

Protection alternative des berges avec des techniques végétales en Allemagne

– Investigations in situ
à Stolzenau sur la Weser

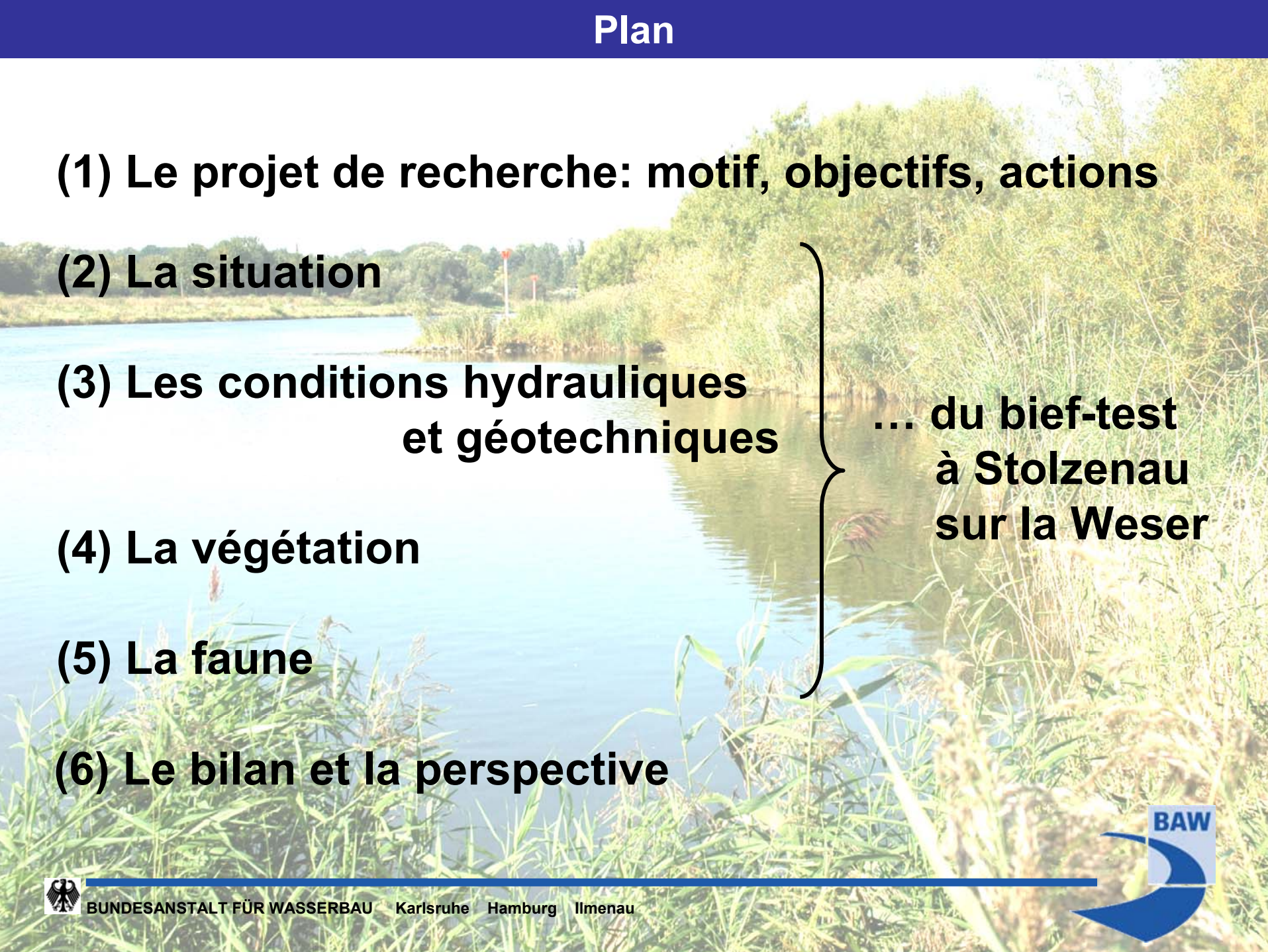
Dr.-Ing. Renald Soyeaux

*Les 7^{èmes} journées scientifiques et techniques du CETMEF
8 – 10 décembre 2008, Paris*



BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe Hamburg Ilmenau



- 
- (1) Le projet de recherche: motif, objectifs, actions
- (2) La situation
- (3) Les conditions hydrauliques
et géotechniques
- (4) La végétation
- (5) La faune
- (6) Le bilan et la perspective
- ... du bief-test
à Stolzenau
sur la Weser

Projet de recherche : Participants



*Institut Fédéral allemand d'Études
et de Recherches des Voies Navigables*



Institut Fédéral allemand d'Hydrologie

**Géotechnique
+
Hydraulique**

BAW - G 4
Travaux de
terrassement et
protection des berges

BAW - W 4
Interaction bateau /
voie navigable,
études en nature

BfG - U 3
Études végétation,
gestion du paysage

BfG - U 4
Faune et écologie

**Végétation
+
Faune**

Offices des
eaux et de la
navigation

Consultants
techniques

Consultants
en biologie



Projet de recherche : Motifs

Codes de bonne pratique

normes de construction

filtres granulaires

géotextiles

scellement

Protection technique des berges

Directives (p. ex.)

DIN EN 13383: pierres de l'enrochement

Méthode de calcul

GBB (BAW Bull. d'Inf. No. 87)
dimensionnement pour les protections des berges

Protection alternative des berges

Biefs-tests

Neckar, Rhin, Weser, ...

Projets (p. ex.)

voie navigable de la basse Havel

Protection de la nature

habitats d. l. faune et d. l. flore

réserves naturelles

zones protégées

Lois (p. ex.)

DCE - Dir. Cad. Europ. EAU

Proj. de Rech.



Projet de recherche : Approche

(1) Enquête sur les biefs-tests de WSV (2004/05)

(2) Quête de littérature internationale (→ 2005)

env. 160 biefs-tests

1^{er} rapport
mai 2006



www.baw.de:
portail spécialisé



Projet de recherche : Enquête

**Digue longitudinale
végétalisée**



**Palissade double
avec tressage et
remplie avec
des pierres**



Fascines



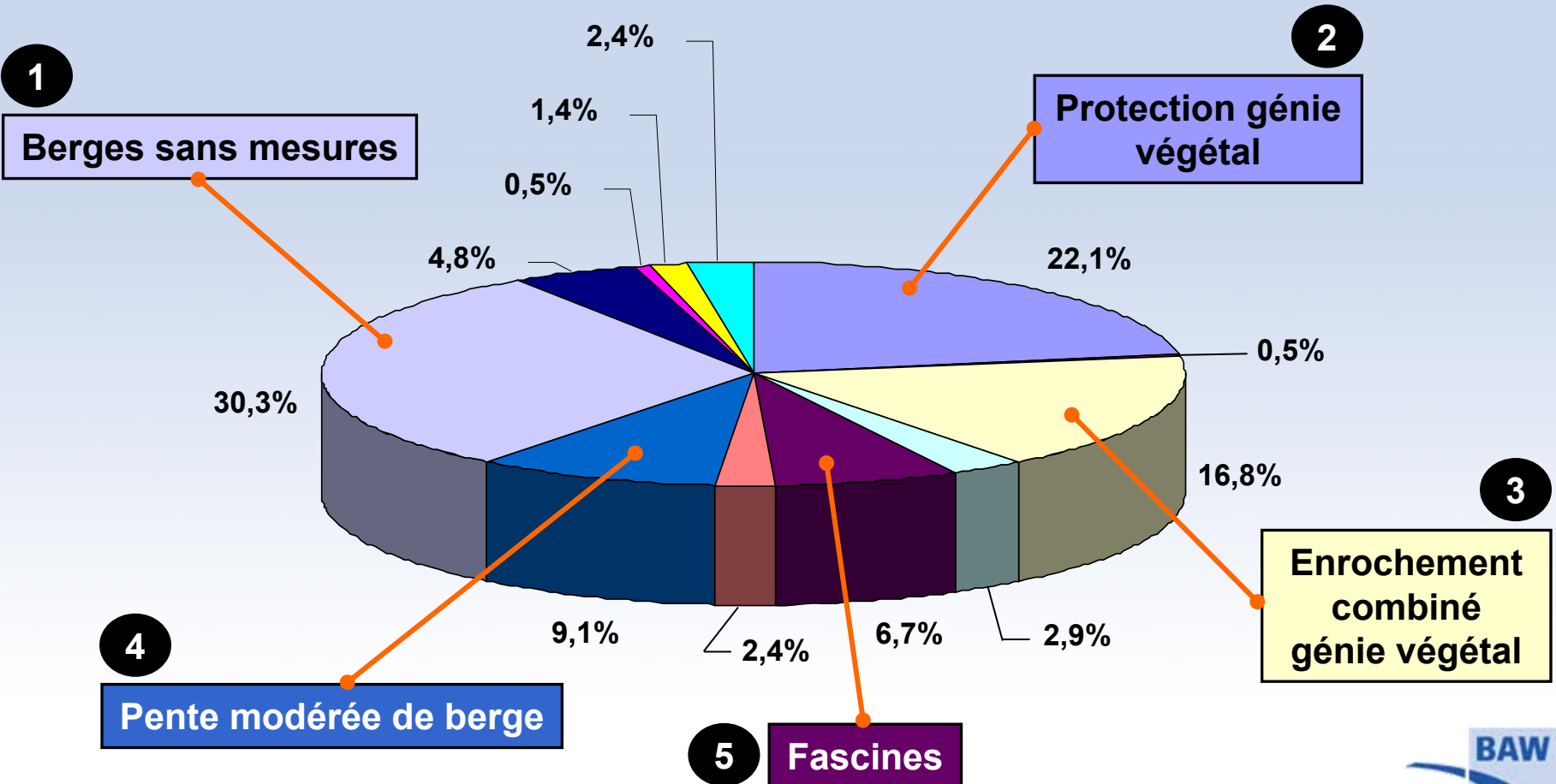
**Géonattes
pré-végétalisées**



Projet de recherche : Enquête

Statistique

- Données statistiques: 208 mesures à 160 biefs-tests
- Mesures classées en 12 groupes
- Distribution selon les pourcentages



Projet de recherche : Approche

(1) Enquête sur les biefs-tests de WSV (2004/05)

(2) Quête de littérature internationale (→ 2005)

env. 160 biefs-tests

1^{er} rapport
mai 2006



www.baw.de:
portail spécialisé

(3) Investigations en détail
sur les biefs-tests sélectionnés (2005 →)

- **Stolzenau / Weser**
- Mittellandkanal (canal ouest - est près de Hannover)
- remblai parallèle à Walsum-Stapp / Rhin

2^{ème} rapport
Stolzenau/Weser
10 / 2008



Projet de recherche : Approche

(1) Enquête sur les biefs-tests de WSV (2004/05)

(2) Quête de littérature internationale (→ 2005)

env. 160 biefs-tests

1^{er} rapport
mai 2006



www.baw.de:
portail spécialisé

(3) Investigations en détail
sur les biefs-tests sélectionnés (2005 →)

- **Stolzenau / Weser**
- Mittellandkanal (canal ouest - est près de Hannover)
- remblai parallèle à Walsum-Stapp / Rhin

2^{ème} rapport
Stolzenau/Weser
10 / 2008



(4) Installation de biefs-tests innovants (*idée*)

