



AIPCN Section française



Journées Méditerranéennes de l'AIPCN et Assises du port du futur du Cerema 25 au 27 octobre 2023 à Sete France

Prise en compte de la remontée eustatique du niveau
moyen dans les analyses conjointes houle-niveau
pour le dimensionnement des ouvrages portuaires

Franck MAZAS, ARTELIA

Enjeux

Utilité des probabilités conjointes houle-niveau pour l'ingénierie maritime

Exemple du port de La Cotinière (Charente-Maritime)

Enjeux



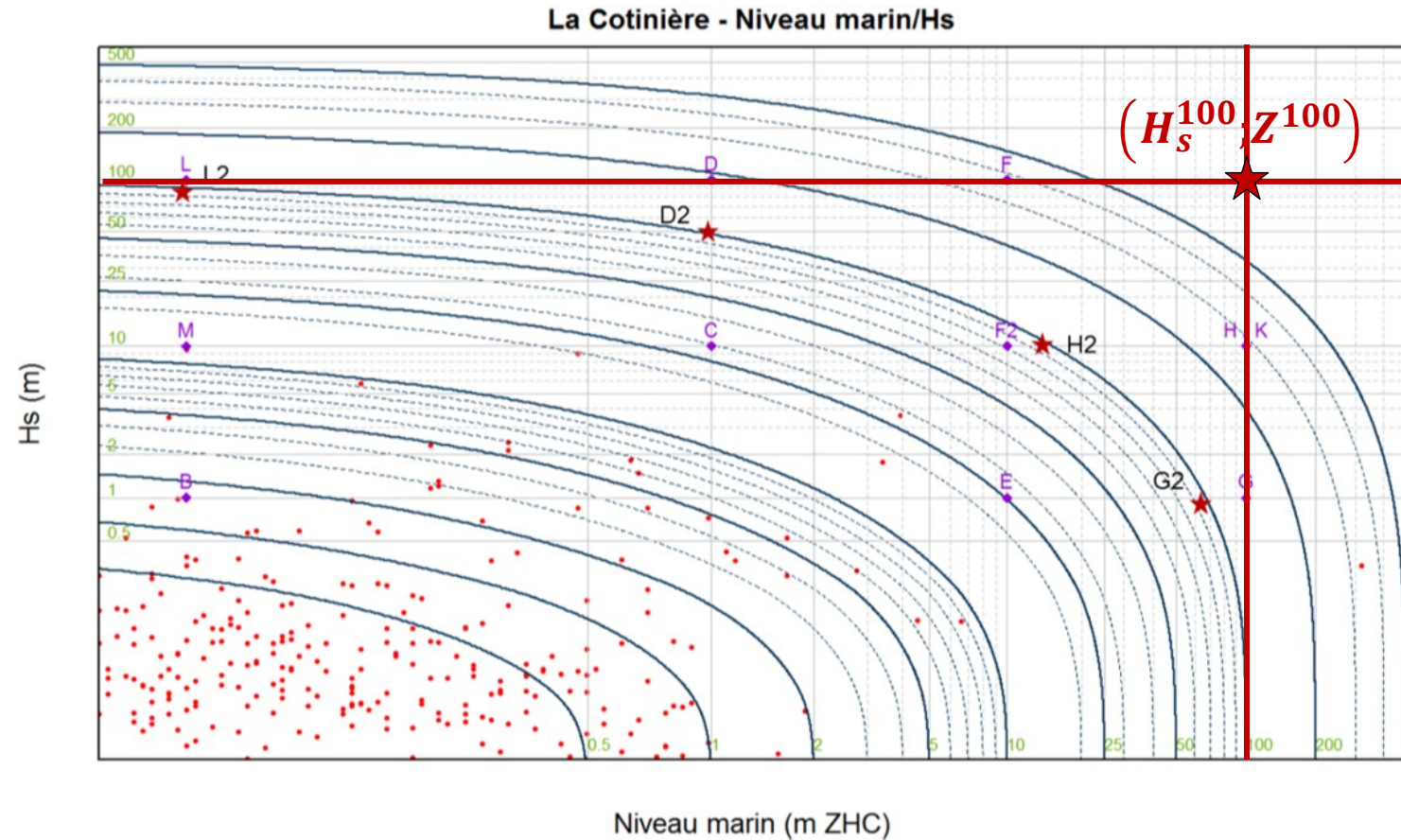
© Vinci

Enjeux

Utilité des probabilités conjointes houle-niveau pour l'ingénierie maritime

Exemple du port de La Cotinière (Charente-Maritime)

