek risico per traject aan de totale toename m.b.t. de rivierlengtes.

### Transnationale risicoresultaten

De impact van de klimaatverandering voor medio en eind 21ste eeuw, in vergelijking met de huidige toestand, wordt weergegeven.

Informatie over de **verdeling van het overstromingsrisico in het Maasbekken per regio** wordt getoond in Figuur 2. Volgens die figuur wordt **een verandering in de regionale bijdrage aan de risicotoenamen in de toekomstige scenario's niet verwacht**.



Figuur 2: Regio's in het Maasbekken en hun aandeel in de totale risicotoenamen

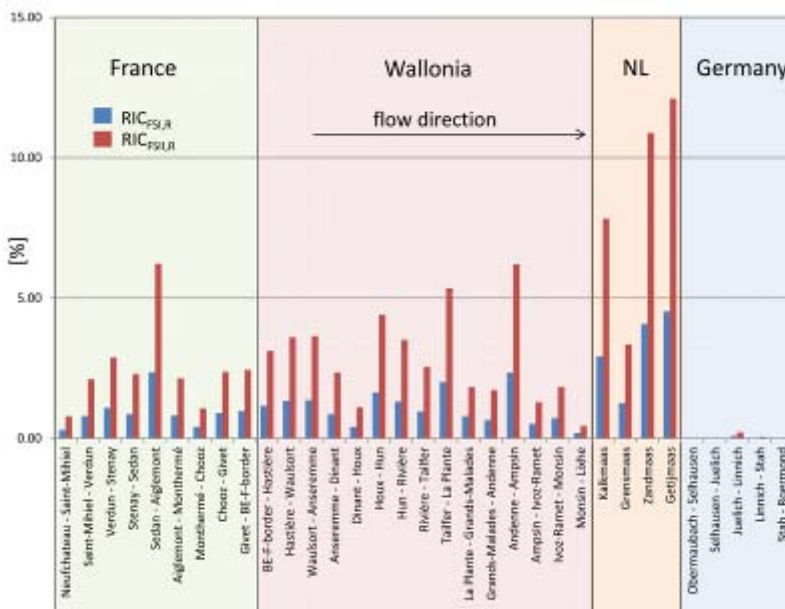
De **bijdrage van elke regio aan de risico ontwikkeling neemt toe van bron naar monding**. Dit is een vaak vastgesteld fenomeen ten gevolge van bredere en ondiepere overstromingsgebieden in de benenloop met dichter bevolkte gebieden, waardoor er een hogere potentiële economische overstromingsschade ontstaat.

Om een gedifferentieerder beeld te krijgen van de overstromingsrisicoverdeling binnen het bekken, wordt de economische overstromingsschade in elk land berekend voor geselecteerde trajecten van de Maas en de Roer.



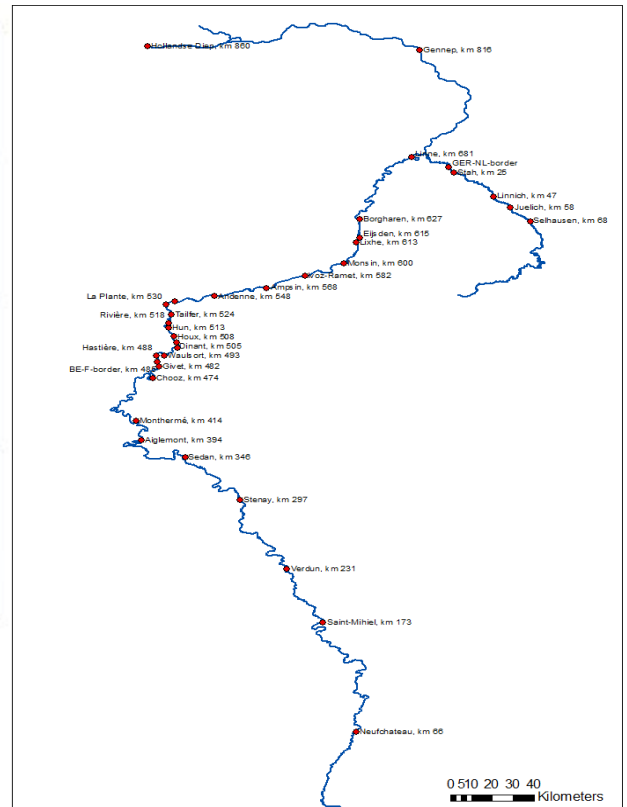
De geselecteerde trajecten verschillen aanzienlijk in rivierlengtes. Het is dus hoogst waarschijnlijk dat een relatief lang traject meer bijdraagt aan de totale risicotoename dan een kort traject. Om deze bias tegen te gaan, worden de risicoramingen voor de verschillende trajecten gerelateerd aan de lengtes van het specifieke traject. De gevoeligheid van de verschillende trajecten op de toekomstige overstromingen worden geïllustreerd als de **specifieke bijdrage van toegenomen risico** m.b.t. de rivierlengtes (Figuur 3).

