

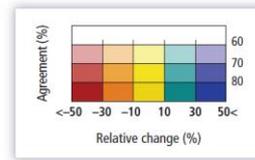
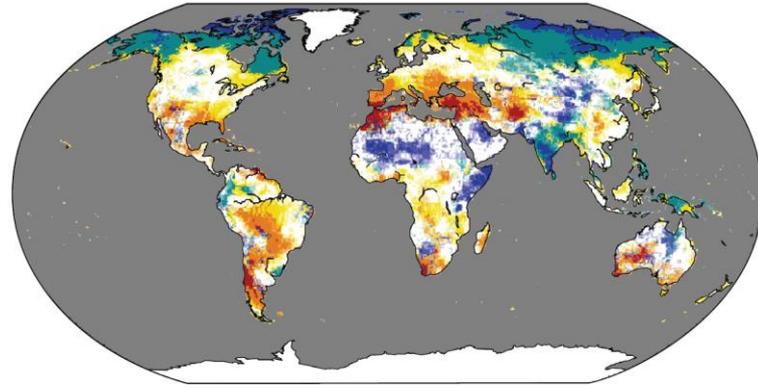
Barrage et Changements Climatique – Application du Guide IHA à un projet hydroélectrique sur le fleuve St- Paul au Libéria

Pierre-Yves BOURGIN – 22 Juin 2021



Contexte

- Le changement climatique est sans équivoque
- Il a des conséquences majeures sur la distribution et la disponibilité des ressources en eau, au niveau des **régimes saisonniers** et des épisodes de crue et de sécheresse
- Par conséquent, l'impact du changement climatique est devenu une question centrale pour les acteurs de la gestion des ressources en eau et de l'hydroélectricité (ICOLD, 2016)...(enfin?)



Changement du débit moyen annuel pour une augmentation de température de +2°C par rapport à la période 1980-2010, Source: (Schewe et al., 2013, Repris par GIEC, 2013)

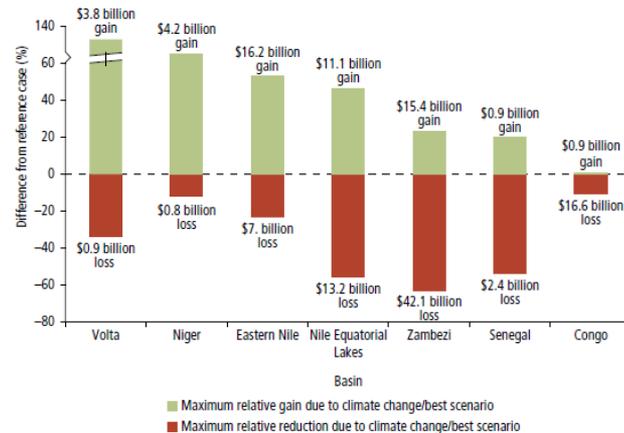


Crédit photo: California Dpt. of Water Resources

Des impacts potentiellement majeurs sur les performances et la sécurité des barrages

- Forte hétérogénéité spatiale (EDF, HydroQuébec, KenGen, HCB)
- Impacts négatifs Afrique du Nord, Congo et Zambèze, mais positifs bassin du Nil - Climate Impacts on Africa Hydropower (IEA, 2020)
- Van Vliet et al. (2017) in Nature Climate Change show “reductions in usable capacity for 61–74% of the hydropower plants worldwide”
- Crues extrêmes (contexte cyclonique +)
- Risques naturels (GLOFS, LDOFS, Sedimentation)
- « Threat multiplier »