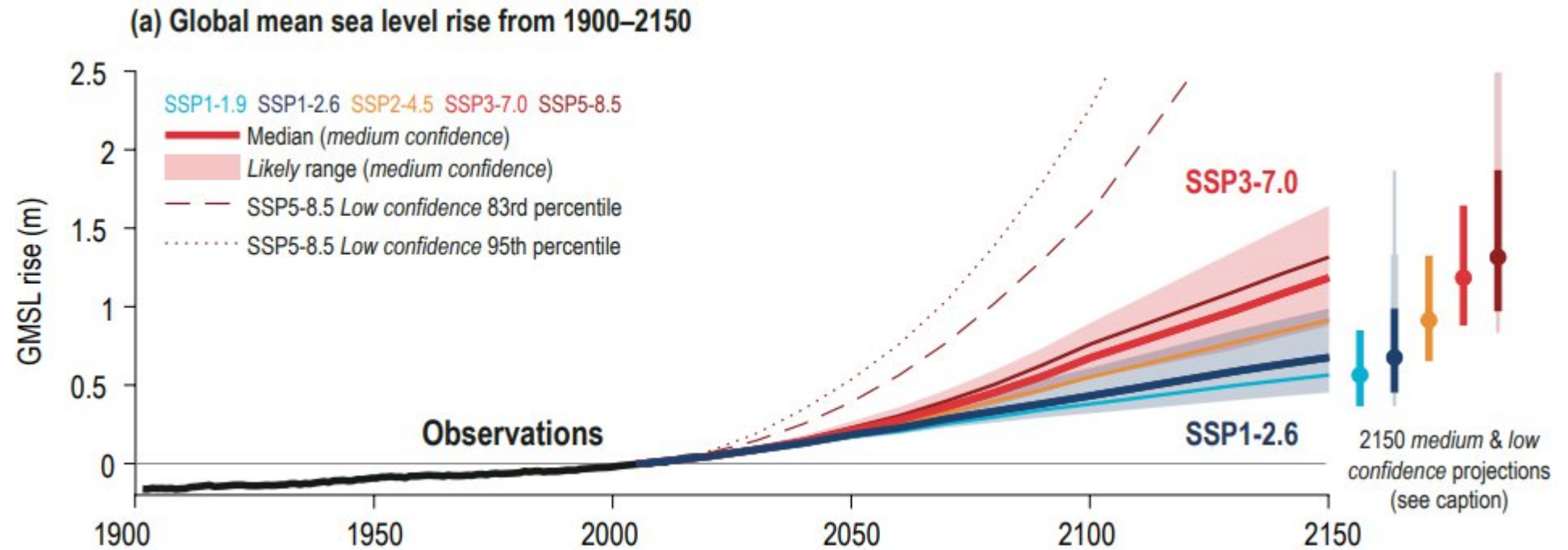
Enjeux



Enjeux

Evolution du niveau moyen de la mer lors de la durée de vie du projet

Enjeux



© IPCC / AR6

Enjeux

Comment intégrer cette remontée dans le dimensionnement ?