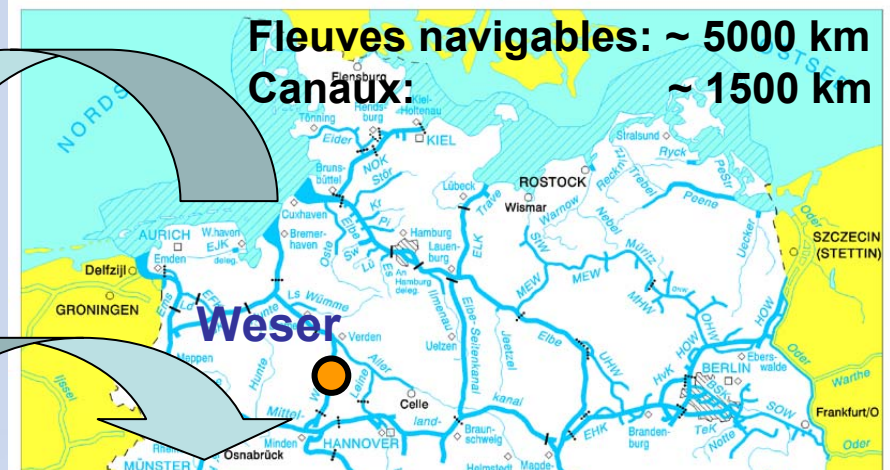
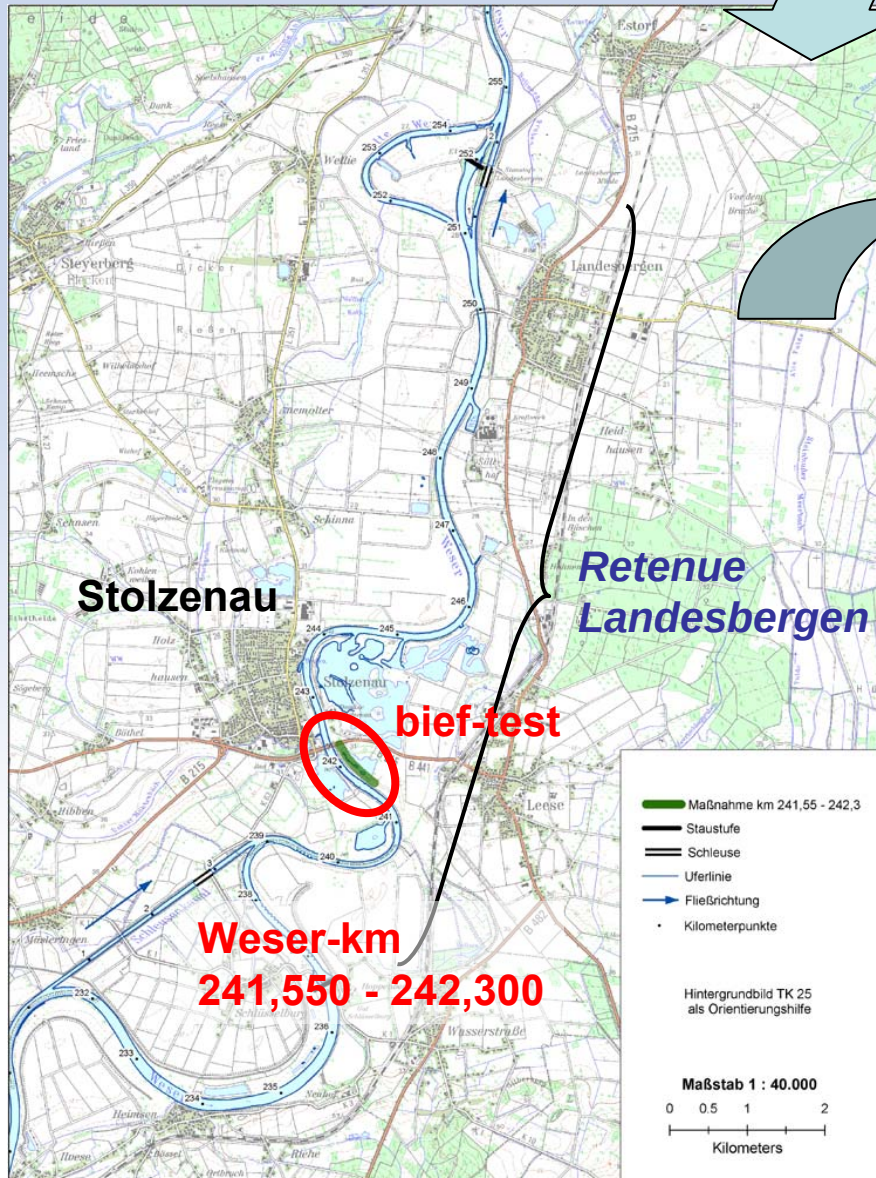
(5) Formulation de recommandations (*objectif*)

Perspectives d'avenir



Stolzenau / Weser : Situation

Localisation du bief-test



Stolzenau / Weser : Situation

État 1988



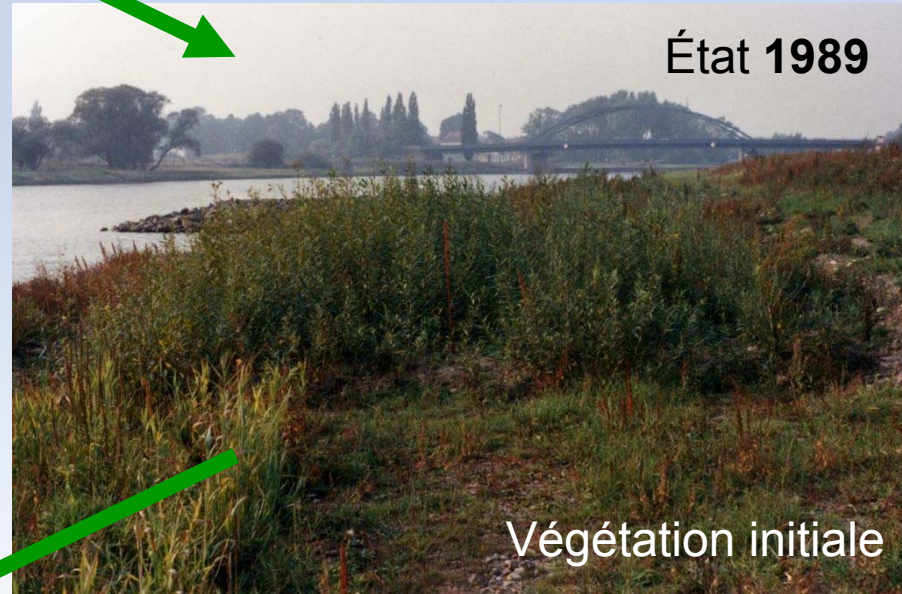
Pâturage intensif

État de la berge

... avant la modification, ...

... peu après ...

État 1989



Végétation initiale

État 2006



Buisson de saules

... et aujourd'hui

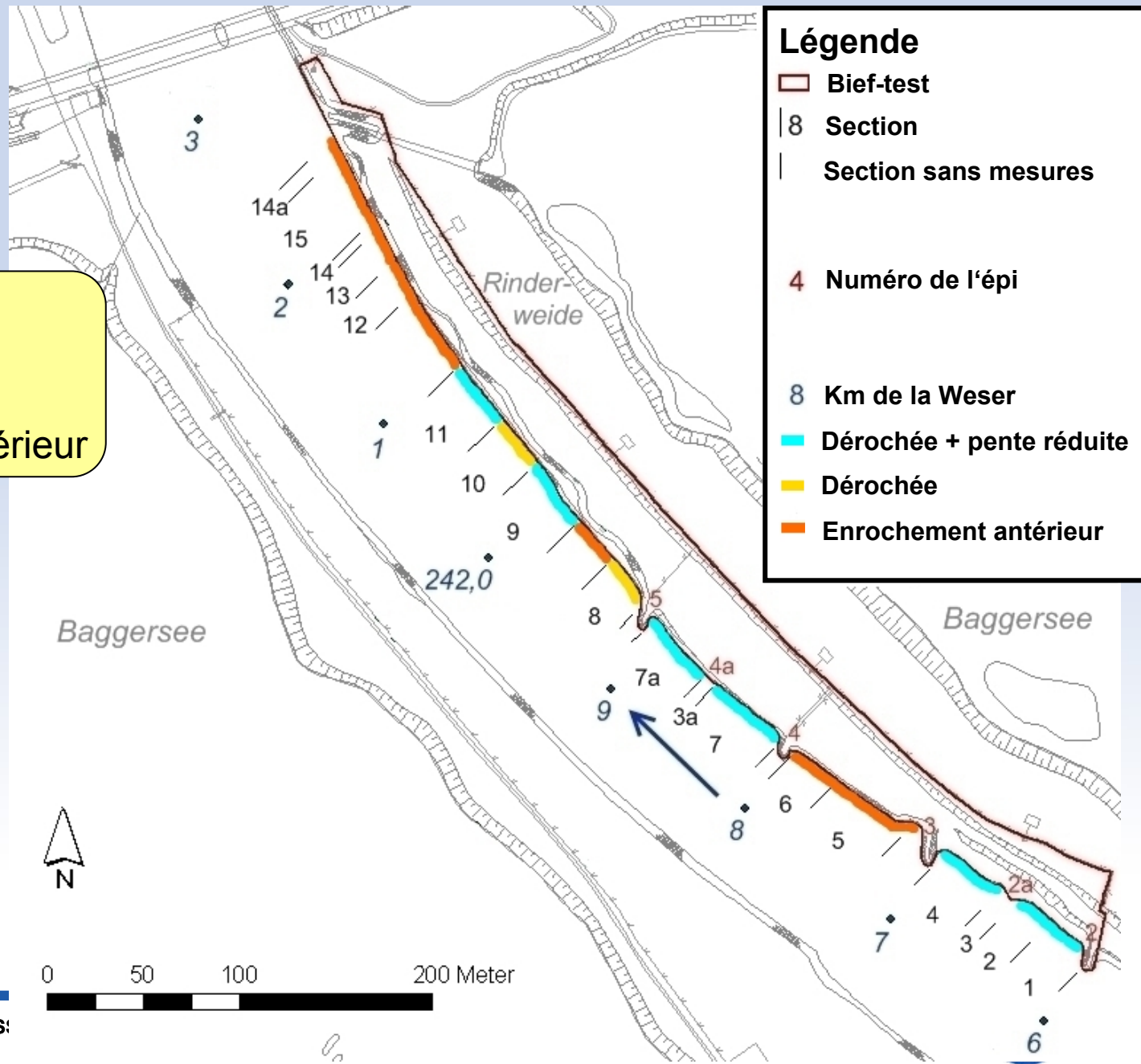


Stolzenau / Weser : Mesures

Sectorisation et mesures

Berge (750 m)