**Zelfs bovenstreams en in het middelste deel van de Maas vertonen verscheidene trajecten een aanzienlijke bijdrage aan de toename van het overstromingsrisico**, zoals het traject Sedan-Aiglemont in Frankrijk, waar de stad Charleville-Mézières ligt. In Wallonië toont het traject Andenne-Ampsin, waar de stad Huy en deelgemeente Tihange liggen, de hoogste bijdrage in termen van specifieke risicotoename, daar waar de maximale toename in schade voor de periode 2071-2100 is voorzien voor het traject Ivoz-Ramet-Monsin, waar de stad Luik ligt. Evengoed is er een trend van stijgende risicobijdragen van bron naar monding herkenbaar. Voor de zijrivieren van de Roer is de schade beperkt en de relatieve bijdrage aan het totale risico te verwaarlozen.



Figuur 3: Bijdragen van specifiek risico per traject aan de totale risicotoename van de 2 scenario's (Maas en Roer);

$RIC_{FSI,R}$  betekent: bijdrage risicotoename voor overstromingsscenario I, vergeleken met de rivierlengte

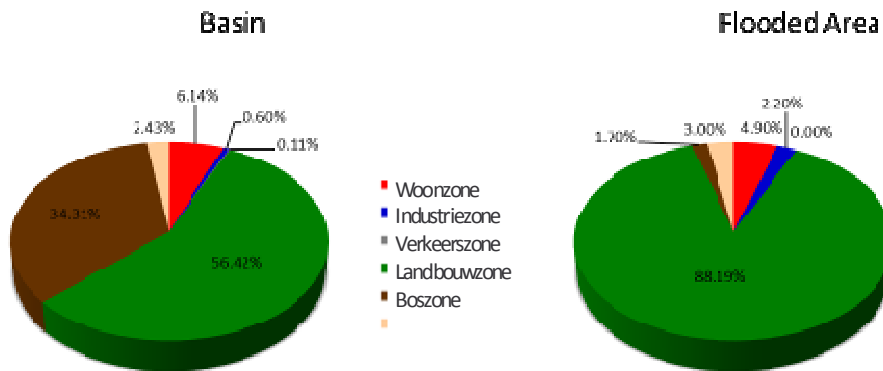


## Economische overstromingsschade en resultaten risico per regio

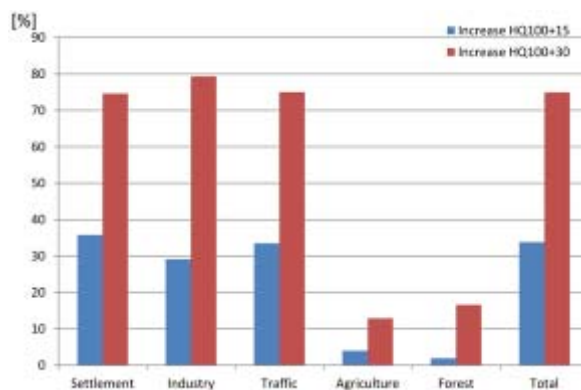
De regio's van het Maasbekken worden in het bijzonder in beschouwing genomen. Dit betekent dat de bijdrage van specifieke trajecten verbonden is met de toename van het overstromingsrisico van de betreffende regio. **Daarbij wordt een evaluatie van de regiospecifieke reacties op de toekomstige risicotoenames gegeven, onafhankelijk van de andere regio's. Hoewel beslissingen inzake aanpassingsmaatregelen van transnationale relevantie zijn, moet er bij de transnationale belangen ook rekening gehouden worden met de regionale belangen.**

## Frankrijk

Het Franse deel van de Maas bestaat voornamelijk uit landbouw en bos. Maar als we de overstromingsgevoelige zone van een  $Q_{100}$  beschouwen, neemt het aandeel van bosgebied af, daar waar de landbouwzone van een overstroomd gebied een enorme oppervlak inneemt, tot wel 88% (zie Figuur 4).