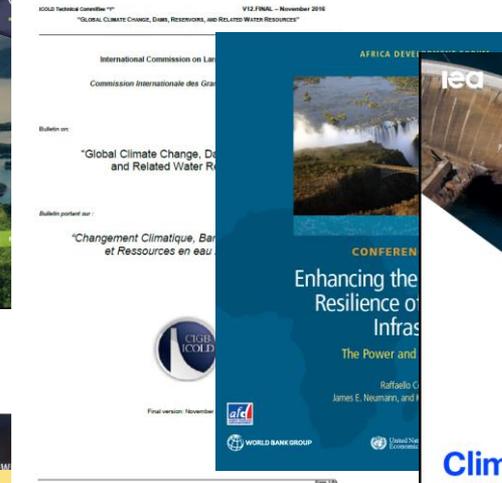
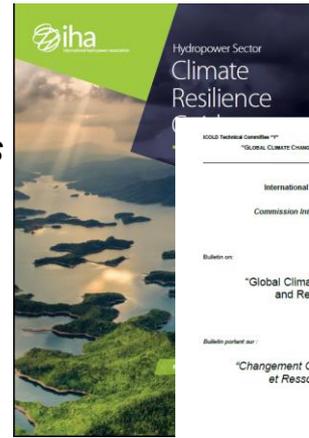
Figure 0.4 Changes in Hydropower Revenues from Climate Change, 2015–50 (Present value)



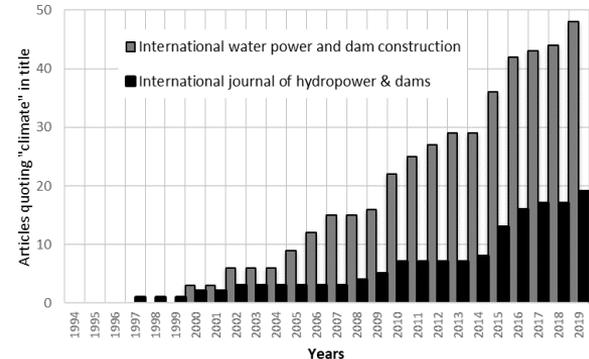
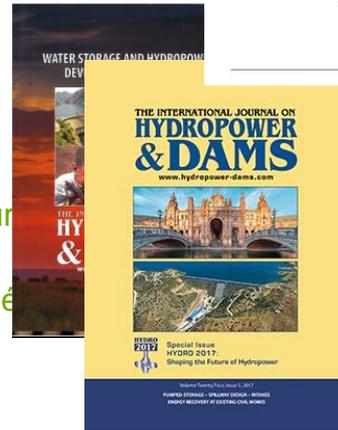
(Banque Mondiale, 2015)

Prise de conscience croissante des enjeux se traduit par:

- Bulletin 168 CIGB *Climate Change, Dams, Reservoirs and Associated Water resources* (2016)
- ***Climate Resilience Guide* (IHA, 2019)**
- *Climate Impacts on Africa Hydropower* (IEA, 2020)
- Publications dans la revue *Hydropower and Dams*
- Thème de sessions/conférences dédiées (HYDRO, CfBR/CIGB, SHF)
- Termes de référence des consultations pour services d'ingénierie-conseil (analyse qualitative 2012-2017)
- Etude de vulnérabilité (ou *Climate Change Risk Assessment*) – Banques, développeurs, opérateurs
 - Bassin du Bandama en Côte d'Ivoire (AFD)
 - Cahora Bassa Hydropower au Mozambique (producteur exploitant, barrage existant)
 - Neskra HPP en Géorgie (JSC Neskra Hydro, faisabilité)
 - Volobé (CGHV, faisabilité)