- dérochée
- pente réduite
- enrochement antérieur



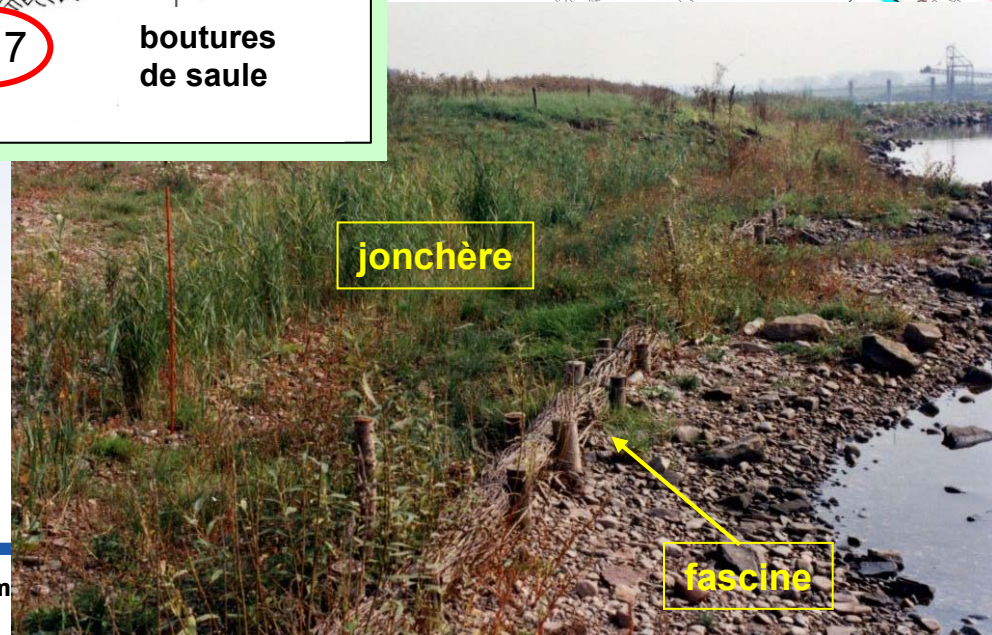
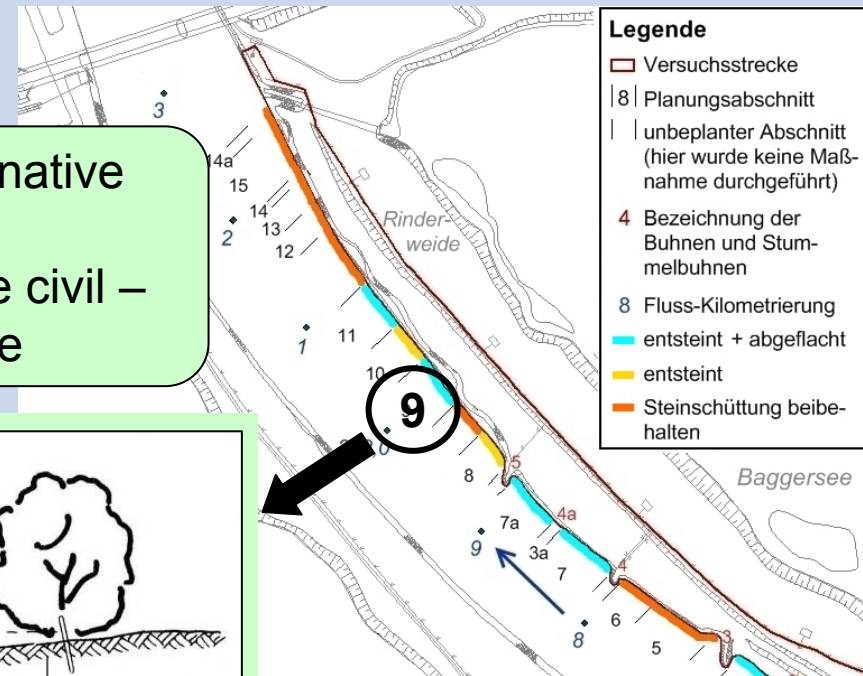
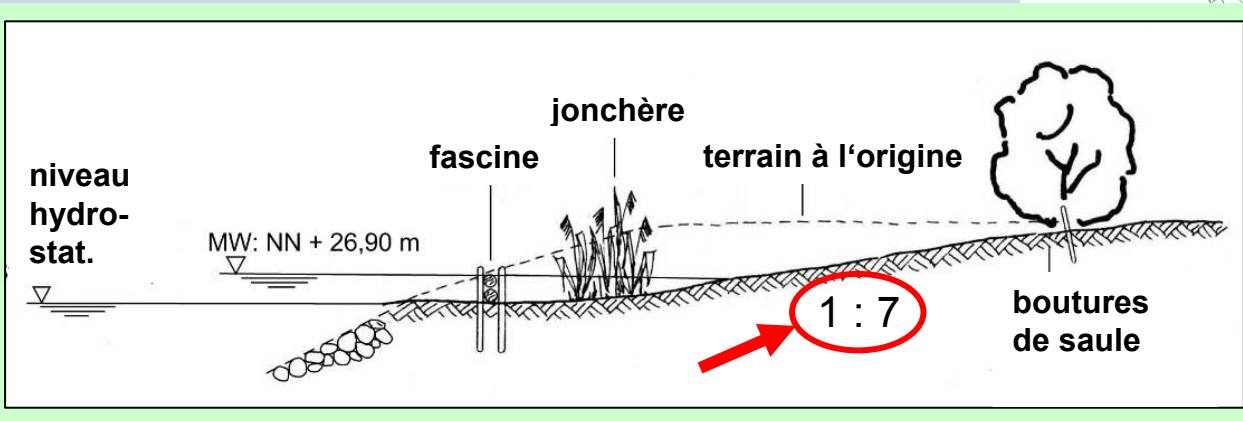
Sectorisation et mesures

Berge (750 m)

- dérochée
- pente réduite
- enrochement antérieur

+

Protection alternative
des berges
combinée génie civil –
génie biologique



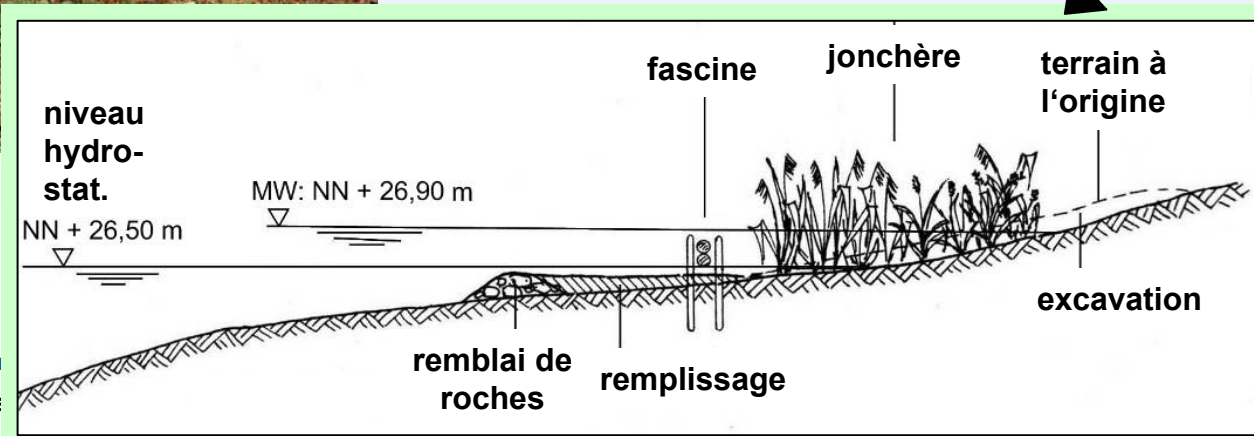
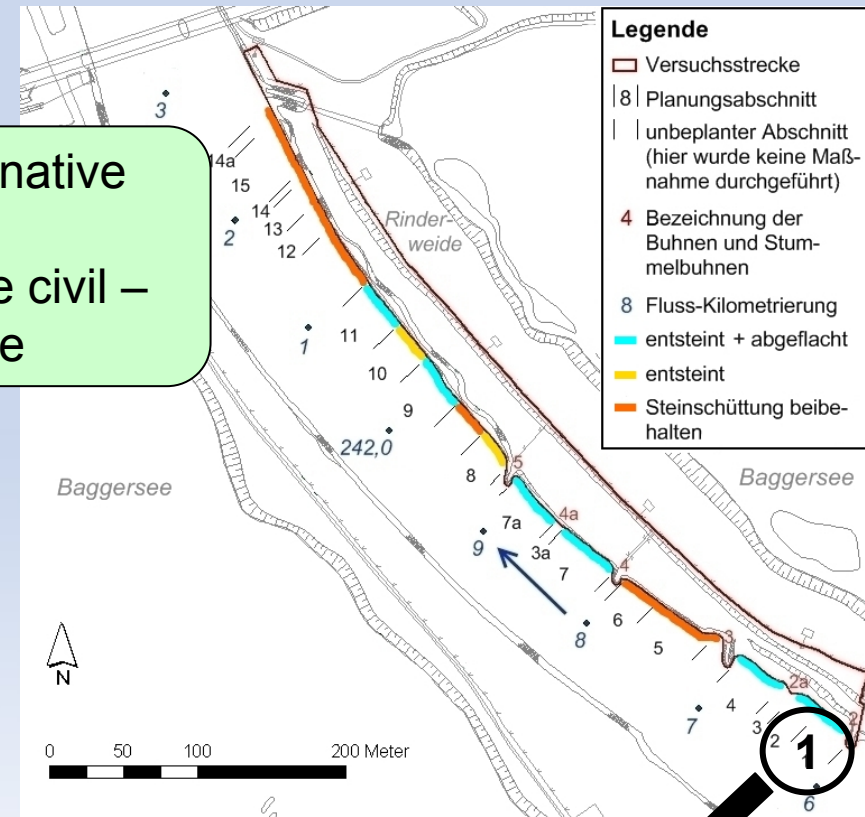
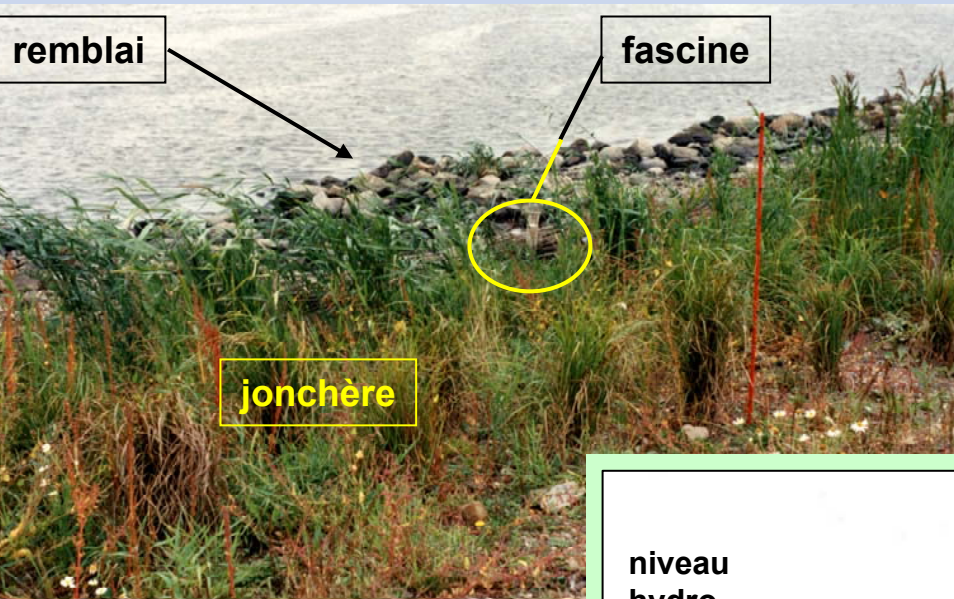
Sectorisation et mesures

Berge (750 m)

- dérochée
- pente réduite
- enrochement antérieur

+

Protection alternative
des berges
combinée génie civil –
génie biologique



Géometrie

pente de berge, profondeur d'eau, franc-bord, ...

Conditions géotechniques

type de sol, épaisseur de stratification, consistance, eau souterraine, ...

Végétation

types, diversité et état des plantes,

Faune

types et diversité des animaux, ...

Observation de la navigation

nombre de bateaux, vitesse, distance bateau - berge, ...