Enjeux

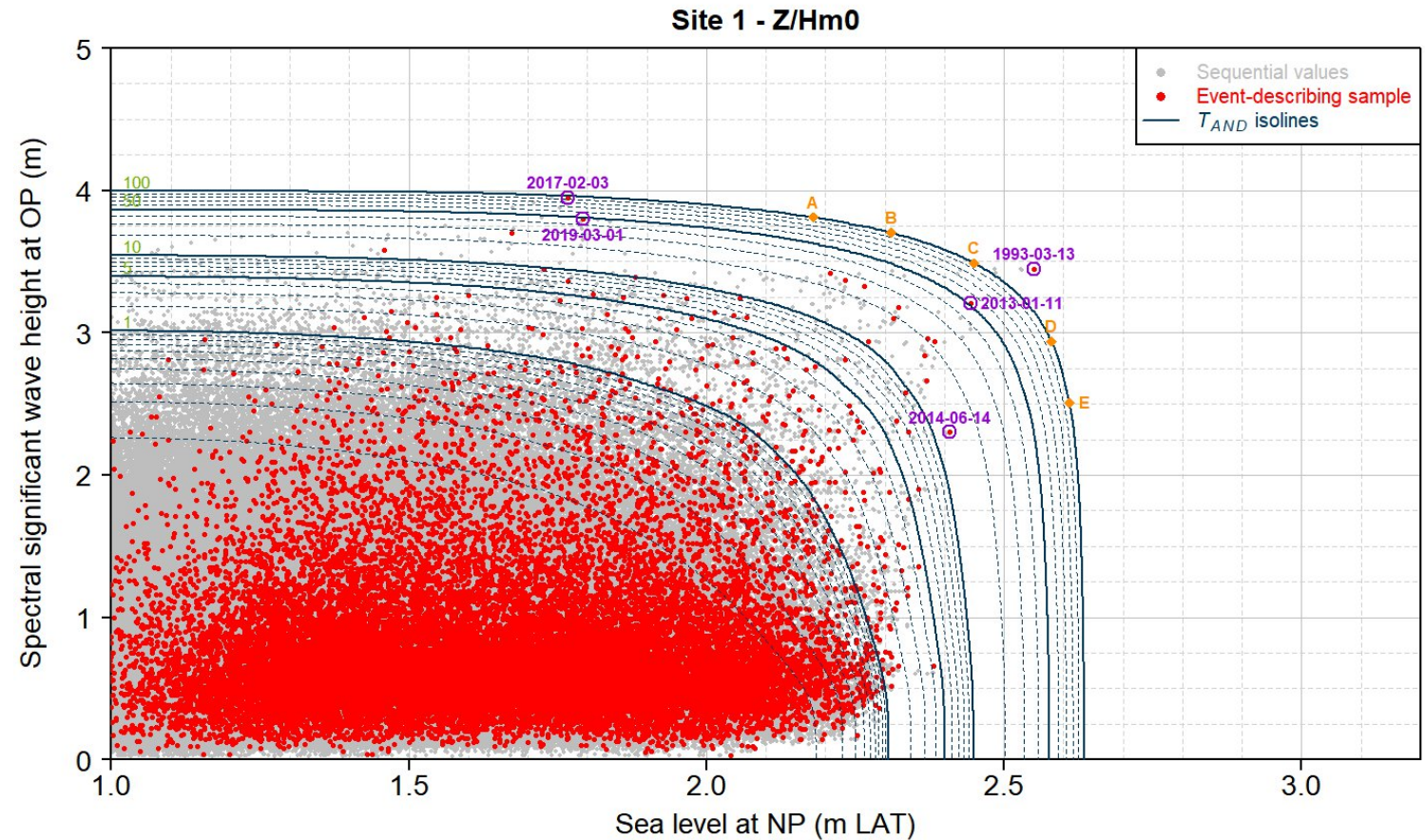


Méthodologie

Distribution conjointe houle-niveau dans l'état actuel

Enjeux

Méthodologie



Méthodologie

Rappel : qu'est-ce qu'une période de retour ?



Non pas vraiment

« la durée moyenne entre deux occurrences d'un évènement »

Mais plutôt :

« la probabilité annuelle d'atteindre ou dépasser la valeur considérée... »

$$T = \frac{1}{\lambda P_A}$$



Méthodologie

Enjeux

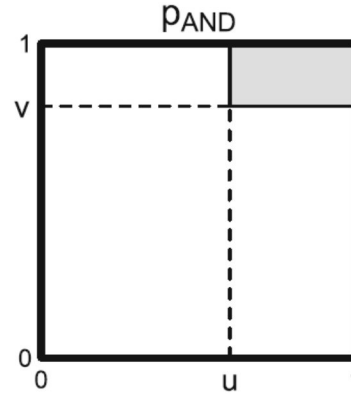
Méthodologie

« ... à prendre en compte chaque année de la durée de vie du projet ! »