Figuur 4: Verdeling van het CORINE Land-gebruik in Frankrijk



Figuur 5: Toename van economische overstromingsschade per categorie (Franse regio)

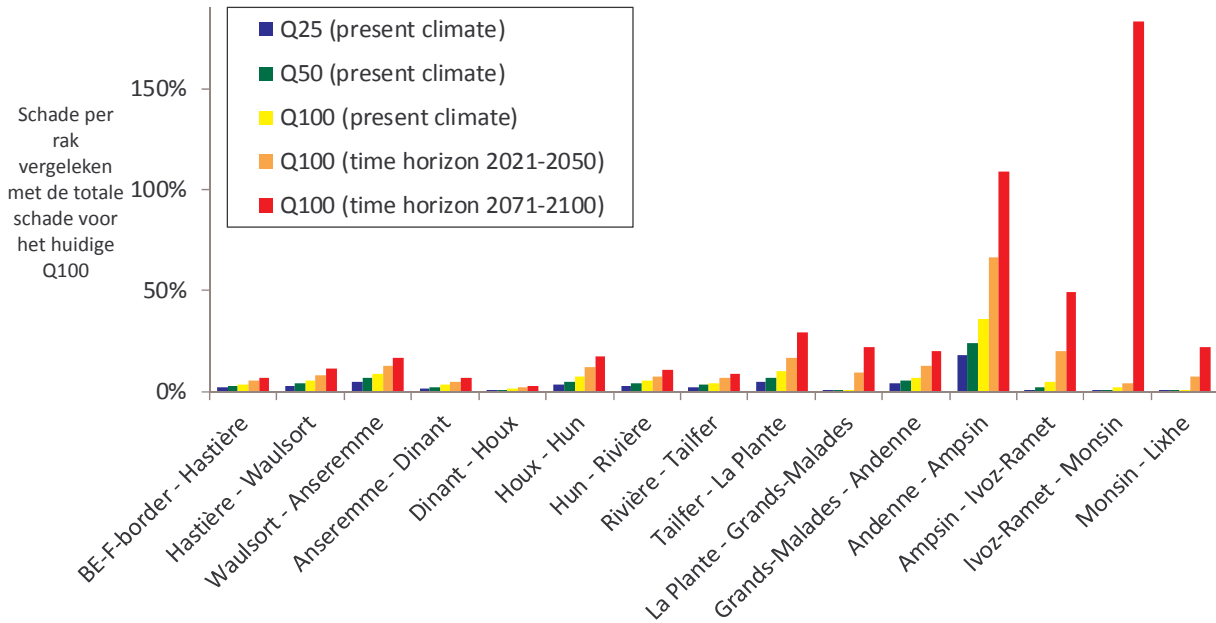
In termen van economische overstromingsschade resulteren de debieten van een  $Q_{100+15\%}$  (herhalingsperiode van 100 jaar tussen 2021-2050) en een  $Q_{100+30\%}$  (herhalingsperiode van 100 jaar tussen 2071-2100) respectievelijk in een toename van 30% en 70%. De categorieën wonen en industrie dragen in de grootste mate bij, daar waar de landbouwsector de kleinste invloed heeft ondanks de ruime verspreiding in de overstromingszone (Figuur 5).

Wat de bijdragen van specifieke trajecten betreft aan de totale toename in vergelijking met de rivierlengtes (Figuur 3), de meest getroffen sectie ligt tussen de steden Sedan en Aiglefont, een gebied dat voornamelijk geïndustrialiseerd en verstedelijkt is, met inbegrip van de stad Charleville-Mézières.

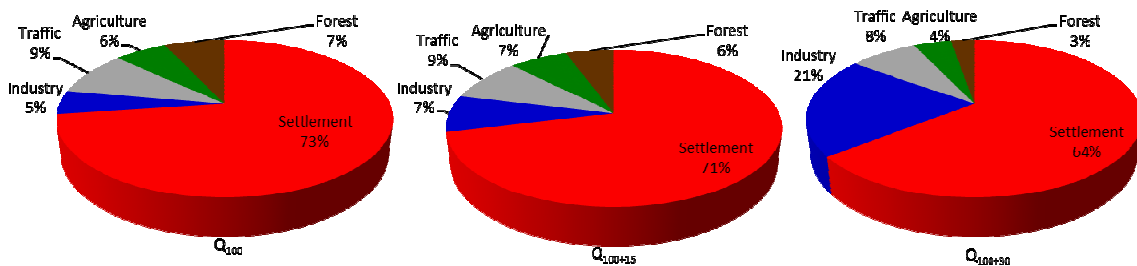
## Wallonië

Een toename van de totale overstromingsschade van 135% door de  $Q_{100+15\%}$  en een toename van 365% door de  $Q_{100+30\%}$  wordt geschat. Het gebied dat de stad Luik bevat, is veruit het gevoeligst voor de tijdperiode 2071-2100 (Figuur 6).