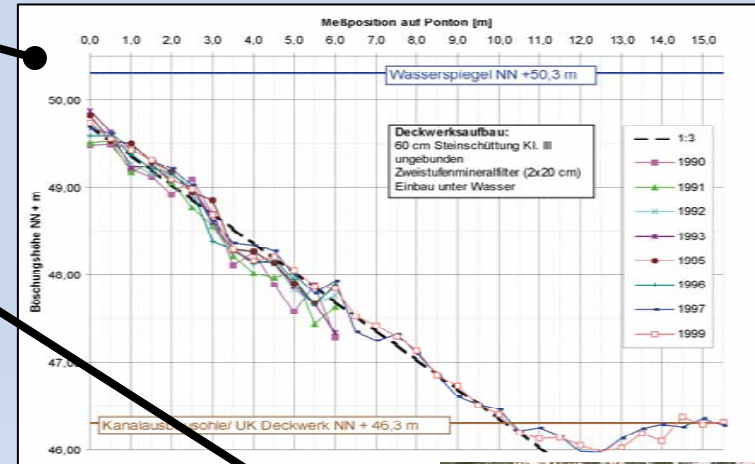
Charges hydrauliques

hauteurs d'onde, abaissement du plan d'eau, vitesses de courant, ...

Changement d'état

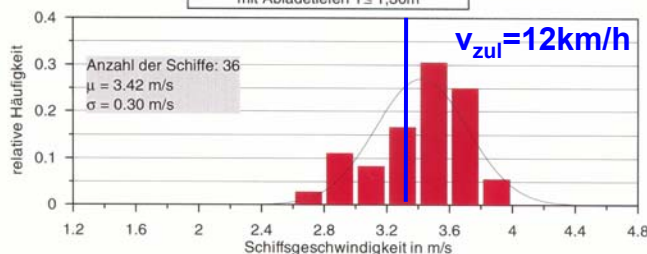
photos + interviews: dégâts, glissements, ...

Investigations



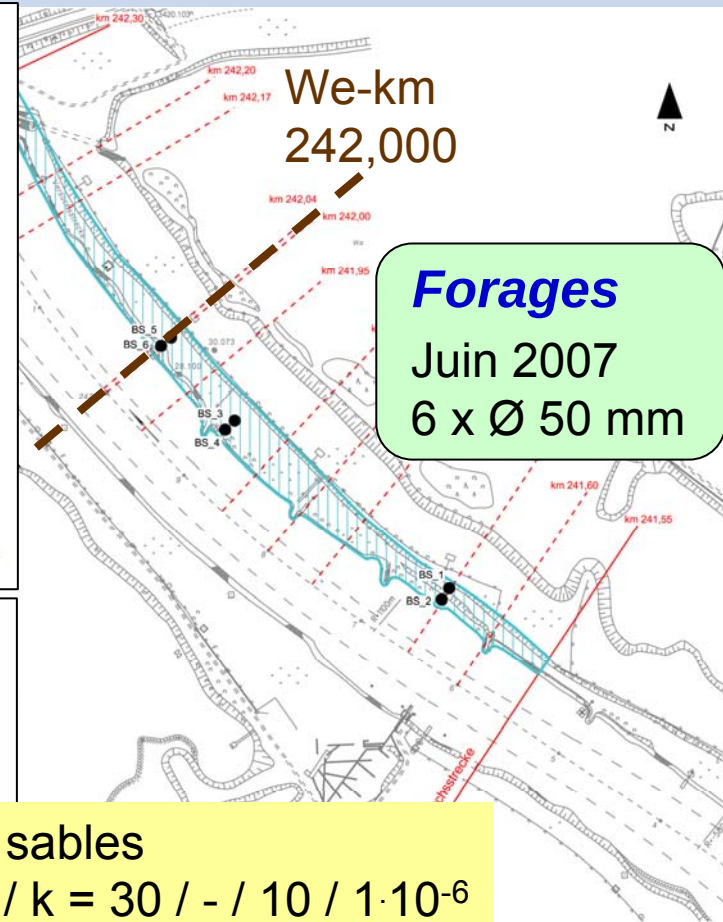
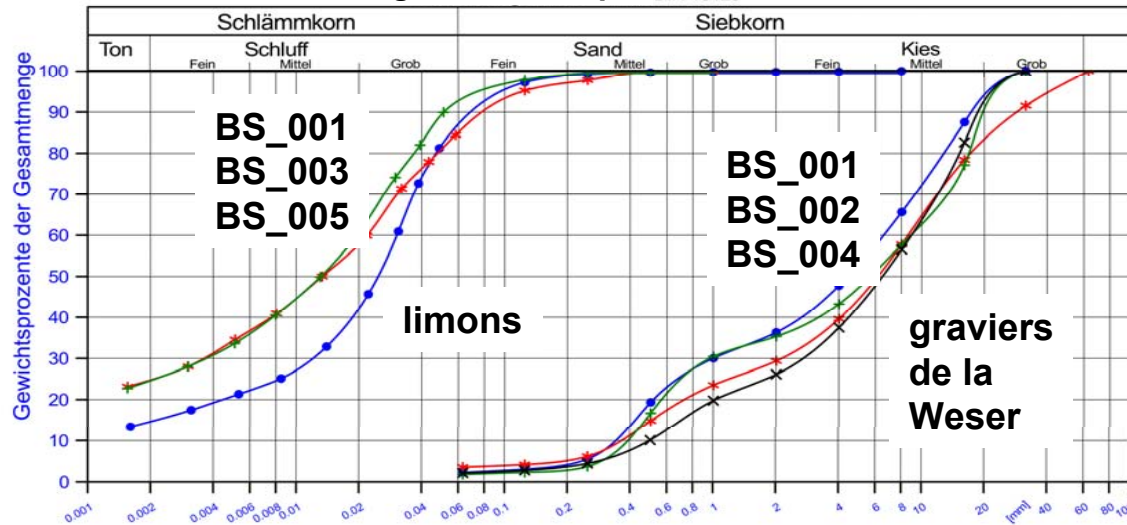
**BAW-BfG
+ WSÄ
+ Consult.**

Geschwindigkeitsverteilung der Schiffe mit Abladetiefen $T \leq 1,30\text{m}$

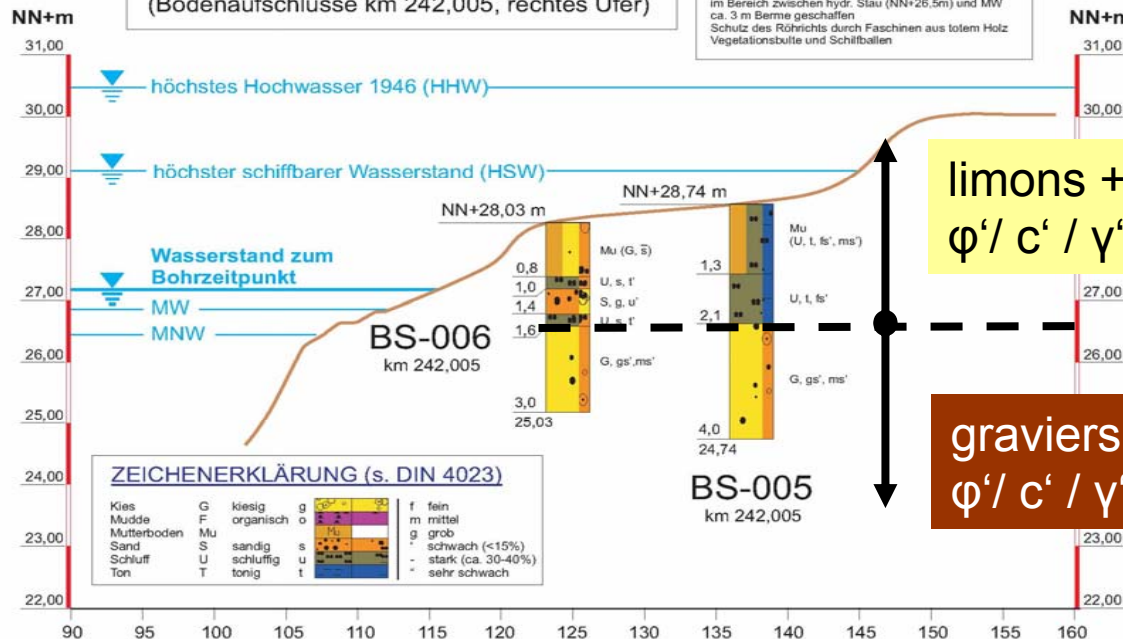


Stolzenau / Weser : Sous-sol

Courbe granulométrique DIN 18123



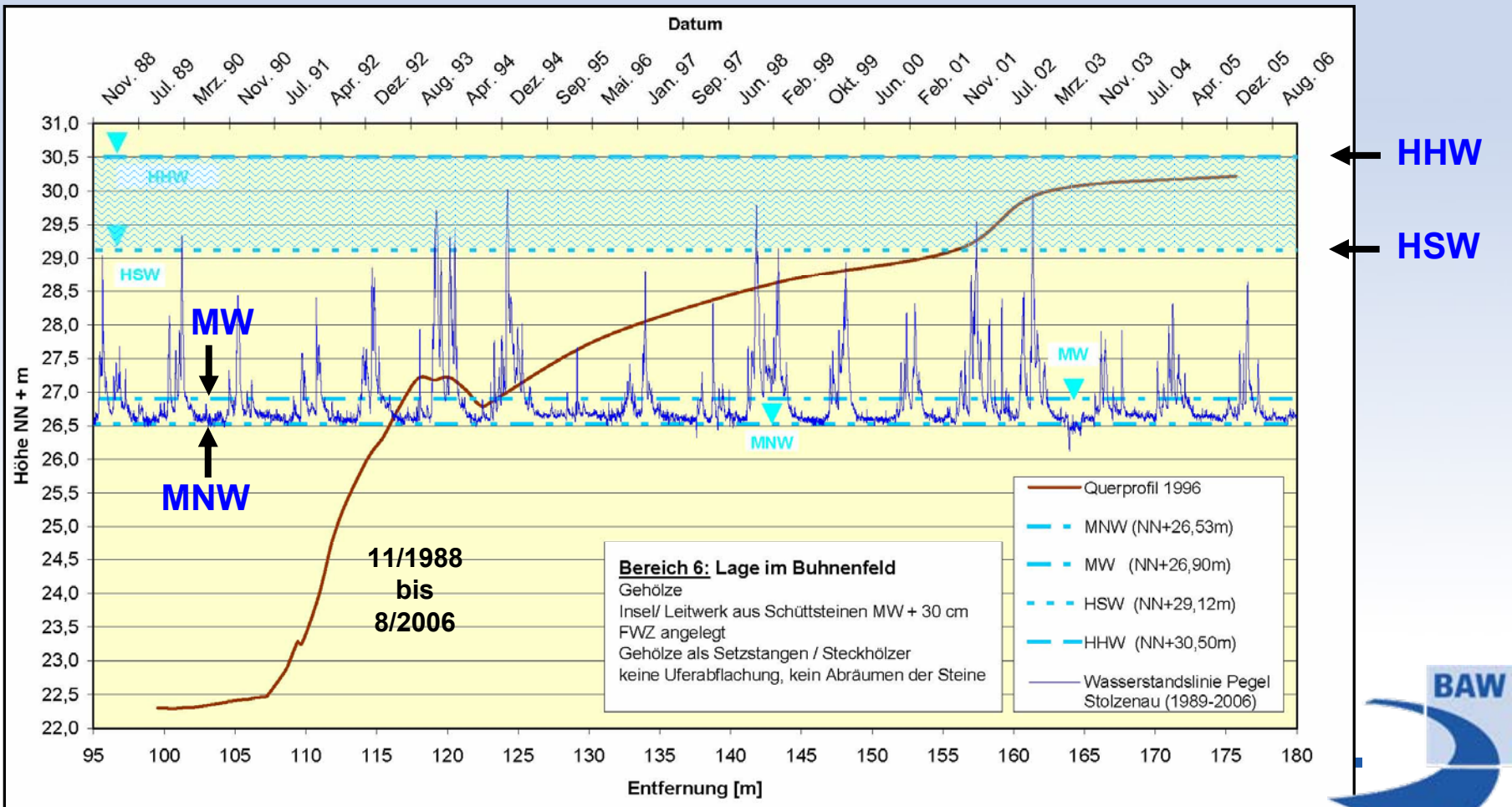
Weser Querprofil km 242,000, rechtes Ufer
(Bodenaufschlüsse km 242,005, rechtes Ufer)



