

Aménager et Gérer les Plaines Inondables dans un Contexte de Changement Global

LES ENJEUX DE LA PLAINE INONDABLE DU SOUS-BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE DAULE - CHANTIER ÉQUATEUR



ACTION STRUCTURANTE COSTEA



Version provisoire du 9 juin 2021

Contributeurs (Equipe COSTEA) : la liste sera consolidée ultérieurement

Contenu

Introduction.....	3
1 Présentation de la zone étudiée.....	3
3.3 Données générales.....	3
3.4 Topographie	4
3.5 Climat	4
3.6 Hydrologie du sous-bassin du Daule	5
3.7 Aménagements hydrauliques sur le bassin versant Daule	7
3.8 Aménagement du territoire / occupation des sols	8
3.9 Perspectives d'aménagements futurs	9
2 Principaux enjeux du bassin de la plaine en lien avec les inondations	9
3.10 rôle des esteros / zones humides	9
3.11 Relation Agriculture – inondation	10
3.12 Renchérissement du cout de services d'eau.....	10
3.13 Connaissance du bassin et dynamique des inondations.....	10
3.14 Risques d'inondation.....	11
3.15 Changements climatiques / global et aléa accru	13
3.16 Gouvernance et expérience de concertation / risque	14
2.1.1 Expériences de gestion du bassin versant.....	14
2.1.2 Expérience de concertation pour la gestion du risque d'inondation.....	14
Conclusion.....	17
Bibliographie (à compléter)	19

Introduction

En Equateur, la plaine inondable de la rivière Daule, affluent du fleuve Guayas est habitée et aménagée depuis fort longtemps. A partir du XX siècle, des investissements hydrauliques massifs ont été réalisés (barrage Daule Peripa, drainage, irrigation,) qui ont permis la mise en valeur de terre à des fins agricoles et l'expansion urbaine de la ville de Guayaquil et de centres urbains intermédiaire. Des systèmes agricoles très intensifs, rizicoles notamment, ont été implantés.

Face à l'aléa inondation, la priorité a été donnée au contrôle via un abordage hydraulique. Malgré ces efforts, il y a augmentation du risque de catastrophe d'inondation et de la composante anthropique des inondations (causes humaines directes et indirectes) avec limitations de l'espace d'expansion des crues, notamment via l'exploitation des zones humides – appelées esteros - et du risque.

Le thème des vulnérabilités et capacités individuelles et collectives face à l'aléa inondations a été peu considéré par la politique publique. Populations économiquement les plus vulnérables, notamment petits producteurs agricoles, le sont également face aux inondations.

Les services multiples que ces écosystèmes (esteros et basse plaine) fortement anthropisés rendent à leurs populations sont aujourd'hui menacés, ce qui rend nécessaire de repenser leurs modes d'aménagement et de gestion via des stratégies d'aménagement intégré.

Remise au CST du COSTEA dans le cadre du chantier Zones Inondables, la note (provisoire juin 2021) suivante propose une grille de lecture de la complexité des inondations et du risque associé, des relations entre inondation et agriculture, ainsi que le besoin de changement de paradigme dans le traitement des inondations, facilitée par un processus de concertation-participation pour la résilience des grandes zones inondables et de leurs populations.

1 Présentation de la zone étudiée

3.3 Données générales

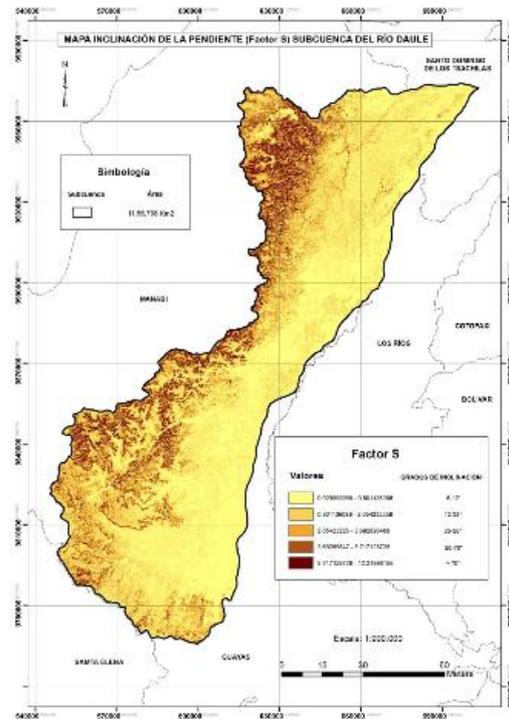
Le sous bassin versant Daule est un des six sous-bassins du bassin Guayas lequel héberge environ 40 % de la population nationale et est premier contributeur au PIB national (Aguilar & Naranjo, 2018). Le sous-bassin de la rivière Daule a une superficie de 11.567 km², soit 36% de la superficie du bassin Guayas. Il couvre une partie des provinces Los Ríos, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas et Guayas, où vivent 27% de la population nationale (4 118 284 habitants selon le recensement INEC 2010), principalement parce que la ville de Guayaquil (2,7 M hbts) en fait