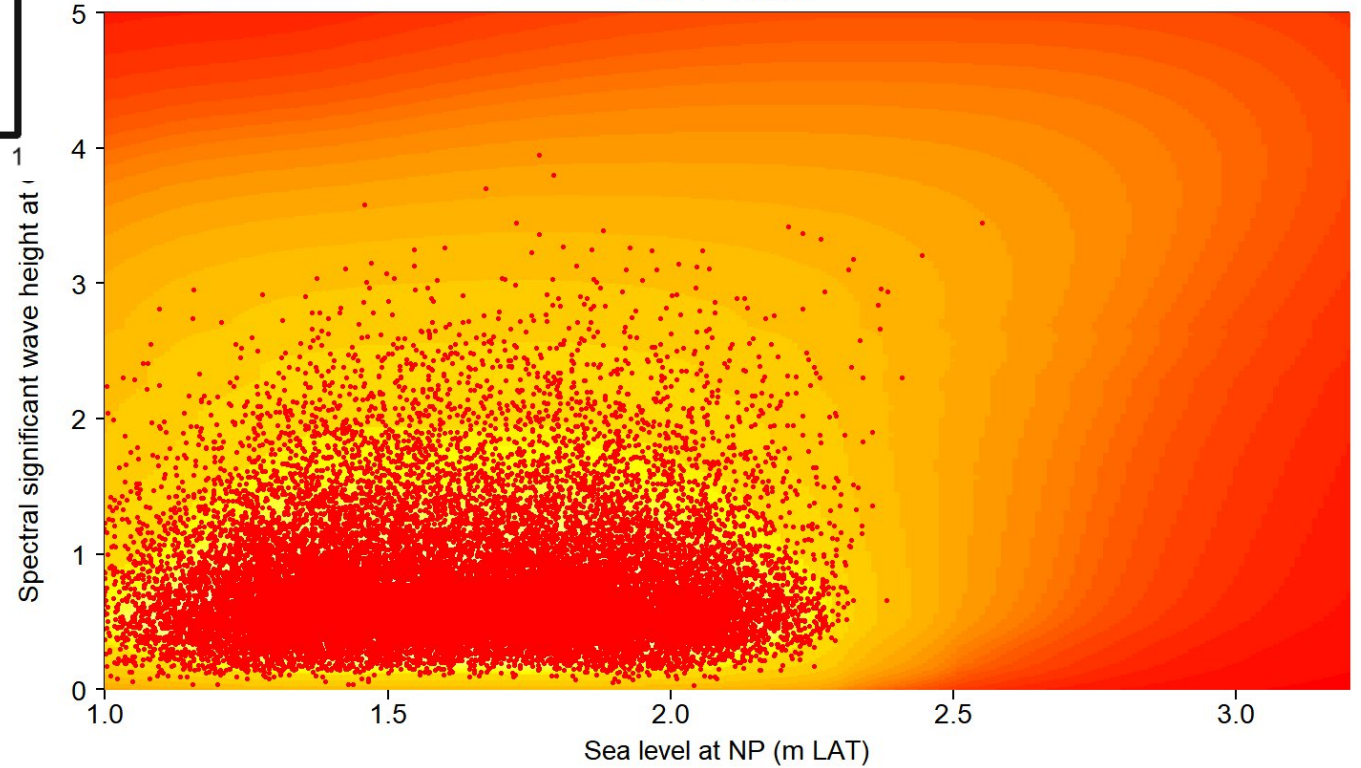
Méthodologie

Période de retour bivariée :



$$T_{AND} = \frac{1}{\lambda \mathbb{P}[X > x, Z > z]}$$

Site 1 - Z/Hm0



Enjeux

Méthodologie

Méthodologie

Enjeux

Méthodologie

Approche basée sur la **probabilité de rencontre** \mathbb{P}_E , probabilité de rencontrer *au moins une fois* lors de la durée de vie de l'ouvrage l'évènement dimensionnant de période de retour T_r :

$$\mathbb{P}_E = 1 - \left(\mathbb{P}_{\text{Annee 1}} \times \mathbb{P}_{\text{Annee 2}} \times \dots \times \mathbb{P}_{\text{Annee D}} \right)$$