Niveaux d'eau

We-km 241,800, berge droite
(niveaux d'eau à l'échelle de Stolzenau,
We-km 243,400)

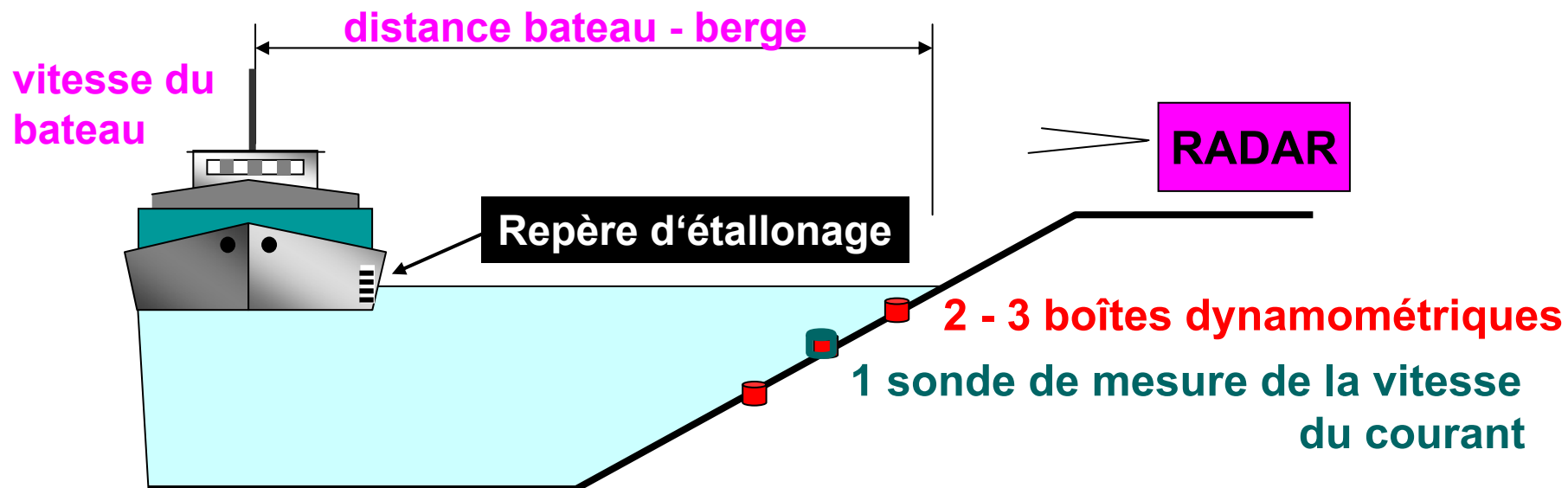
— MNW (NN+26,53m)	Basses eaux moyennes
— MW (NN+26,90m)	Niveau d'eau moyen
- - - HSW (NN+29,12m)	Les plus hautes eaux navigables
— HHW (NN+30,50m)	Niveau maximal de crue



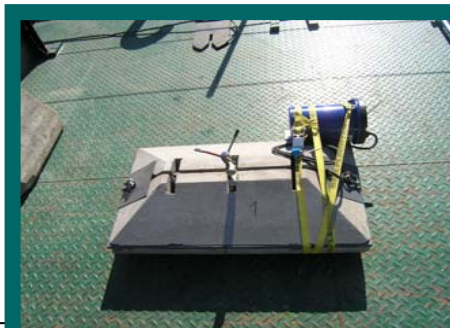
BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe Hamburg Ilmenau

Principe

du mesure du mouvement et des charges hydrauliques

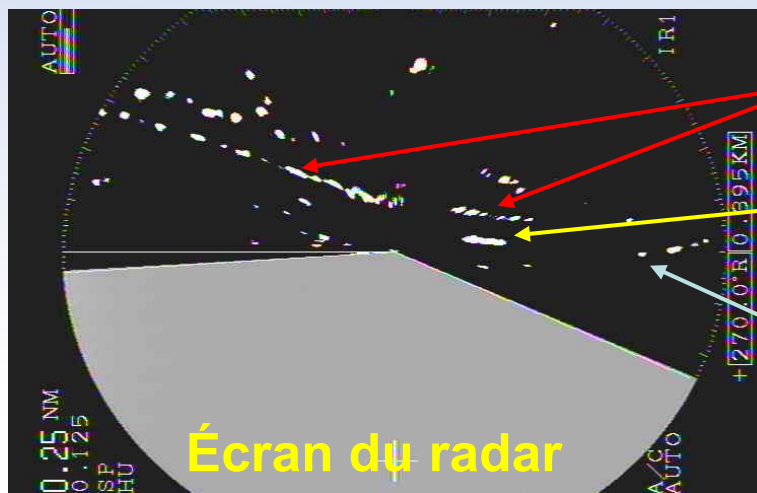


Enregistrement des bateaux
à l'écluse la plus proche



Stolzenau / Weser : Observation de la navigation

Observation en 2005



Berge droite

Bateau

Berge gauche



Stolzenau / Weser : Observation de la navigation

Phénomène de l'interaction bateau / voie navigable

Hausse du plan d'eau avant l'étrave

Gb_100 *charge maximale,*
24.10.2002 *tout près de la berge*

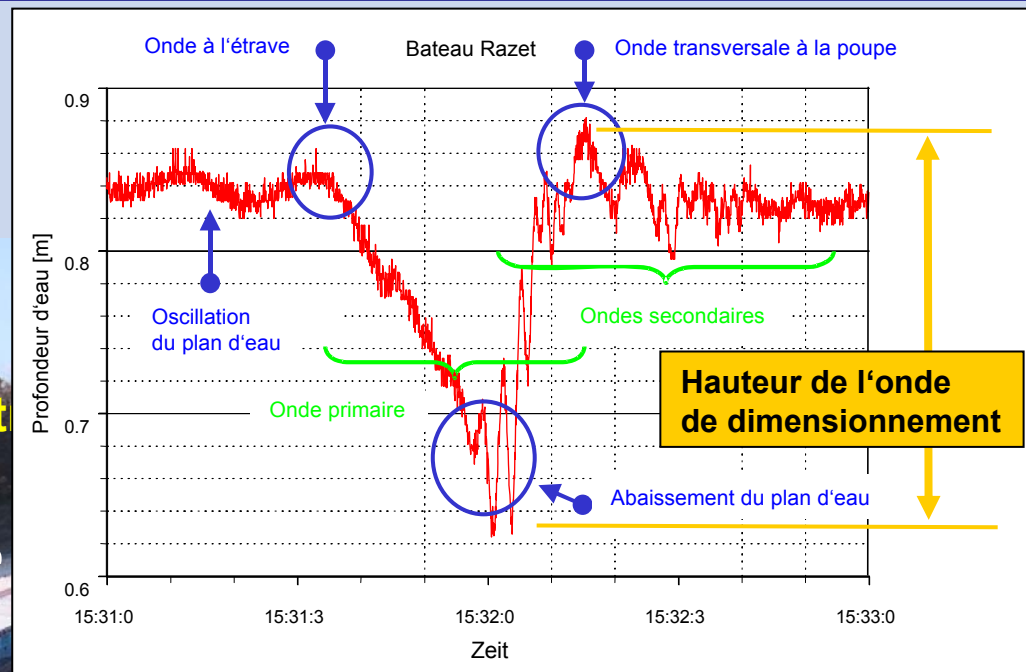
WDK-km
44,600

Jet de
propulsion

Onde transversale
à la poupe

Courant de la
récupération
du plan d'eau

Abaissement
du plan d'eau

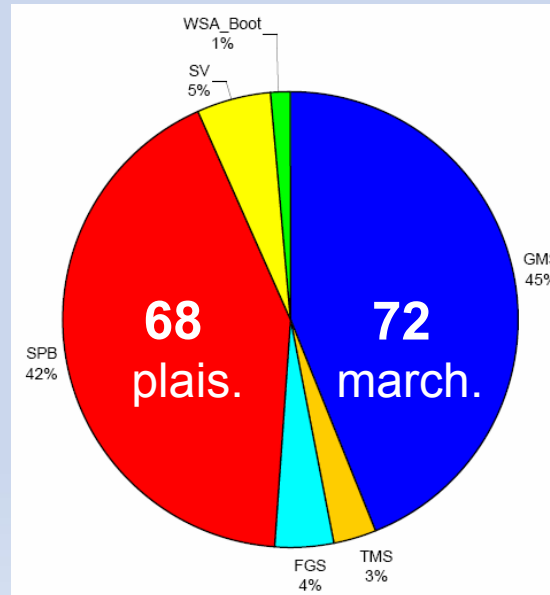


Stolzenau / Weser : Observation de la navigation

Résultats

*Flotte
de navires*

*Vitesses des
navires*



156 bateaux total (7,5 journées)

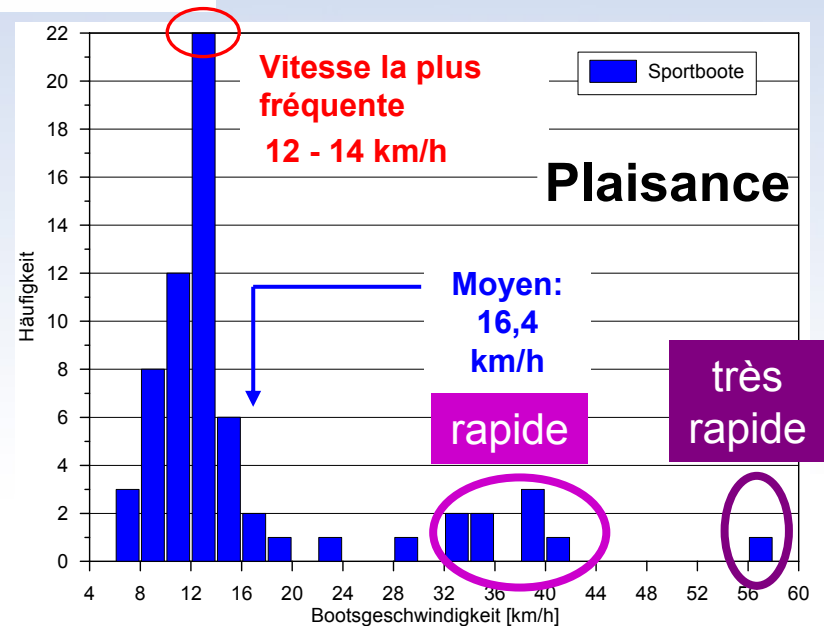
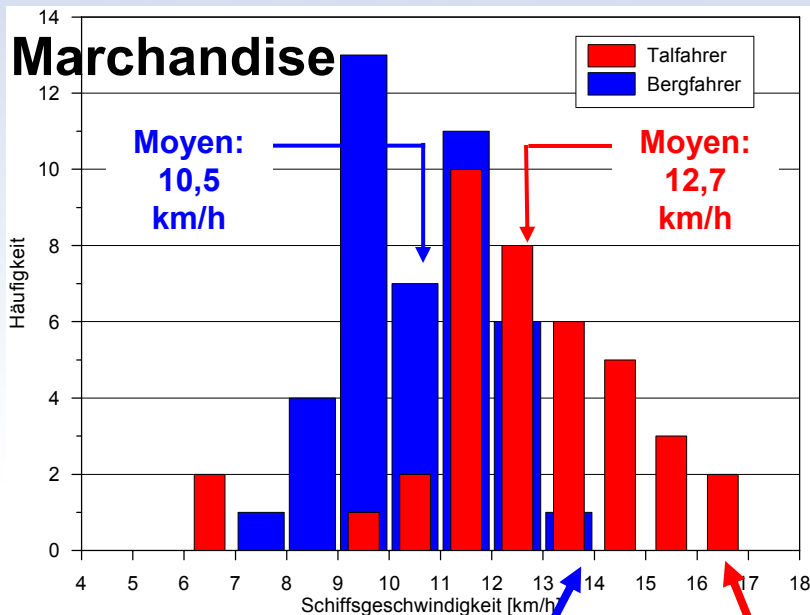
72 bateaux à marchandises (GMS)