Climate Impacts on African Hydropower



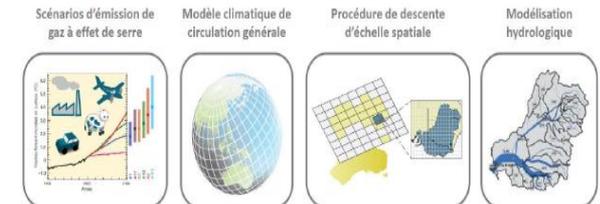
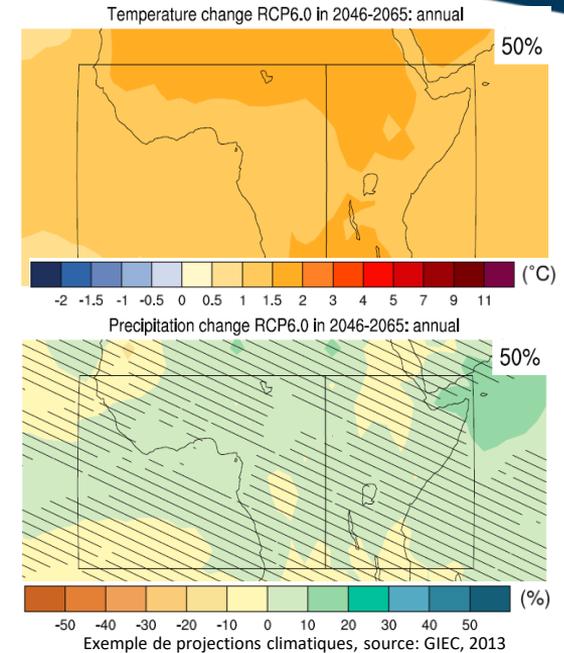
Le défi de la planification en contexte de futur incertain

Des attentes importantes...

- Infrastructures stratégiques (énergie, sécurité alimentaire)
- Durées de vie >50 ans
- Investissements conséquents
- Messages contradictoires: les barrages, une solution d'adaptation?
- Eclairer la décision (*Risk-Informed Decision Making*)

... futur incertain et moyens/ressources limités

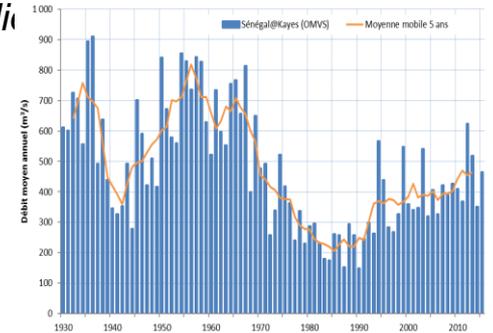
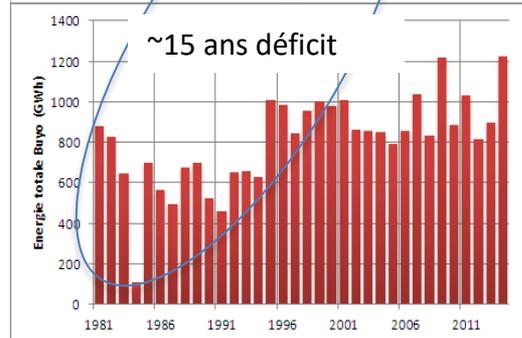
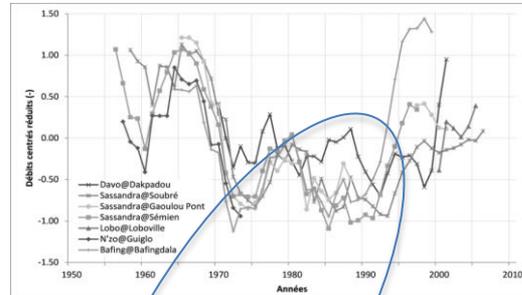
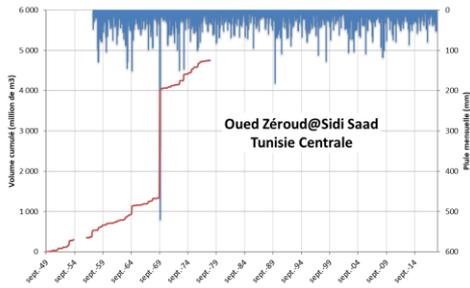
- Signal claire de hausse des températures
 - effets directs prévisibles sur accumulation et fonte de glace/neige
 - augmentation de l'ETP et sécheresse des sols
- Evolution des pluies incertaine et régionalement contrastée (a fortiori les pluies extrêmes)
- Niveau d'information limité
- Niveau de risques/opportunités spécifique à chaque site/projet
- Les méthodes d'évaluation des impacts issues du monde académique souvent parfois difficiles à appliquer
- Résistances au changement dans les pratiques (« [climate] *stationarity is dead* »)