Wonen is de voornaamste schadecategorie in alle bestudeerde scenario's. Desalniettemin zorgt een grote stijging van de economische overstromingsschade in de industriële categorie voor een verandering in de bijdrage van elke categorie aan de totale overstromingsschade in de regio (Figuur 7).



Figuur 6: Schade per traject genormaliseerd met de schade in overeenstemming met  $Q_{100}$  in het huidige klimaat.



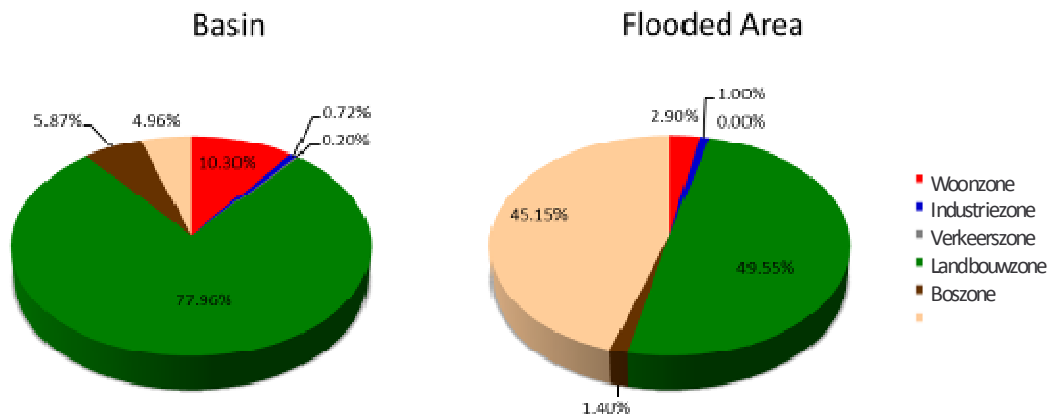
Figuur 7: Verdeling van economische overstromingsschade volgens schadecategorieën in Wallonië

## Vlaanderen

De Vlaamse regio heeft voornamelijk landbouwgrond (78%), daar waar de overstromde zone een belangrijk deel gemengd bodemgebruik bevat.

Enkel de stad Maaseik heeft aanzienlijke woongebieden in het overstromde gebied. De toenames door de  $Q_{100+15\%}$  en  $Q_{100+30\%}$ -gebeurtenissen bedragen respectievelijk 100% en 160%. Wonen is de meest getroffen schadecategorie, wat ook de overstromingsgebeurtenis is.



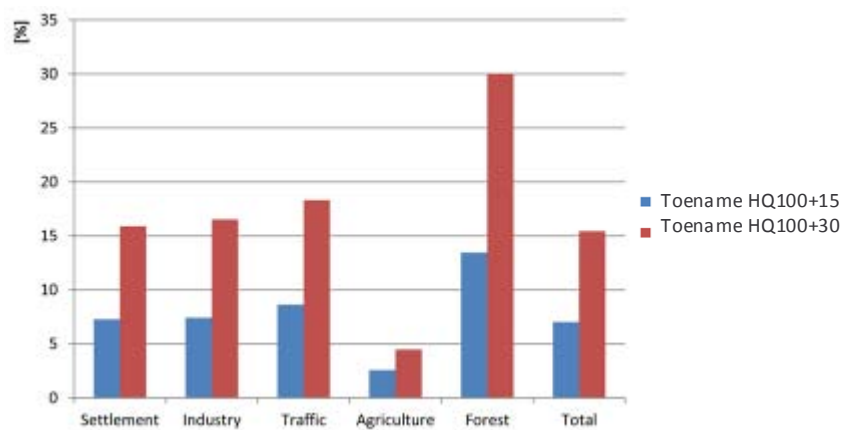


Figuur 8: Verdeling van het CORINE Land-gebruik in Vlaanderen; (Links) Regio; (Rechts) Overstroomde zone bij een  $Q_{100}$

**Nederland**

Landbouw is heeft het grootste aandeel met 65% van het Nederlandse deel van het bekken. Industrie en wonen zijn de twee categorieën die het meest zullen bijdragen aan de totale overstromingsschade. De verdeling van economische overstromingsschade per categorie is redelijk gelijklopend voor alle scenario's.