Dans un cadre **stationnaire** :

$$\mathbb{P}_E = 1 - (1 - \lambda \mathbb{P}[X > x, Z > z])^D$$

$$\mathbb{P}_E = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r} \right)^D$$

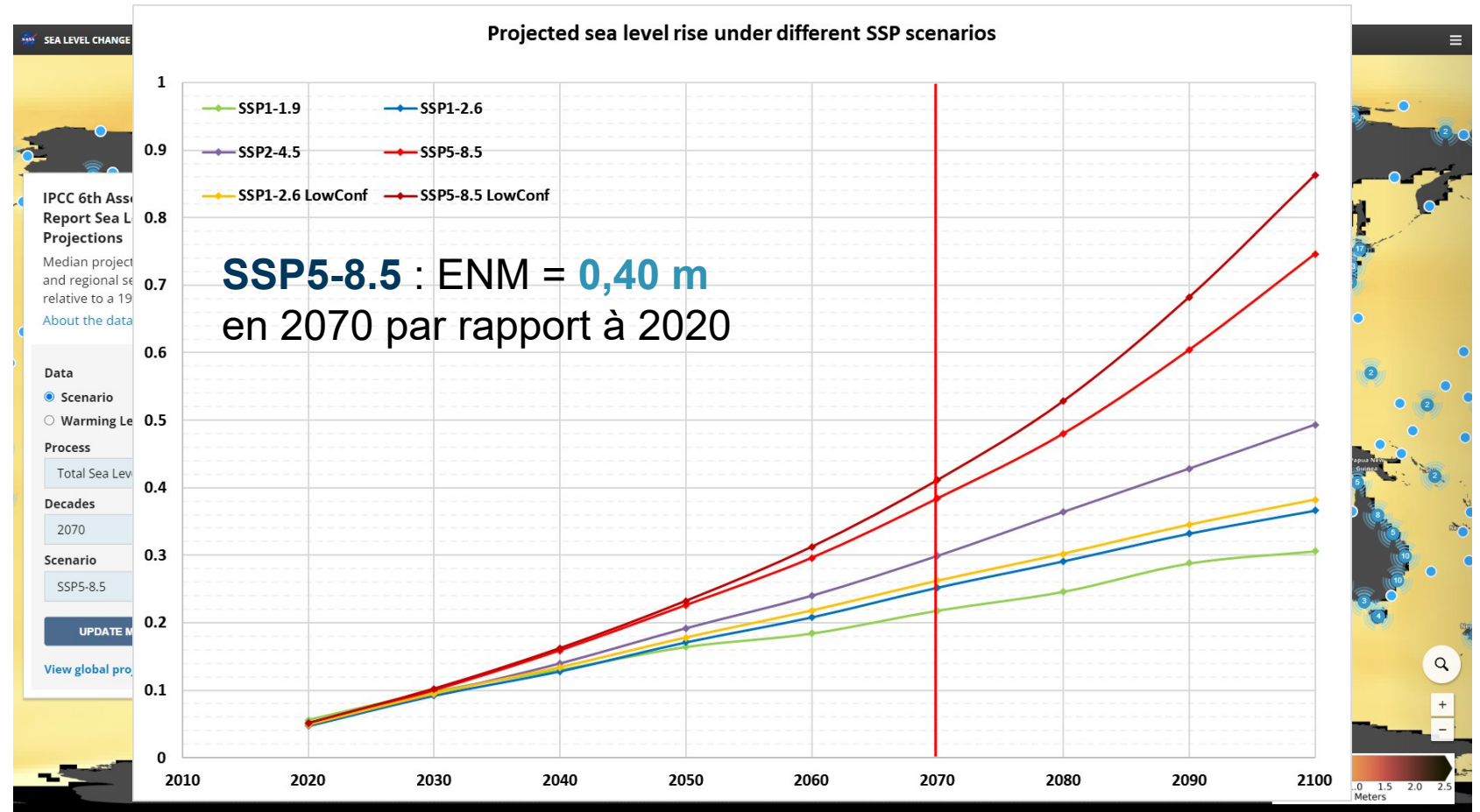
		Durée de vie (ans)						
		1	5	10	25	50	75	100
Période de retour (ans)	5	0,20	0,67	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00
	10	0,10	0,41	0,65	0,93	0,99	1,00	1,00
	50	0,02	0,10	0,18	0,40	0,64	0,78	0,87
	100	0,01	0,05	0,10	0,22	0,39	0,53	0,63
	200	0,01	0,02	0,05	0,12	0,22	0,31	0,39
	500	0,00	0,01	0,02	0,05	0,10	0,14	0,18
	1000	0,00	0,00	0,01	0,02	0,05	0,07	0,10