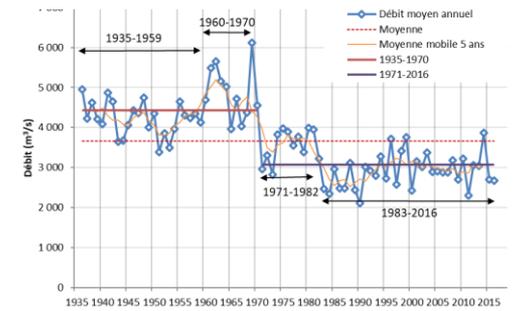
Chaîne de modélisation pour l'évaluation des impacts du changement climatique sur les ressources en eau, source: Coron, 2013

Un outil simple et pédagogique : l'élasticité des débits aux précipitations

- Le défi du changement climatique, c'est le défi de la variabilité
- « Expérience » de la variabilité climatique et de ses conséquences
- Capitaliser les connaissances acquises sur un bassin versant
- Vertu pédagogique auprès d'un public « non-sachant »
- Conforme au « stress test » « dégradé » du *Hydropower Sector Climate Resili*



Sénégal, Oubangui, Zambèze, Nil Blanc (Lac Victoria), ...



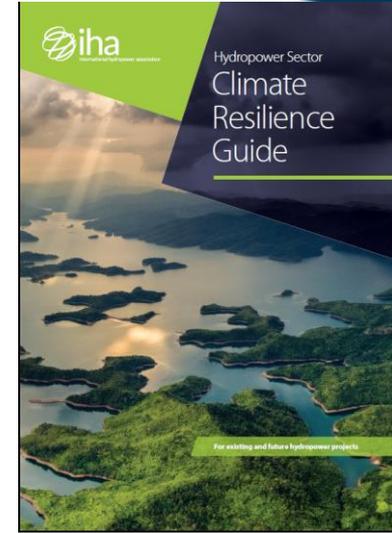
« Catastrophe climatique de l'automne 1969 »

Mais pas suffisant...Zoom sur le guide IHA

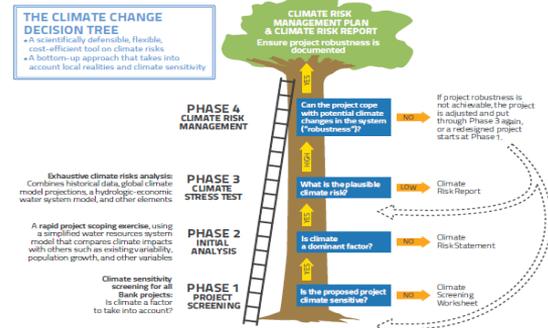
- Initiative IHA – WBG – BERD
- Large concertation parmi les parties prenantes
- Capitalisation de 10ans+ de travaux de la Banque Mondiale sur les questions de *Decision Management under Uncertainty (DMU)*, de résilience et d'adaptation

- Des principes et un cadre méthodologique (Decision Tree Framework)

- Applicability to any type and scale of hydropower project
- Suitable for both existing and future hydropower projects
- Adaptable to single and cascade projects
- Relevant to any geography
- Aligned to the hydropower project's functions
- Compatible with all data availability and quality