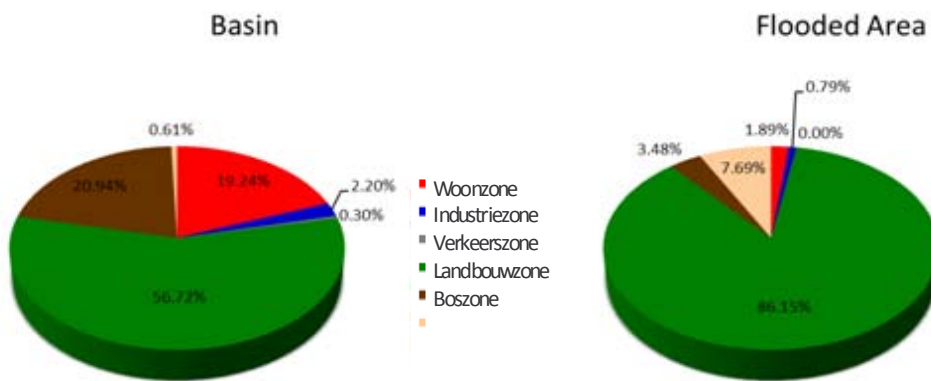
De toename van de totale overstromingsschade bedraagt 7 % voor een  $Q_{100+15\%}$  en 15 % voor een  $Q_{100+30\%}$ . Het traject Zandmaas, met de grote steden Roermond en Venlo, en het traject Geijmaas tot aan de monding van de rivier, worden het meest getroffen door klimaatverandering (zie Figuur 9).



Figuur 9: Toename van economische overstromingsschade volgens categorie (NL)

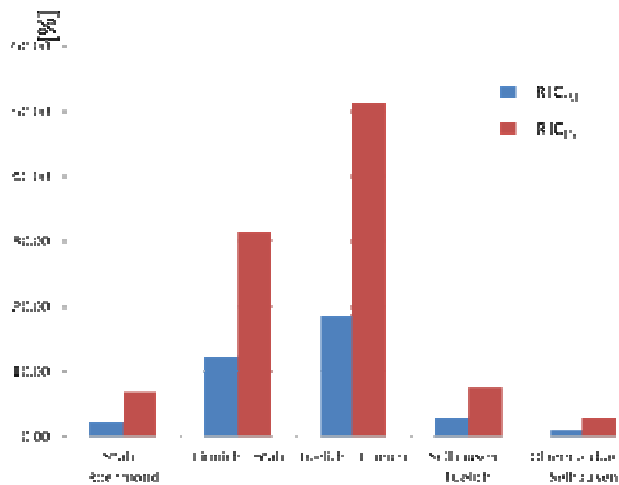
**Duitsland (Roerbekken)**

Het landgebruik in Roerbekken is voornamelijk (56%), bos (20%) en wonen (19%). Kijken we naar de overstromingsgevoelige zone ( $Q_{100}$ ), dan neemt het aandeel landbouw toe tot 86%, wat een lagere kwetsbaarheid voor overstromingstoenames betekent (Figuur 10).



Figuur 10: Verdeling van het CORINE Land-gebruik in het Roerbekken; (Links) Regio; (Rechts) Overstroomde zone bij een  $Q_{100}$

Door ernstigere overstromingen in de toekomst wordt een verandering in de verdeling van getroffen schadecategorieën verwacht. Het opmerkelijkst is de toename in de industriële sector (van minder dan 2% nu, naar ongeveer 45% bij een  $Q_{100+30\%}$ -overstroming). Het traject gelegen tussen Juelich en Linnich draagt het meeste bij tot de toename van het overstromingsrisico (Figuur 11, relatieve rivierlengte).



Figuur 11. Bijdragen van risico per traject aan de totale toename voor de 2 scenario's in het Roerbekken

## Geselecteerde kritieke gebieden

In elk land werden er strategische hot spots gekozen om de economische impact van klimaatverandering en daaruit resulterende overstromingen te analyseren.

**In Frankrijk werden** de steden Givet en Charleville-Mézières ernstig getroffen door de overstroming van 1995. Na deze gebeurtenis werden er beschermingsvoorzieningen gebouwd (muren, dijken, inkortingen, dynamisch retentiebekken...). Volgens het extreem natte AMICE-scenario echter, **zullen de gebouwde beschermingsvoorzieningen onvoldoende blijken ter bescherming van de twee steden.**

Wat **Wallonië** betreft, is Luik, de grootste stad, momenteel beschermd tegen een om de 100 jaar terugkerende overstroming. De simulaties toonden aan dat de overstroomde zone zal toenemen naarmate de klimaatveranderingsscenario's ernstiger worden, als de beschermingsvoorzieningen overstromen.