Méthodologie

Choix d'un scénario de remontée eustatique

Enjeux

Méthodologie

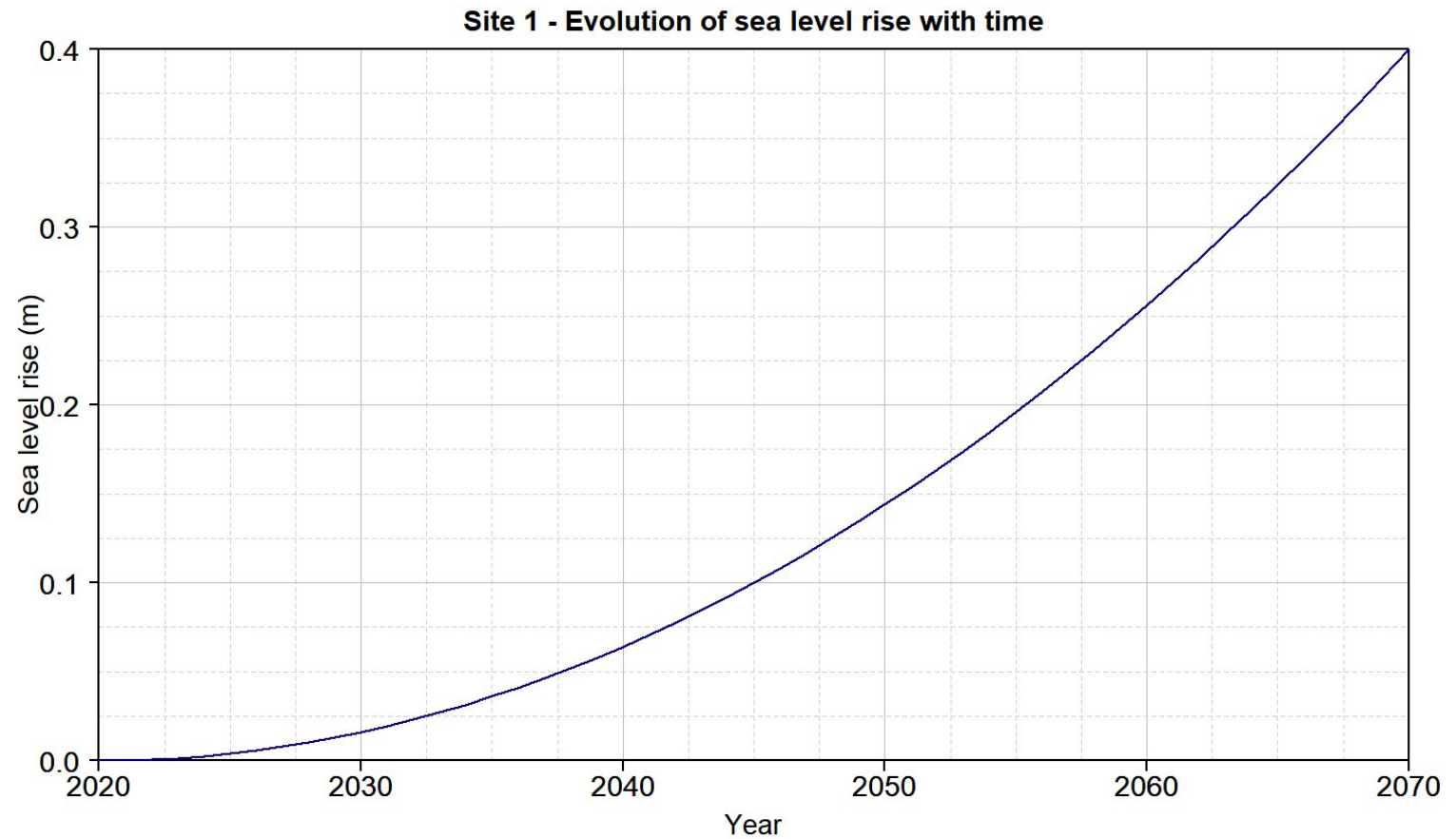


Méthodologie

Détermination de la remontée attendue pour chaque année sur la durée de vie du projet