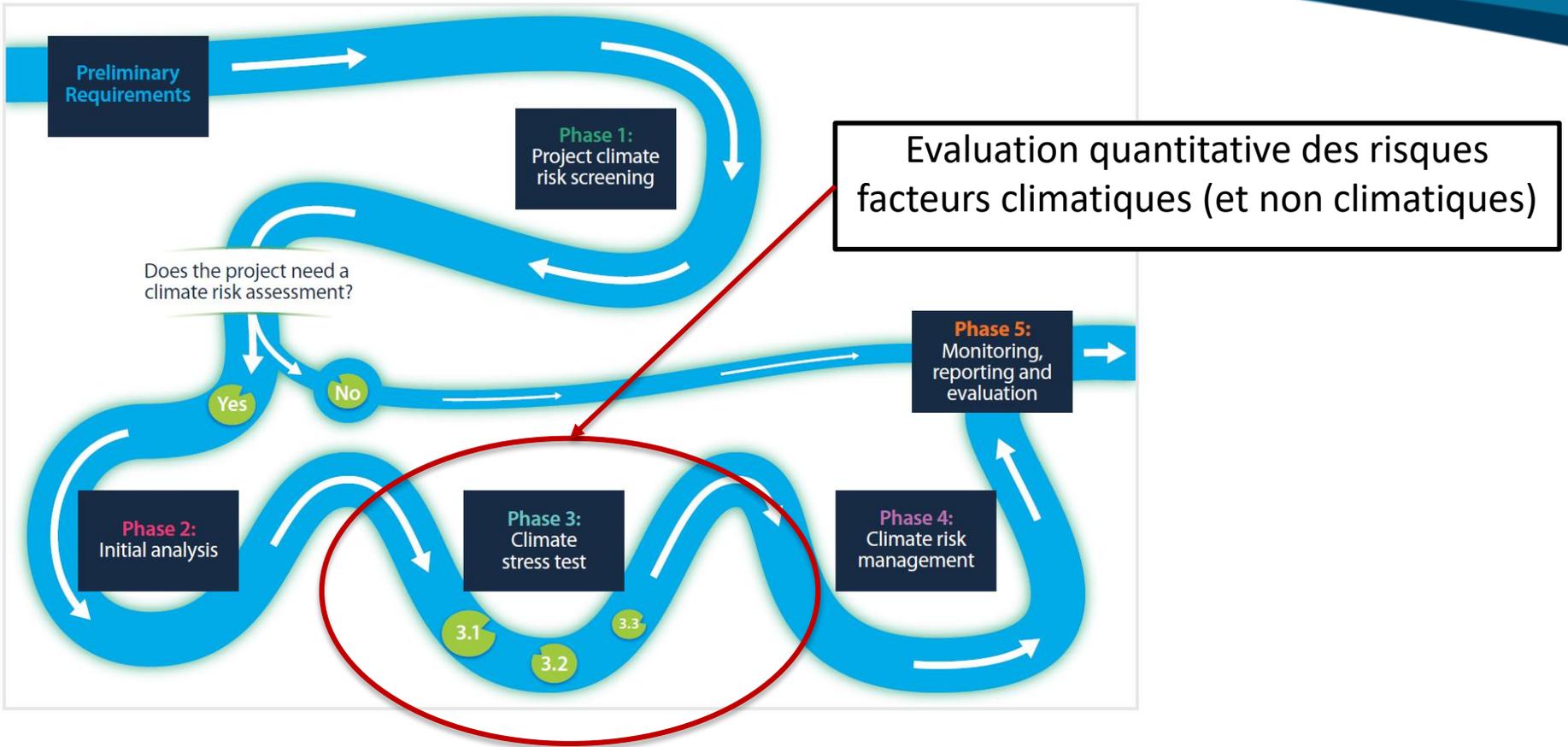


IDENTIFYING AND MANAGING CLIMATE RISKS



Résilience climatique d'un projet hydroélectrique (définition du Guide IHA):