8 convois poussés (SV)

68 bateaux de plaisance (SPB)

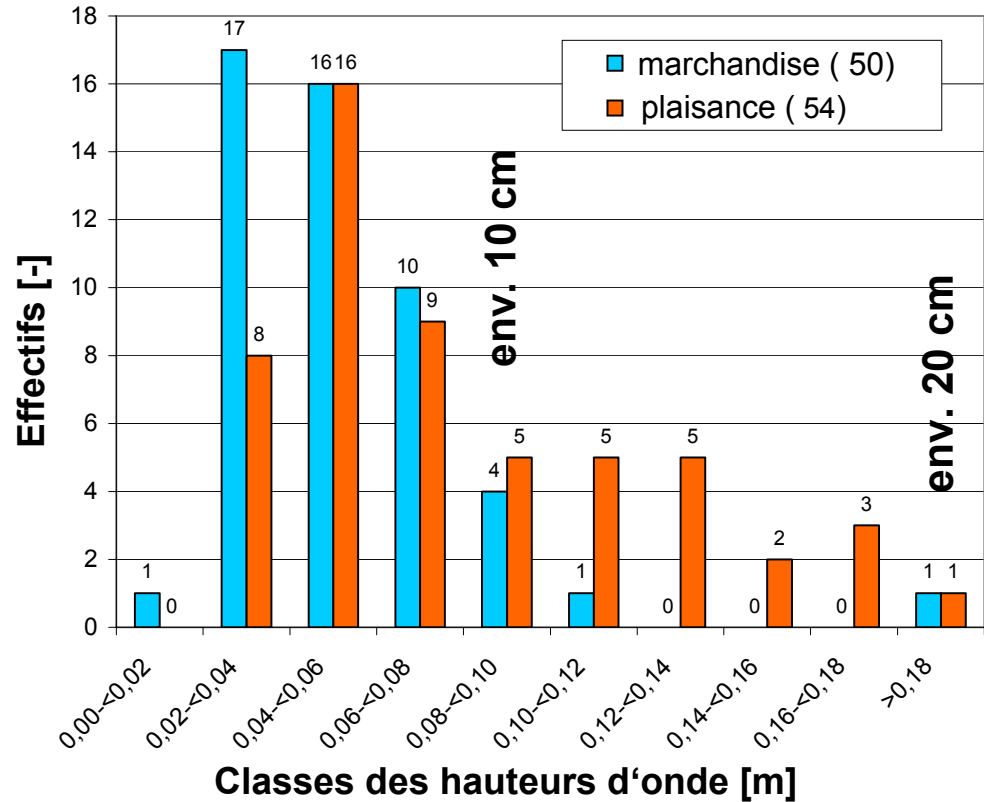
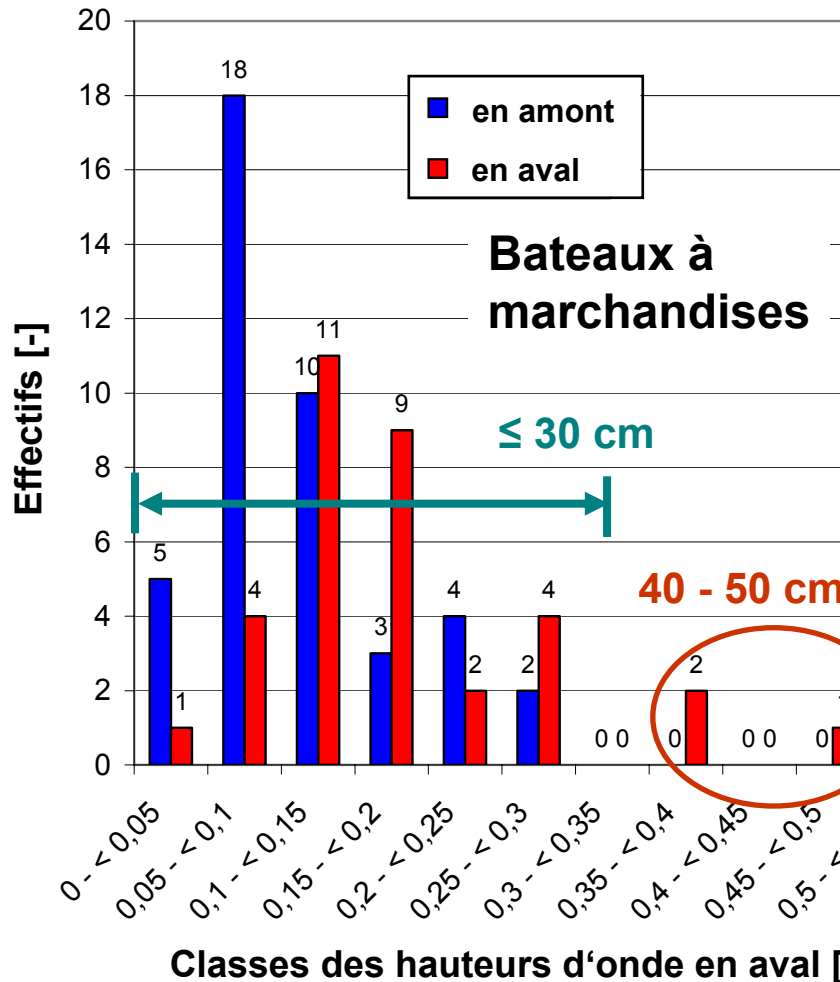
6 bateaux de passagers (FGS)

2 bateaux de surveillance (WSV)