Het geselecteerde kritieke punt langs de **Nederlands-Vlaamse grens** betreft de Grensmaas. Omdat er geen rekening wordt gehouden met dijkbreuk en overstromen van dijken, vertonen de overstromingskaarten weinig verschil in de overstroomde zones. Hoewel de uitbreiding van de overstroomde zone nauwelijks zal veranderen door de klimaatverandering, zullen de waterdieptes toch significant toenemen.

Voor Duitsland, ten slotte, ziet het dorp **Ophoven** in het stroomafwaartse deel van de Roer, dat altijd al kwetsbaar was voor overstromingen, de situatie alleen maar slechter worden.

## Conclusies

Via Actie 7 van het AMICE-project werd er een **gemeenschappelijke transnationale berekeningsmethode voor overstromingsschade** ontwikkeld die het mogelijk maakte om een consistente beoordeling te maken voor het overstromingsrisico in het hele rivierbekken. De verandering van de verschillende regionale aanpakken in één consistente, transnationale aanpak met focus op het Maasbekken werd bereikt via een harmonisering van landgebruik klassen, schadefuncties en activawaarden.

De ontwikkelde transnationaal geldende schadeaanpak werd toegepast op de regio's van het Maasbekken. **Beschouwen we het gehele Maasbekken, dan neemt het overstromingsrisico voor de periode FSI (2021-2050) toe met 150 % en met 390 % voor de periode FSII (2071-2100).**

**Over het algemeen hebben de resultaten aangetoond dat er een toename van het toekomstige overstromingsrisico wordt verwacht.** Afgaande op de gevoerde analyses op regionale schaal zien we verder ook dat de uitdagingen voor elke regio aanzienlijk verschillen afhankelijk van het landgebruik van het getroffen gebied.

De ontwikkeling van een gemeenschappelijke transnationale aanpak voor risicoanalyse heeft voor een intensieve uitwisseling van kennis tussen de landen gezorgd. In navolging van de Europese overstromingsrichtlijn (2007/60/EC), die een geïntegreerde overstromingsrisicobeoordeling vraagt op de schaal van het bekken, moet de voornoemde uitwisseling van kennis geïntensifieerd worden in de toekomst. Dit zal helpen om de bestaande regionale methodologieën te verbeteren en om oplossingen te vinden voor transnationale aanpak in het stroomgebied.

Titel	Bepaling van de impact van toekomstige overstromingen op de economie in het transnationale Maasstroomgebied.  Rapport WP1 - Actie 7
Auteurs	Sinaba B., Huber N., Fournier M., Bauwens A., Buiteveld H., Brede R., Deckers P., Degré A., De Keizer O., Detrembleur S., Dewals B., Guilmin E., Hissel F., Kufeld M., Marmisse C., Pirotton M., Pontegnie D. Schüttrumpf H., Vanneuville W and Ward P.
Datum	13/11/2012
Hoofdpartner	EPAMA
Betrokken partners	IWW-RWTH, LFI-RWTH, CETMEF, ULg-HECE, ULg-Gx-ABT, FHR, RWS
Werkpakket	1
Actie	7

### AMICE Adaptation of the Meuse to the Impacts of Climate Evolutions

is een Noordwest-Europees project van INTERREG IVB (nummer 074C).

Klimaatverandering treft het Maasbekken, waardoor er meer overstromingen en droogteperiodes zullen ontstaan. De rivierbeheerders en waterdeskundigen van de 4 landen van het Maasbekken bundelen hun krachten in dit transnationale project, gesteund door de EU, om een innovatieve en duurzame aanpassingsstrategie uit te werken. Het project loopt van 2009 tot 2012. Voor meer informatie over het project surft u naar: [www.amice-project.eu](http://www.amice-project.eu)

### Het INTERREG IV B NwE -programma

Het Programma financiert innovatieve transnationale acties die tot een beter beheer van natuurlijke bronnen en risico's, tot de verbetering van communicatiemiddelen en tot de versterking van de gemeenschappen in Noordwest-Europa leiden.

Voor meer informatie over het programma surft u naar: [www.nweurope.eu](http://www.nweurope.eu)