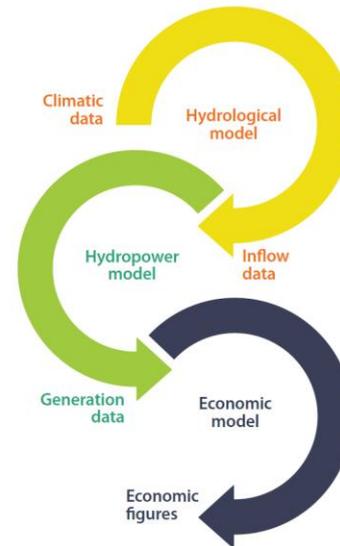
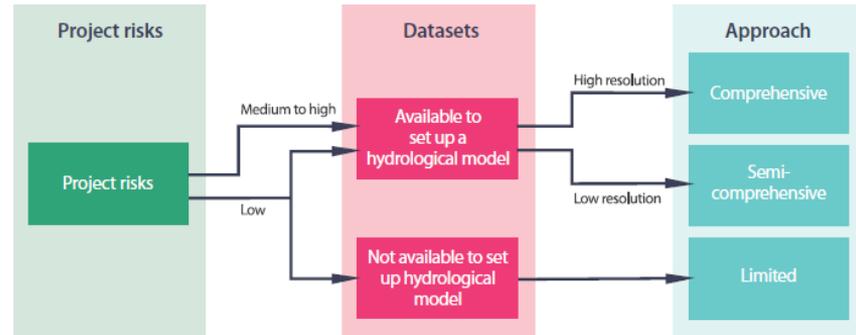
- Capacité d'anticiper, d'absorber, de s'adapter et de se remettre des changements causés par le changement climatique
- Les projets planifiés avec la résilience comme objectif sont conçus, construits et exploités pour mieux gérer l'éventail des changements climatiques potentiels et des catastrophes naturelles induites par le climat



- “In the case of climate change, experience in attempts to better predict the evolution of future climate, in the hope that uncertainty might be reduced, have been found ineffective (WB). They often result in major climate science efforts including focusing on the emissions scenarios, modelling choices and downscaling methods, instead of focusing on the key uncertainties that effect a specific project at a specific location [...] The Decision Tree Framework employs a different approach”.
- The logic of the approach is simple: instead of attempting to use downscaling to predict climate change, which is inherently unpredictable, this approach identifies vulnerabilities to climate change and other factors by exploring the effects of a systematically sampled wide range of changes in climate and other non-climate factors. If vulnerabilities emerge, their level of concern is judged and managed pragmatically based on the specific variables and values that cause the vulnerability.

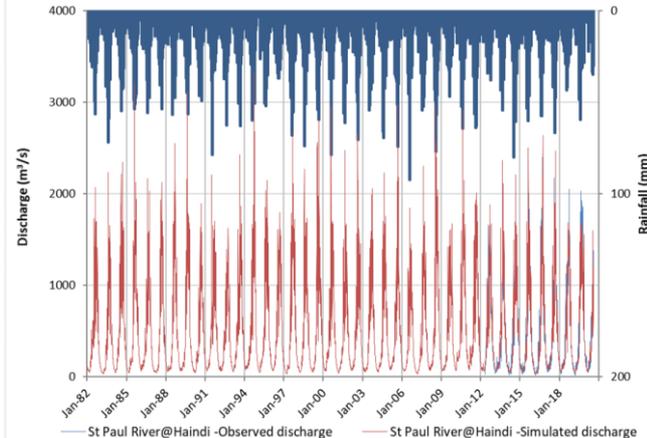
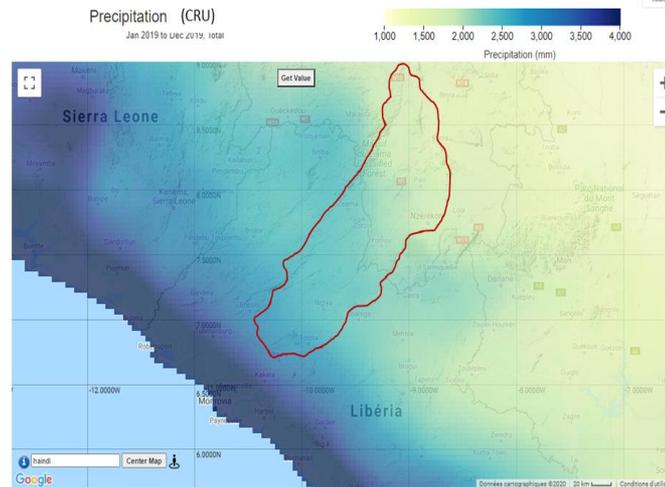
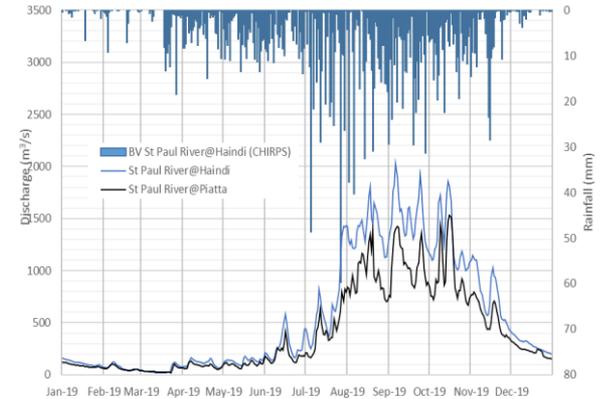
Phase 3 Stress test