partie. La ville portuaire se situe au point aval du bassin versant.



3.4 Topographie

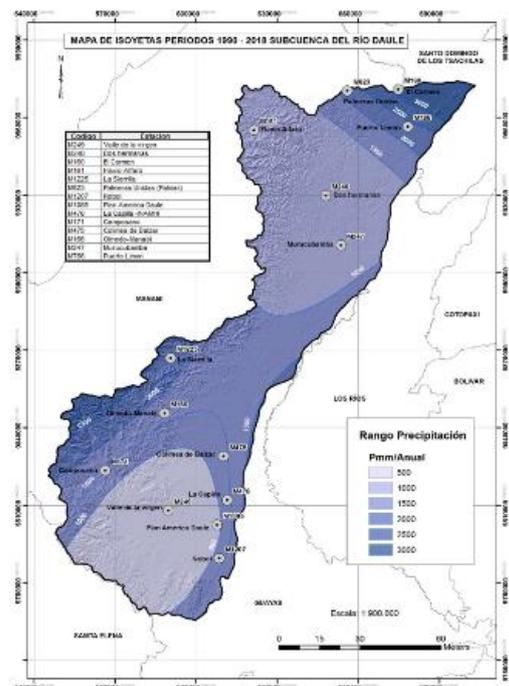
L'altitude au point le plus bas est de 10 m dans la partie la plus basse, à la confluence avec le fleuve Babahoyo et de 830 m dans la partie la plus haute (Gutiérrez & Silva, 2020). On trouve des pentes raides supérieures à 50 et même 70% situées dans la partie ouest (province de Manabi). Un relief régulier, lisse ou légèrement ondulé avec des pentes comprises entre 5 et 12 %, est également observé, principalement dans la partie centrale et inférieure du sous-bassin et un relief faible, plat ou presque plat avec des pentes comprises entre 0 et 5 % dans la partie basse (plaines alluviales et plaines fluviales).



3.5 Climat

Le bassin Daule comporte deux zones climatiques, une zone de climat tropical méga-thermique humide et une zone de climat tropical méga-thermique sec/semi-humide. Les précipitations sont concentrées en une seule période, de décembre à mai, avec un temps sec le reste de l'année. Les températures moyennes oscillent autour de 24°C, relativement constantes pendant l'année.

85% des précipitations se réalisent durant les 4 premiers mois de l'année, les 15 % restants se distribuent sur les 8 mois postérieurs. Les précipitations varient dans l'ensemble du bassin, pouvant atteindre une valeur moyenne de 4500 mm annuel en amont (nord ouest) et de 3000 mm dans les plaines. Vers le sud-ouest, la moyenne annuelle est de 1050 mm (Gutiérrez & Silva, 2020).



Carte d'isohyètes (Source: Inamhi)

La partie sud est, rive gauche du Daule, sensible aux inondations est également exposée aux sécheresses où l'on observe jusqu'à 10 mois secs par an (Universidad Católica Santiago de Guayaquil, 2017).