Résultats

Ondes primaires

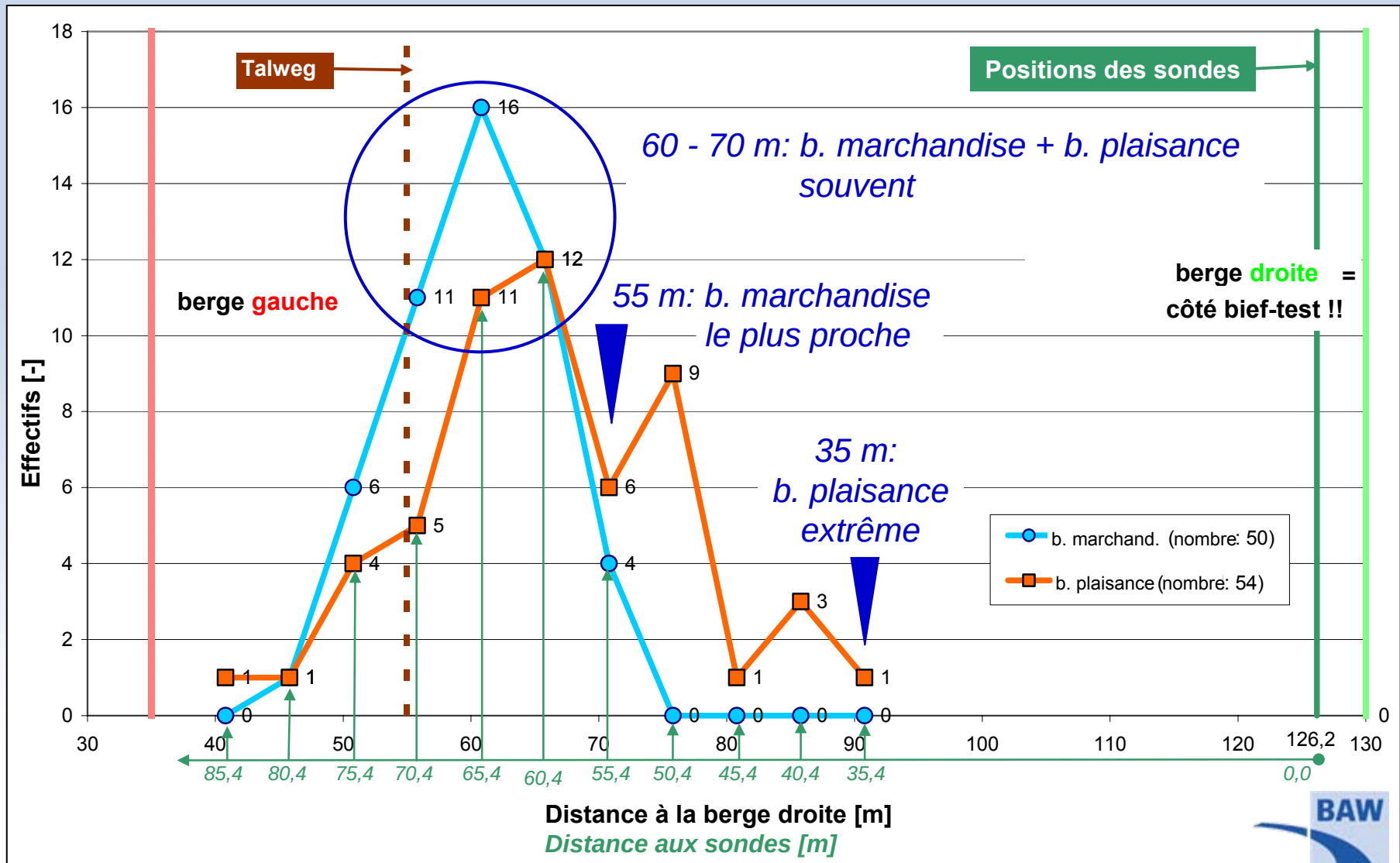


Ondes secondaires

64 cm:
TMS vide,
14,7 km/h en aval

Stolzenau / Weser : Observation de la navigation

Résultats *Distances bateau - berge*

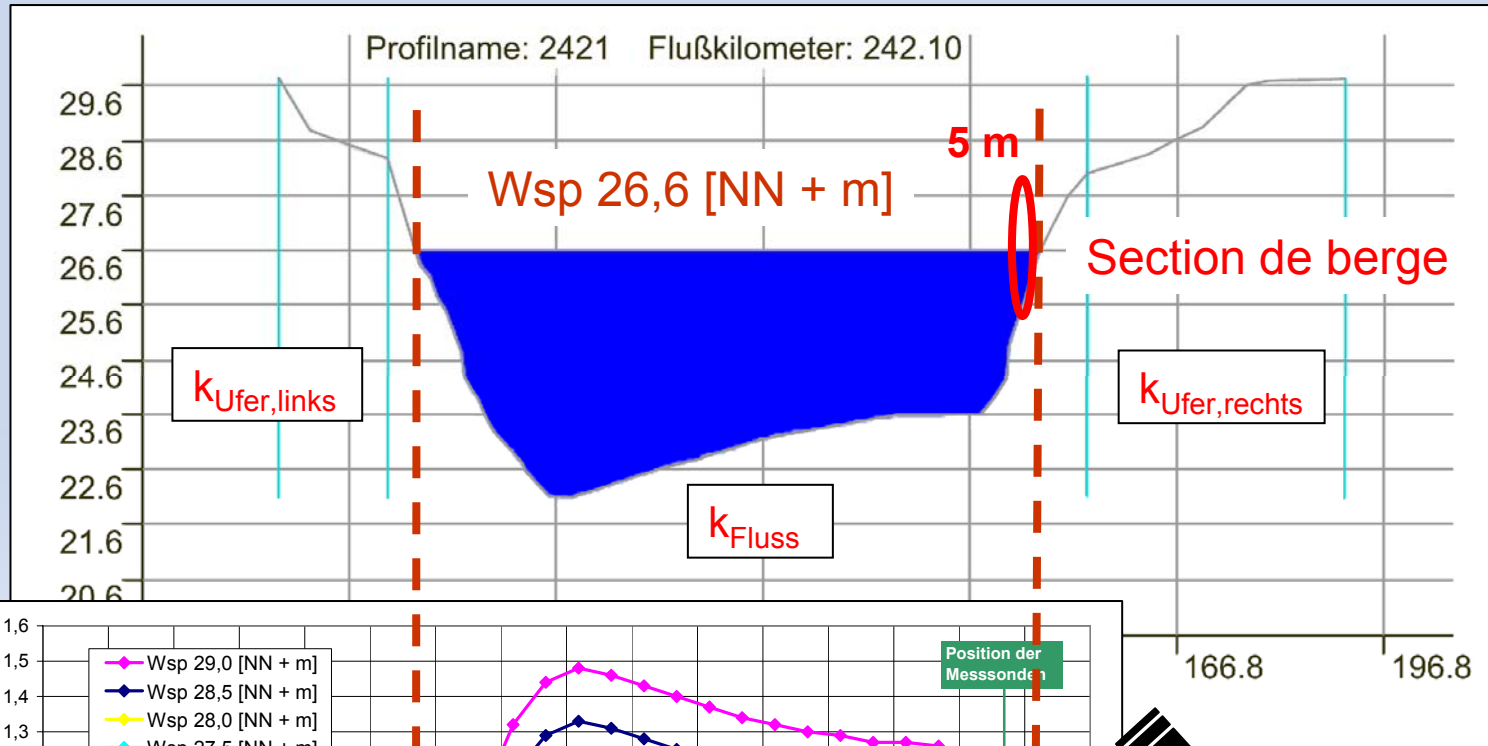


Stolzenau / Weser : Modèle hydraulique-numérique

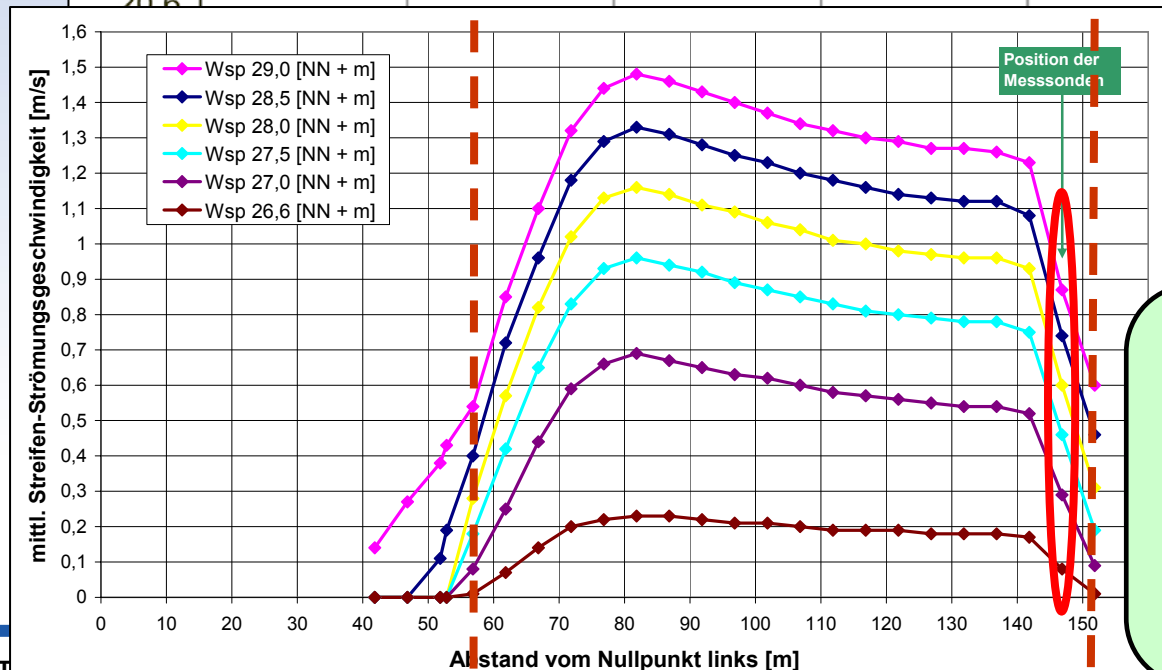
Exemple

*Coupe
transversale*

Domaines
de rugosité



*Vitesses
moyennes
du courant
par
sections*



Résultats
(HSW)

$$v_{Str} = 1 \text{ [m/s]}$$

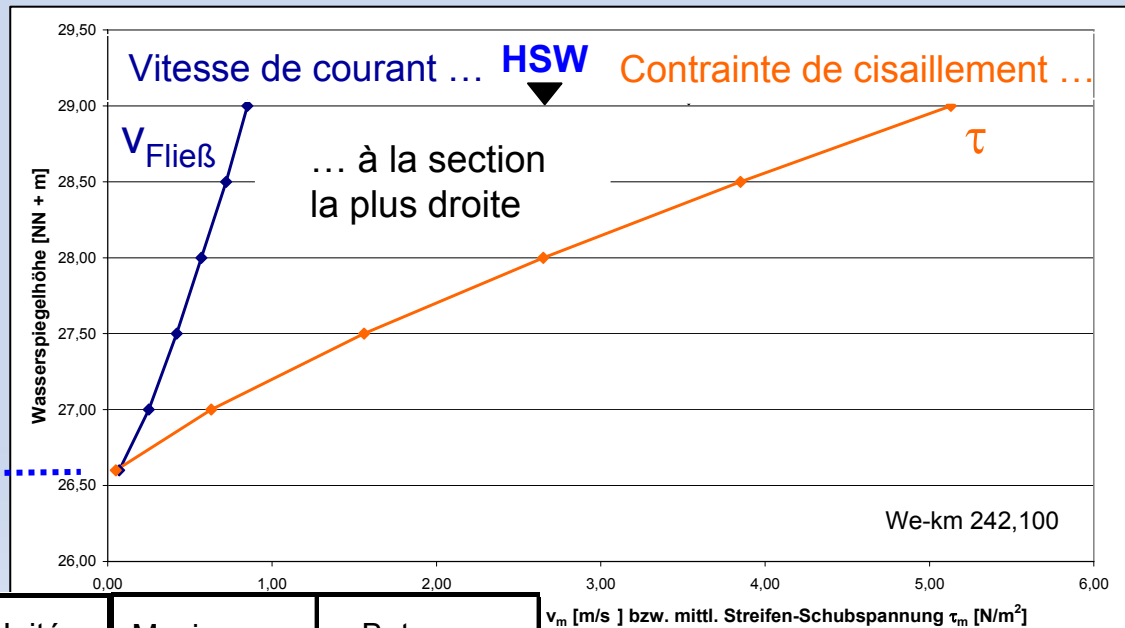
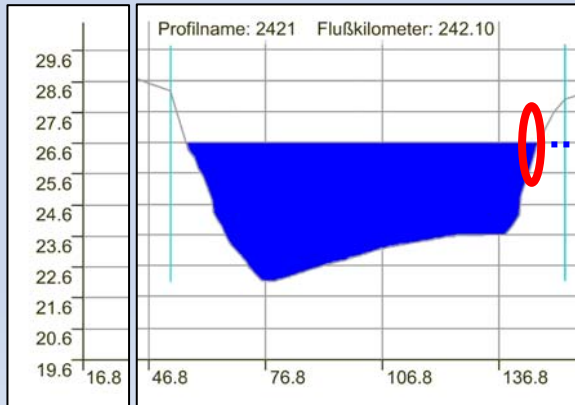
$$\tau = 6 \text{ [N/m}^2\text{]}$$



Stolzenau / Weser : Charges hydrauliques

Résultats

pour la berge avec mesures



	Variable	Symbole	Unité	Maximum	Bateau
Hydraulique des eaux	Vitesse de courant	v_{Str}	[m/s]	1,00	
	Contrainte de cisaillement	τ	[N/m ²]	6,00	
Navigation	Vitesse de courant en arrière	$v_{\text{rück}}$	[m/s]	0,70	commercial
	Abaissement	$H^*_{u,H}$	[m]	0,39	- " -
	Hauteur de la vague arrière	$H_{u,\text{Heck}}$	[m]	0,64	- " -
	Hauteur d'onde secondaire	H_{sek}	[m]	0,41	plaisance
				0,18	commercial