- Définir un baseline scenario
- Construire des scénarios climatiques
- Grace à une modélisation en cascade (modèle hydrologique couplé à un modèle hydroélectrique puis à un modèle économique), produire une carte de réponse climatique montrant la performance du projet dans un large éventail d'états climatiques possibles



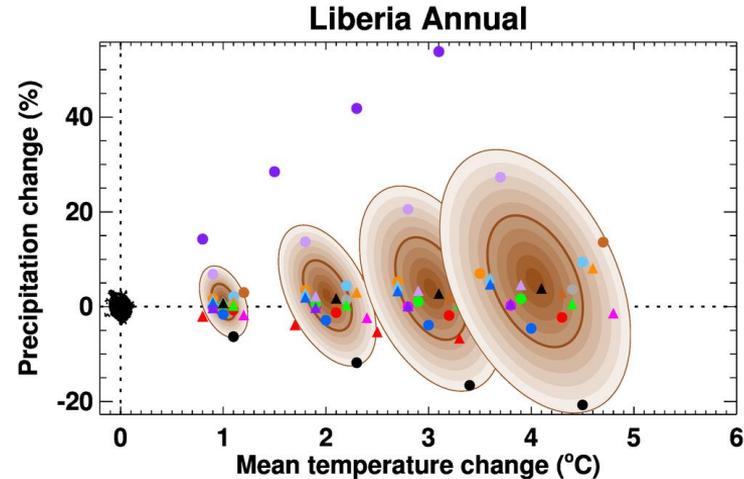
Cas du projet SP2 sur le fleuve St-Paul au Libéria (Article CIGB 2021)

- Régime tropical de mousson africaine
- Débits observés à Haindi GS depuis 2012 (LHS)
- Produits climatiques globaux CRU/CHIRPS jugés assez fiables
- Modèle pluie-débit pour étendre débit à période de référence (1982-2020)



Cas du projet SP2 sur le fleuve St-Paul au Libéria (Article CIGB 2021)