(zone de développement de la riziculture irriguée sur la rive droite de la rivière)

Carte xxx Sensibilité aux sécheresses du bassin Daule

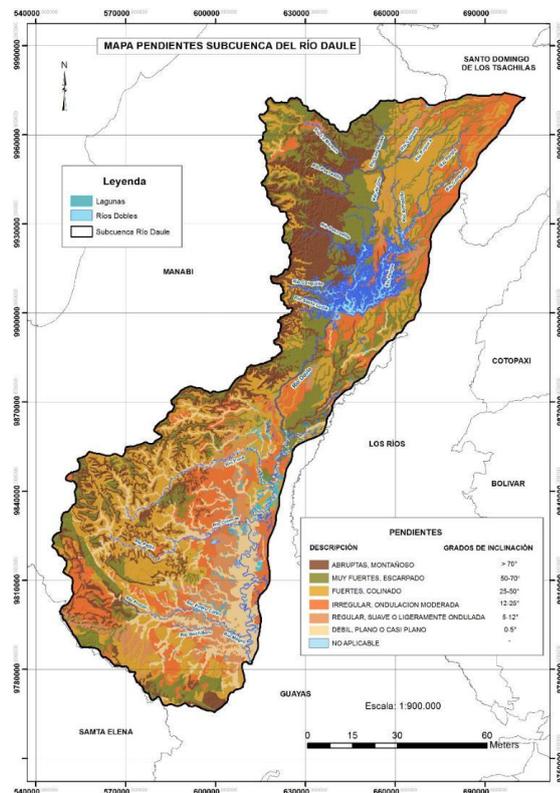


Source : Diagnostic situationnel du plan de conservation du bassin du Daule, 2015

3.6 Hydrologie du sous-bassin du Daule

La rivière prend sa source au nord du bassin versant et s'écoule nord-sud, recevant des affluents principalement de la rive droite et également de la rive gauche sur la partie basse (rivière Pula).

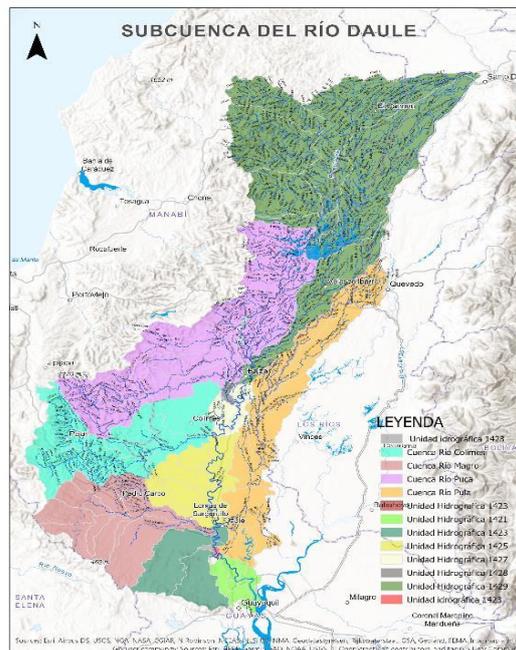
Les principaux affluents de la rivière Daule, en aval du barrage de Daule Peripa sont : (1) sur la rive droite les rivières Puca, Paján, Pedro Carbo et Bachillero et (2) sur la rive gauche une zone de drainages mineurs et la rivière Pula, soit 7 unités hydriques principales.



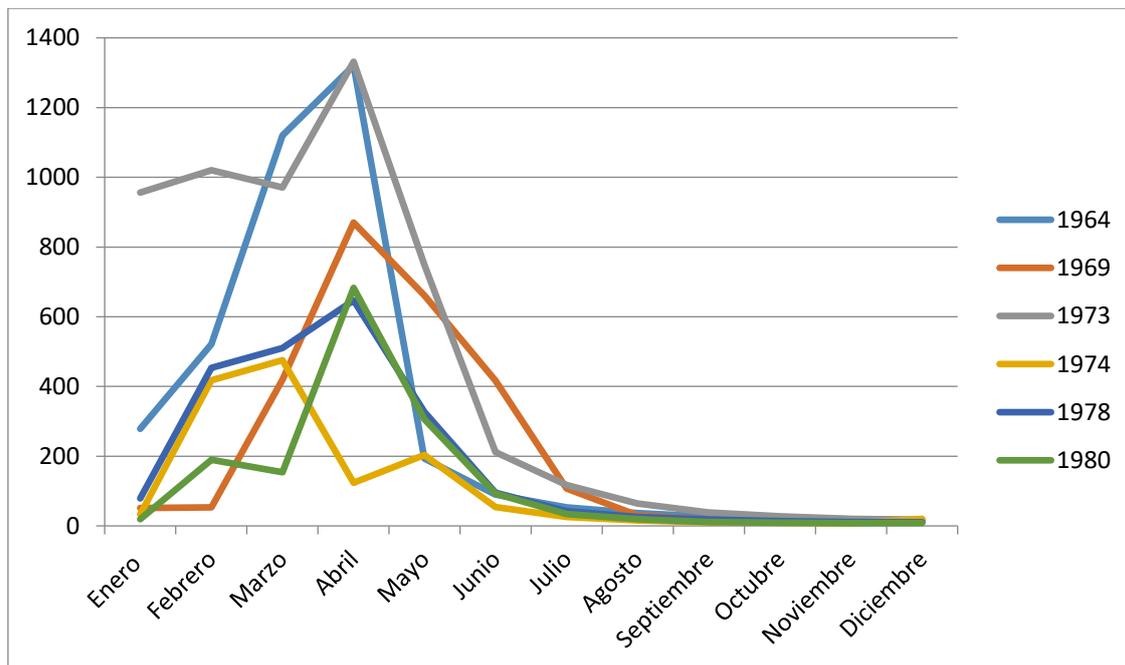
L'apport annuel moyen en volume du sous-bassin Daule est de $8,14 \times 10^6 \text{ m}^3$, ce qui correspond à 37% du volume total ($22 \times 10^6 \text{ m}^3$) du bassin du fleuve Guayas.