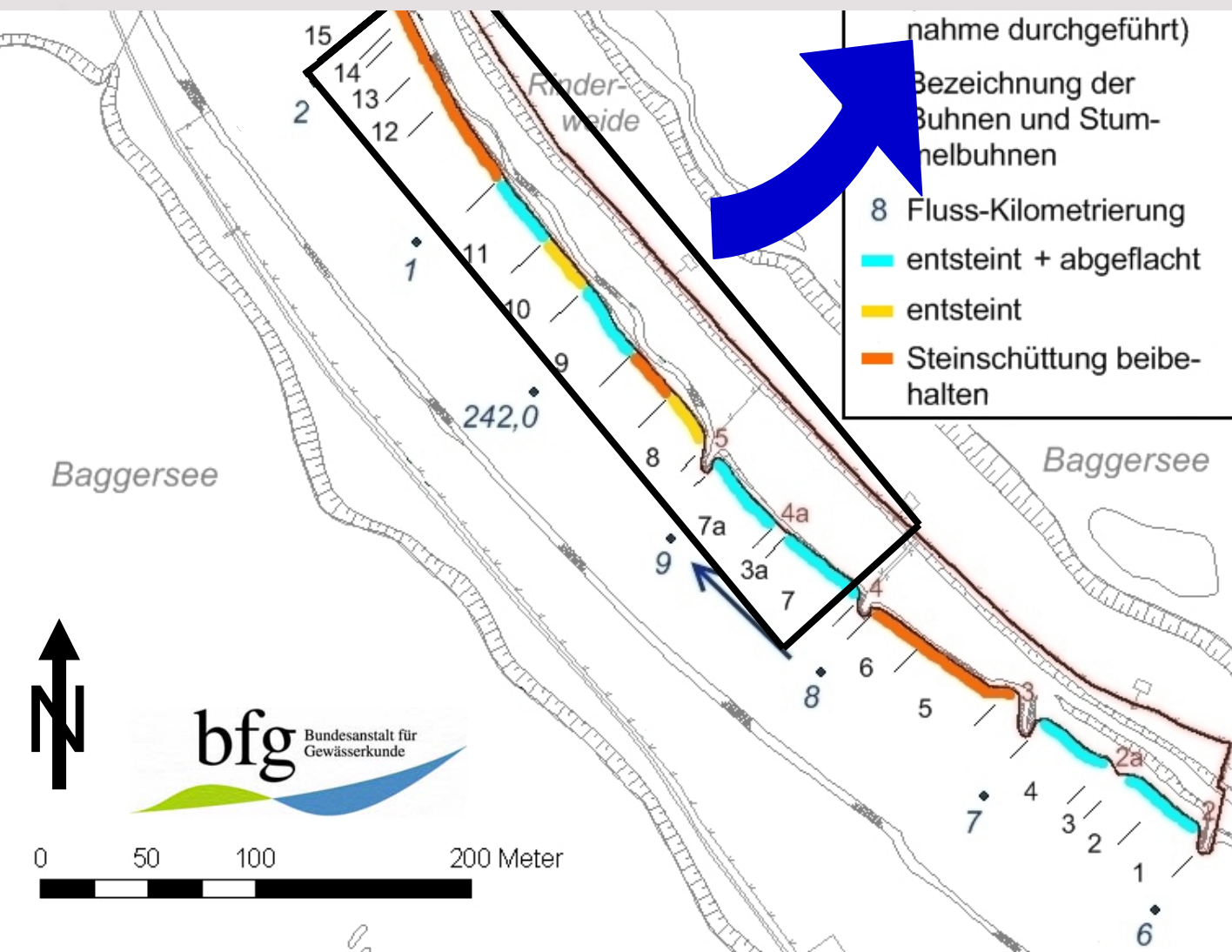
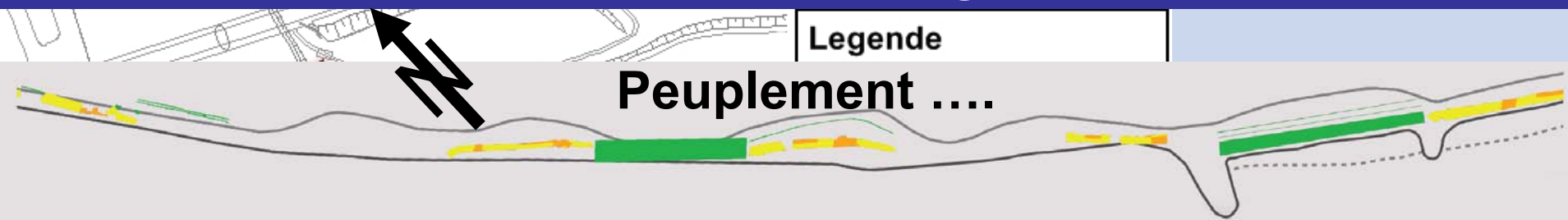
v_m [m/s] bzw. mittl. Streifen-Schubspannung τ_m [N/m²]

Calcul:
Modèle hydr.-numér.

Mesure:
Navigation en cours



Stolzenau / Weser : Végétation



**Modification
de la
direction
du regard** !



Stolzenau / Weser : Végétation

50 m

Peuplement 1989



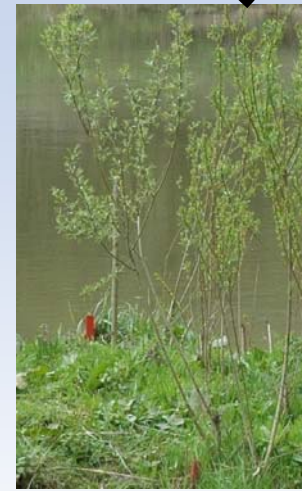
Roseaux
en
motte



Carex
en
motte



Tapis de
branches
de saule
à rejets



Boutures /
pieux à
rejet
de saule



Géoattes
pré-végétalisées
avec
roseaux

Photos: SCHNEIDER, ÖKON-Vegetationstechnik, WEGENER

Stolzenau / Weser : Végétation

50 m



Peuplement 1989

Peuplement 2005



Roseaux



Carex



Saules

Photos: BAUER, SUNDERMEIER

Stolzenau / Weser : Végétation

50 m

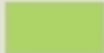


Peuplement 1989

Peuplement 2005

Évaluation 2005

Plantation

 avec succès

 avec succès partiel

Protection contre l'érosion

 bonne

 pas si bonne

Évaluation de la qualité écologique

++ excellente

+ bonne

Groupes examinés

Faune piscicole



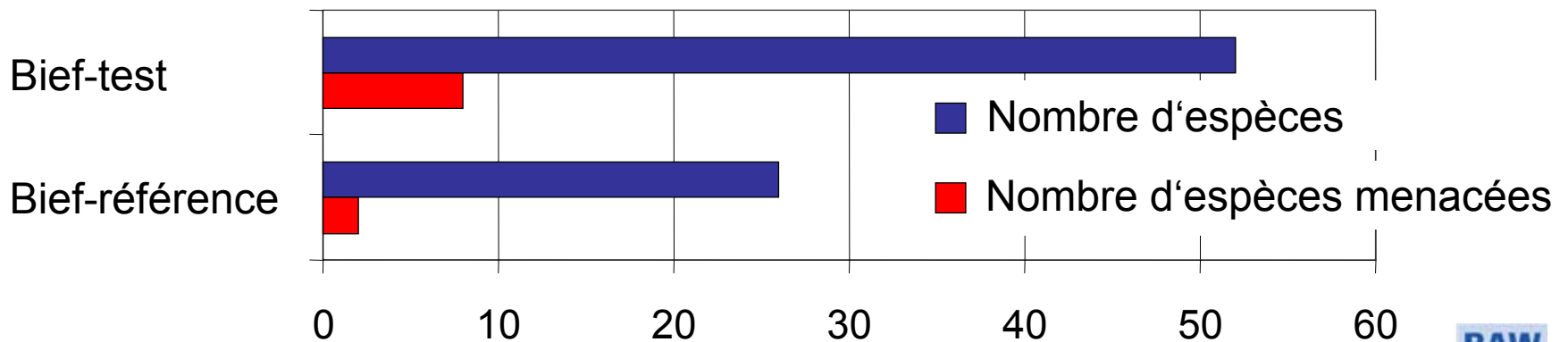
Faune aviaire



Makrozoobenthos



Faune aviaire



Photos: RAVENLOFT, HAGE



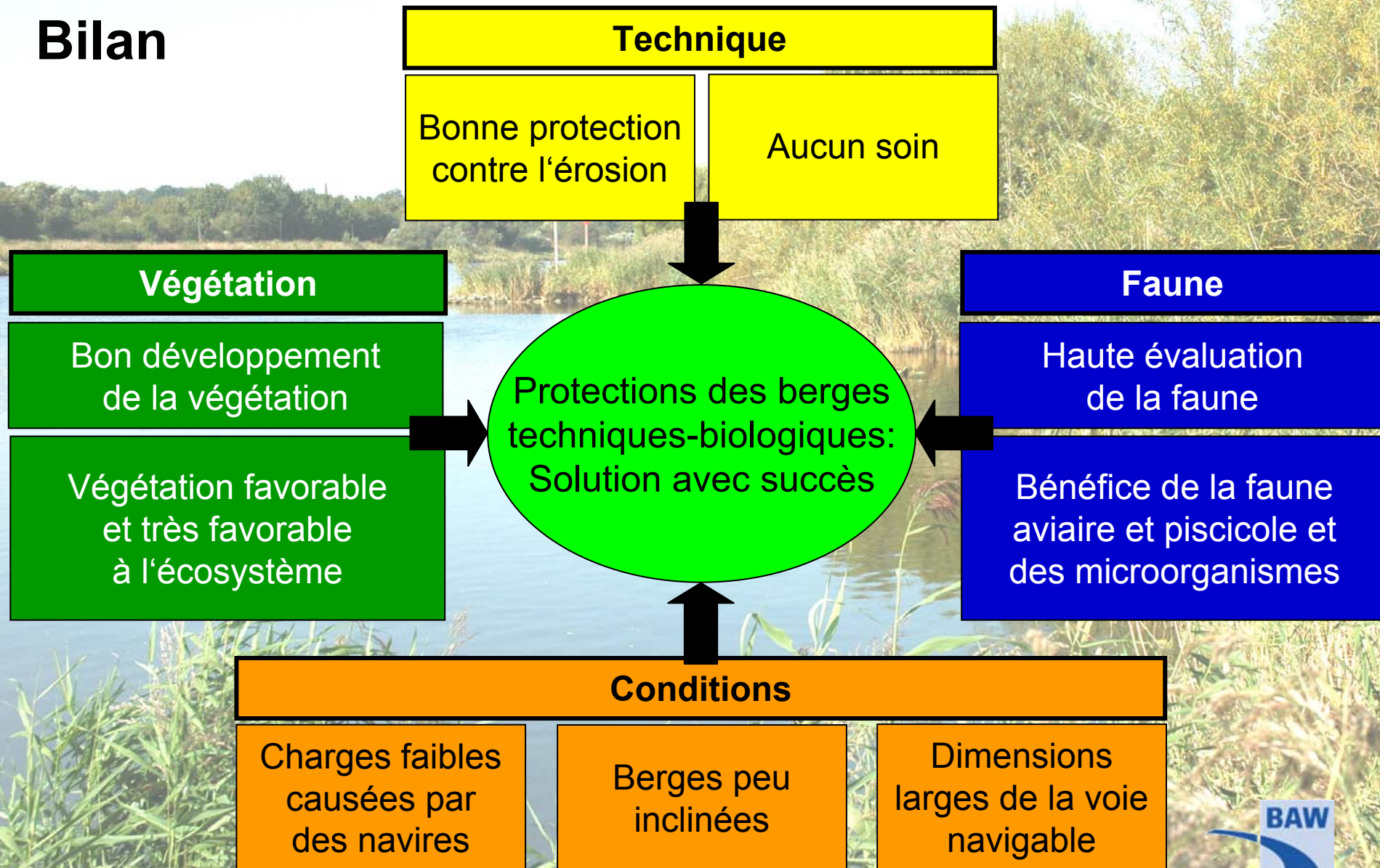
Stolzenau / Weser : Faune

Comparaison des trois groupes de faune sur la berge à la protection alternative et sur la berge à la protection technique

Faune aviaire	Protection <u>technique</u> des berges	Protection <u>alternative</u> des berges
Anzahl brütender Vogelarten pro Strecke	18	30
Anzahl von Arten, die als Gastvogel gefunden wurden	8	22
Anzahl gefundener Rote Liste Vogelarten	keine	3
Gesamtbewertung der Vogelbesiedlung 1= bis 5 =	mittel	hoch
		
Faune piscicole		
Anzahl adulter Fischarten	6	7
Jungfischdichte (Ind m ⁻²)	4,3	6,8
Makrozoobenthos (MZB)		
Gesamtzahl der gefundenden Taxa	<30	>40
Anzahl RL-Arten	1	2
Artendiversität (Bray-Curtis)	<3	>4
Anzahl gebietsfremder neozoer Arten	8	11
  		

3 groupes examinés

Bilan



Perspectives

- ➔ Les **protections alternatives** des berges combinées génie civil – génie biologique **peuvent être appliquées** aux voies navigables.
- ➔ L'utilisation est une **fonction des conditions locales**, en particulier des conditions hydrauliques.
- ➔ **Recherches futures**: Investigations des **relations charges ↔ impacts** (érosion, végétation, faune)
- ➔ Augmentation de **l'acceptation** et de la sûreté de conception



**Je vous remercie
de votre attention**



et je remercie mes collègues
Dipl.-Ing. Petra Fleischer, BAW
Dipl. Biol. Eva-Maria Bauer, BfG
Dipl.-Biol. Hubert Liebenstein, BfG
et beaucoup d'autres ...