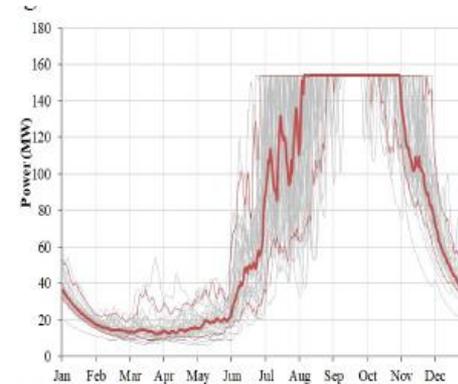
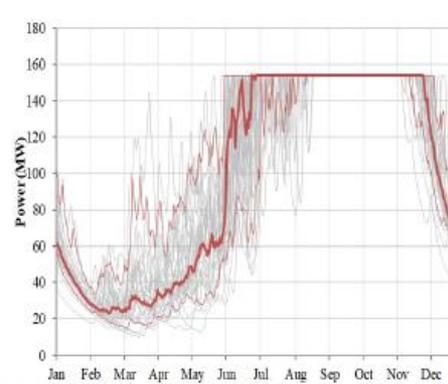
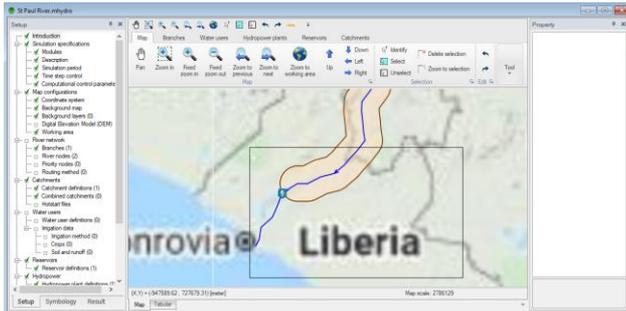
- *Change factors* température et précipitation
- Appliqués de manière uniforme sur l'année
- -> (27-1) scénarios de climats futurs possibles
- Utilisés comme forçage du modèle hydrologique



Projections of national average climate change in Liberia (source: ClimGen)

Change in Runoff	Change in Precipitation (%)								
Change in Temperature (°C)	-40%	-20%	-10%	-5%	0%	5%	10%	20%	40%
0°C	-80%	-40%	-22%	-9%	0%	10%	23%	46%	88%
+2°C	-84%	-51%	-30%	-20%	-9%	2%	13%	36%	81%
+4°C	-87%	-58%	-38%	-28%	-17%	-6%	5%	27%	72%

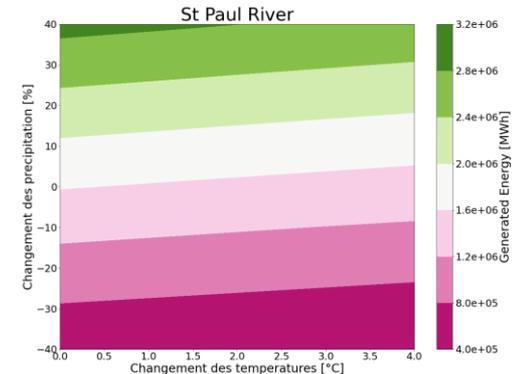
Cas du projet SP2 sur le fleuve St-Paul au Libéria (Article CIGB 2021)



Productible dans le scénario de référence (gauche) et dans le scénario (+2°C, -20% pluie)

- Modèle de productible Mike Hydro Basin
- Déficit de performance pour une majorité de futurs possibles
- Déficit plus marqué sur la production en saison sèche (puissance garantie)
- Pas de probabilisation des futurs possibles

Change in expected generation	Change in Precipitation (%)								
	-40%	-20%	-10%	-5%	0%	5%	10%	20%	40%
Change in Temperature (°C)									
0°C	-60%	-22%	-9%	-5%	0%	4%	8%	14%	25%
+2°C	-67%	-28%	-15%	-10%	-5%	-1%	3%	9%	20%
+4°C	-73%	-34%	-21%	-15%	-10%	-6%	-2%	5%	16%



Conclusions

- Nécessité de concevoir et construire des infrastructures **ROBUSTES** avec la moindre sensibilité aux effets du changement climatique (stratégie du moindre regret)
- On peut imaginer à court ou moyen terme que certains bailleurs/régulateurs imposent sur les projets des normes en matière d'évaluation des risques et de résilience au changement climatique aussi strictes et encadrées que les normes environnementales et sociales.