Enjeux

Méthodologie



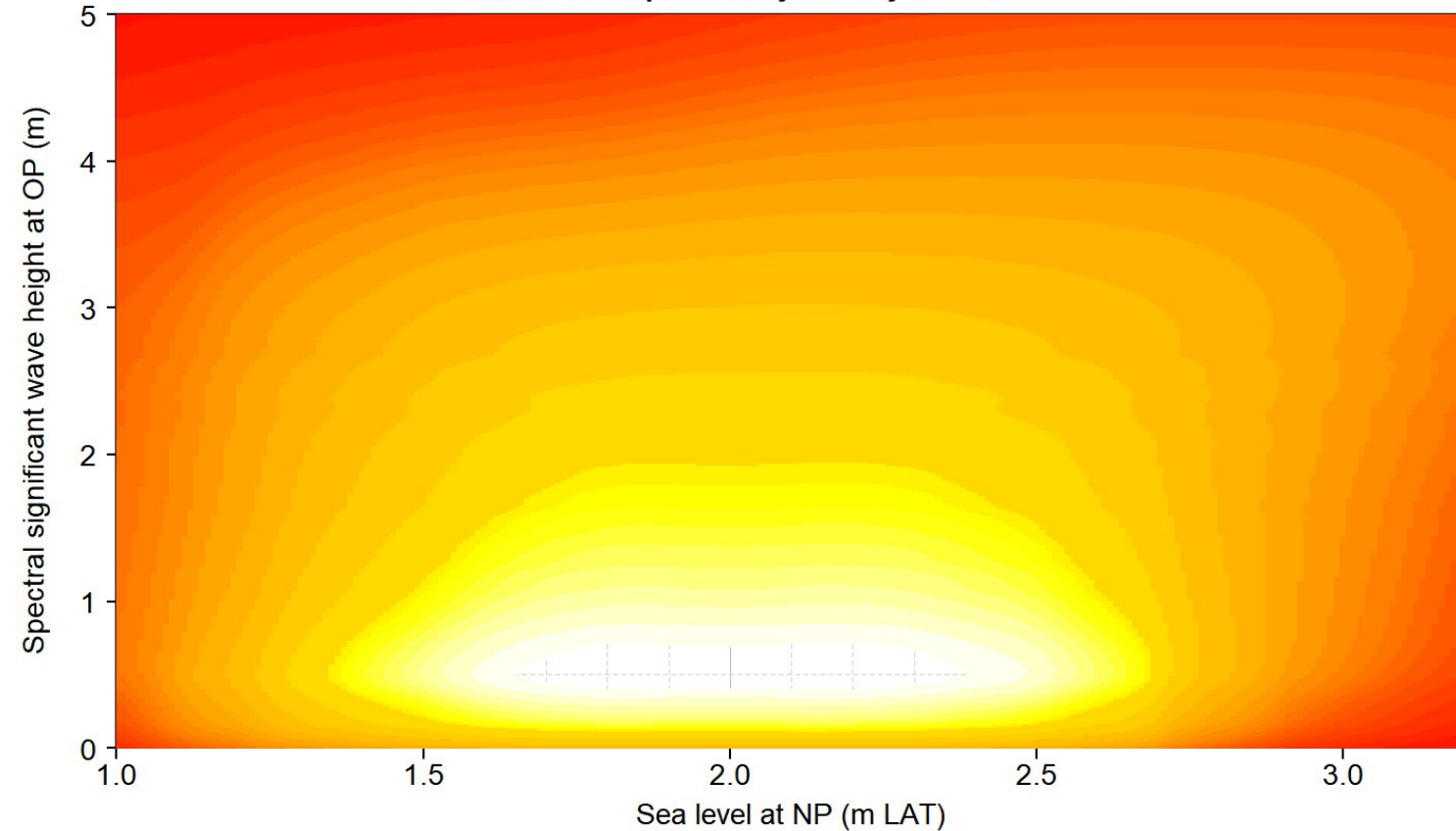
Méthodologie

Décalage année après année de la probabilité $\mathbb{P} [X > x, Z > z]$

Enjeux

Méthodologie

Site 1 - Joint probability density function - 2070

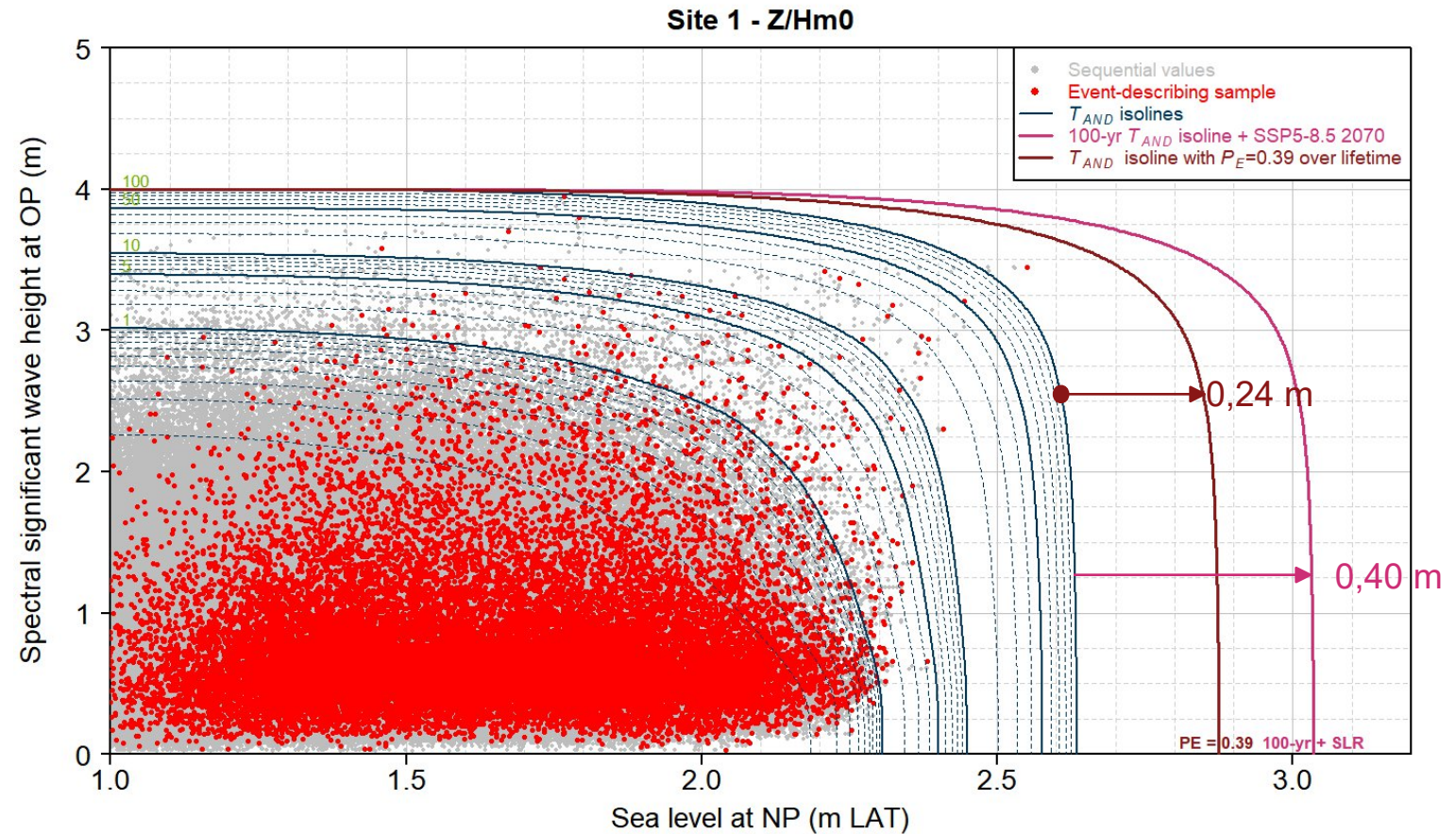


Méthodologie

Résultats pour les contours de période de retour de dépassement conjoint \mathcal{T}_{AND} :
décalage de **0,24 m** pour une valeur finale d'ENM de **0,40 m**