Les mois ayant le débit moyen le plus élevé sont février, mars et avril, avec une moyenne interannuelle de $630 \text{ m}^3/\text{s}$ (Pila & Galarza, 2016), sur les données disponibles pour la rivière Daule entre 1990 et 2008. Le débit est variable entre les différentes périodes, selon l'INAMHI pour la station La Capilla (aval), atteignant $1.900 \text{ m}^3/\text{s}$ lors des crues ou $12 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'étiage (avant construction de Daule – Peripa).

Entre 1964 et 1988, pour une série de 9 ans, le débit moyen du mois d'avril a été de $748,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (avant barrage Daule – Peripa).



Source: AVSE 2020



Graphique No.xxx : Débit moyen mensuel (M^3/sec) des années 1964 à 1980 – station H365¹ Capilla (Source : Inamhi)

Comme le montre le graphique, de fortes variations interannuelles sont enregistrées. De plus, le phénomène El Niño (Années 1982 - 1983 et 1997-1998) peut se manifester par des pluies extraordinaires pendant les mois secs, en novembre et décembre, et se prolonger jusqu'en octobre de l'année suivante. En avril 1983, le débit mensuel moyen

¹ La station de La Capilla est la référence pour les débits existants dans le sous-bassin de la rivière Daule, en raison de sa localisation plus proche de la fin du bassin.

du Daule a atteint 1.446 m³/s. Lors de El Niño 97/98, le débit moyen a été plus élevé pour tous les mois de l'année : 1453 m³/s en décembre et de 502 à 1911 m³/s en avril.

En cohérence avec ces données hydrologiques, les producteurs agricoles du bassin décrivent des années sèches (ou hiver mauvais), hivers normaux, hivers forts et hivers catastrophiques (El Niño).

3.7 Aménagements hydrauliques sur le bassin versant Daule

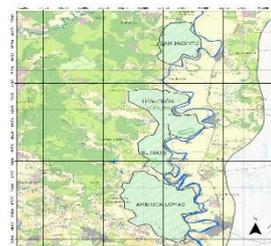
Sur la base d'un **Plan Hydrique** qui comprenait 20 sites de barrages, 2 transferts, 2 dérivations, la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE, 1965), a débuté en 1980 la construction du plus grand projet d'infrastructure polyvalent du pays : le **projet polyvalent Jaime Roldós Aguilera**². Le barrage, situé en amont du bassin Daule, stocke l'eau des rivières Daule et Peripa. Le réservoir inonde environ 34 000 ha de terres. Sa capacité de stockage est de 6 x 10⁹ m³ d'eau (six

milliards de m³) lorsque le niveau du réservoir atteint son cota. maximal de 88 m. La fluctuation normale du niveau du réservoir se situe entre les cotes 70 et 85 m (Gutiérrez & Silva, 2020).



Les fonctions du barrage Daule Peripa sont les suivantes :

- **Irrigation de 17000 ha** dans la basse plaine du Daule entre Petrillo et Colimes via 4 systèmes publics (CEDEGE) transférés. Il s'agit de El Mate, Higuierón, San Jacinto et América Lomas (construits entre 1985 et 1994), situés dans la zone basse sur la rive droite de la rivière, qui consistent en des travaux d'irrigation et de drainage par pompage (capacité 30 m³/s). Selon Pila & Galarza (2016), ils atténuent les inondations grâce aux canaux de drainage construits. Ils sont protégés par des digues.
- Transfert d'eau de la rivière Daule à la péninsule de Santa Elena pour l'eau de consommation, l'irrigation de 42 000 ha afin de répondre aux demandes en eau pour le développement industriel, de la pêche et du tourisme. Ceci nécessite 760 millions de m³.
- Approvisionnement des barrages Esperanza et Poza Honda à Manabí. 500 hectomètres cubes d'eau sont transférés par an.
- Production d'énergie hydroélectrique de 75,8 MW en moyenne (CAIC, 2008). Il peut être turbiné jusqu'à 3500 millions de mètres cubes.
- Conservation du volume correspondant à des crues allant jusqu'à 25 ans de récurrence afin de contrôler partiellement les inondations qui se produisent dans la plaine du Daule. Cela demande 1200 millions de mètres cubes, à travers une capacité dans le réservoir qui s'obtient entre les niveaux 83,5 et 85.
- Garantie de l'approvisionnement en eau de la station de traitement de La Toma qui alimente en eau Guayaquil et d'autres villes le long de la rivière Daule. Cela nécessite 12m³ par seconde, soit 275 millions de mètres cubes par an.



² Durée de construction a été de 8 ans pour un coût de 1 200 millions de dollars

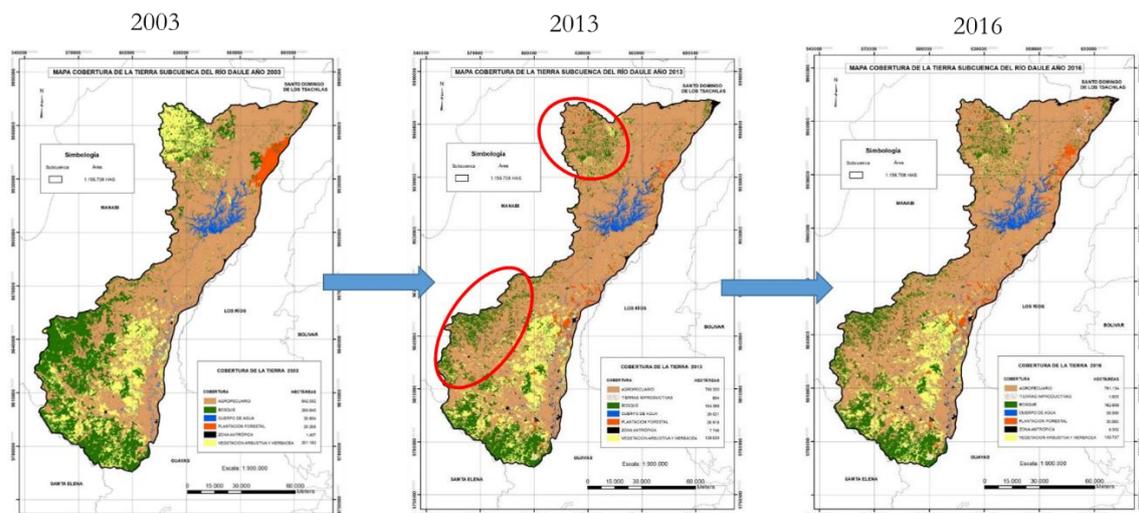
- Soutenir le débit à l'étiage pour freiner le biseau salin et ainsi protéger la prise d'eau brute de la ville de Guayaquil (10 km au nord de la ville sur la daule). Le contrôle de la salinité implique 20 m³/s ou 450 millions de mètres cubes par an.
- Un autre ouvrage inauguré il y a cinq ans (2015) est le transfert Daule Vincés³ – projet "DAUVIN"³, situé entre les rivières Daule et Babahoyo. Le but du projet était de restituer 100 m³/s au sous-bassin de la rivière Vincés dans sa partie déficiente, eau cédée par le transfert Baba-Daule. Bien que politiquement présenté comme un projet « polyvalent », incluant le contrôle des inondations, sa fonction est orientée principalement vers l'irrigation.