Enjeux

Méthodologie

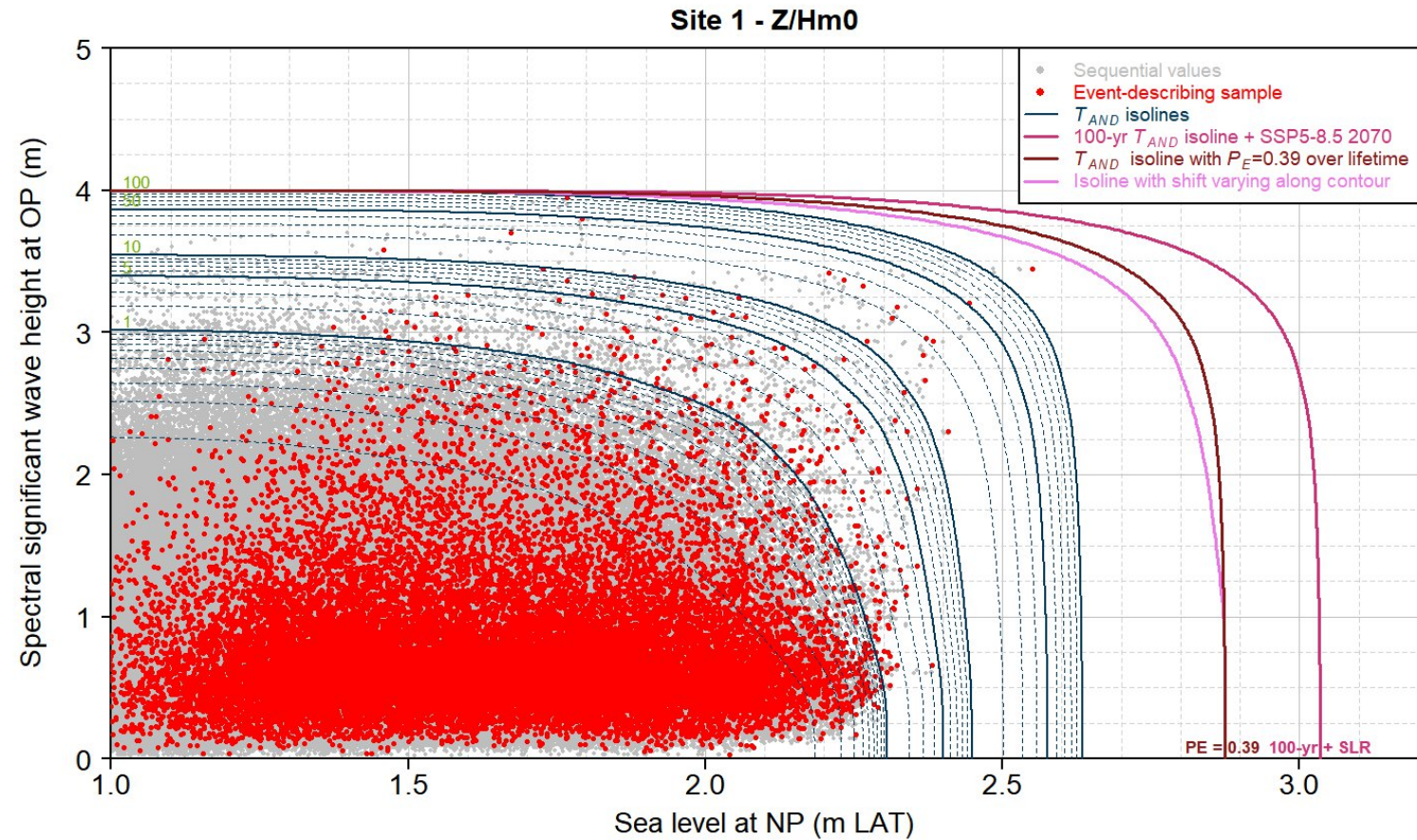


Méthodologie

En réalité, **décalage non constant** sur tout le contour

Enjeux

Méthodologie



Conclusions

- ❑ Approche basée sur un **aléa évalué sur toute la durée de vie du projet** (débat à ouvrir sur le choix d'une valeur de \mathbb{P}_E plutôt que $\mathcal{T}_r...$)

- ❑ Permet d'**éviter un surdimensionnement** et ses conséquences :
 - ✓ surcoût économique
 - ✓ durée des travaux
 - ✓ surconsommation des matériaux (béton, enrochements...)
 - ✓ empreinte visuelle

- ❑ Permet d'envisager une **structure adaptative** (facilement reprise en cours de durée de vie), au fur et à mesure que l'ENM se précise :
 - ✓ quais en escalier
 - ✓ murs de couronnement réhaussables
 - ✓ ajout d'un mur chasse-mer entre le sommet de l'éperon et le mur du fort
 - ✓ ...

Enjeux

Méthodologie

Conclusions

Conclusions

- ❑ Attention à la **dépendance houle – niveau liée à la hauteur d'eau lors de la propagation** (choix du point d'analyse)
- ❑ L'élévation du niveau marin ne mènera pas forcément toujours à une réponse de l'ouvrage plus pénalisante ! (effort sur mur vertical passant d'un régime impactant à non impactant si l'augmentation de la profondeur retarde le déferlement)
- ❑ Possibilité d'intégrer une **probabilité marginale des hauteurs d'états de mer variant au cours du temps** et / ou une modification de la **forme de la probabilité marginale des niveaux marins** (changement du régime de marée et / ou de surcotes)

Enjeux

Méthodologie

Conclusions

Des questions ?

Enjeux

Méthodologie

Conclusions

Questions





www.arteliagroup.com