Finalement, une partie des parcelles irriguées est permise par un pompage directement dans la nappe phréatique, sans réelle régulation.

3.8 Aménagement du territoire / occupation des sols

Diverses activités économiques y sont développées, comme l'agriculture, l'élevage et l'industrie de Guayaquil. Ce bassin versant à la biodiversité essentielle est de plus en plus artificialisé.

En 2003, 56% de la superficie du bassin étaient agricoles (banane, cacao, maïs, riz, élevage) et 22% étaient occupés par des forêts. En 2016, les surfaces agricoles représentaient 69% (36 % cultures / 33 % paturages) de la surface et les forêts seulement 14%. Dans la zone basse inondable, la culture du riz domine, elle atteindrait 67 000 hectares.



Source : rapport Erosion pour Interagua, AVSF – CESA, 2020

L'expansion d'une agriculture aux pratiques intensives d'usage des sols est la cause principale de la dégradation du bassin versant Daule, de la perte de biodiversité et de ses fonctions écologiques et services écosystémiques associés.

Sur le bassin versant, l'agrobusiness domine, coexistant avec des systèmes de production de l'agriculture familiale paysanne (AFC selon les sigles en espagnol). Ces systèmes AFC sont les plus vulnérables à la dégradation du bassin versant et aux risques associés ; Ils en sont également des acteurs.

³ L'information sur le Daule - Vincés est basée sur l'information présentée par Rodríguez, 2013, en fonction des données SENAGUA de 2012.

De plus, il existe un développement routier important qui a remplacé la voie fluviale pour relier les zones de production aux différents centres de commerce, mais qui génère des problèmes avec les infrastructures liées (routes, ponts et égouts), lesquelles fonctionnent comme barrages artificiels car ils bloquent le drainage naturel du bassin pendant la saison des pluies (Rodríguez, 2016).

3.9 Perspectives d'aménagements futurs

Le ministère de l'Environnement et de l'Eau, dispose d'une **Planification Nationale de l'Eau de l'Équateur (2014-2035)**⁴ centrée sur le développement des territoires par la **construction d'ouvrages hydrauliques**. Ce plan a été formulé par le ChangJiang Institute of Survey Planning Design and Research, en 2014. Sur le bassin Daule, il est prévu d'étendre la superficie irriguée de 250.000⁵ hectares (zone moyenne, zone basse) et de couvrir la demande additionnelle en eau potable pour 500.000 personnes sur Guayaquil. Le Plan National d'Irrigation et de Drainage 2019-2027 va dans le même sens avec le développement sur la province Guayas de , un système polyvalent (infrastructure dans les canaux secondaires et tertiaires du « DAUVIN ») et la mise en œuvre de 35 nouveaux systèmes d'irrigation (Secretaria del Agua, 2019)⁶.

Des investissements sont en cours comme :

- En 2019, l'AFD a octroyé 84 M euro de prêt à l'entreprise publique d'eau potable de la ville de Guayaquil EMAPAG (opérée par Interagua-Veolia), pour l'extension de réseaux d'assainissement, bénéficiant aux quartiers défavorisés de Guayaquil et améliorant la qualité des eaux de la rivière Daule.
- Réseau SAICA de monitoring de la qualité des eaux de la rivière Daule, mis en place et géré par l'entreprise d'eau potable EMAPAG, financé par la Banque Mondiale.

2 Principaux enjeux du bassin de la plaine en lien avec les inondations

3.10 Rôle des esteros / zones humides



Historiquement, la compréhension de ce phénomène d'alternance saisonnière sécheresse / inondation a permis d'exploiter ces territoires à des fins agricoles via le système des buttes et drainage (camellones) dans la plaine alluviale (50.000 Hectares connus). Le rôle économique (pêche, riz de décru) des esteros (zones humides) est peu documenté. L'influence des esteros sur les inondations encore moins, notamment cette capacité de stockage naturel sur le bassin versant et d'écrtéage des crues, de ralentissement des écoulements vers l'exutoire.

mise en valeur agricole, pisciculture, protection contre les inondations, recharge des nappes souterraines, maintien de la biodiversité, assainissement naturel, eau

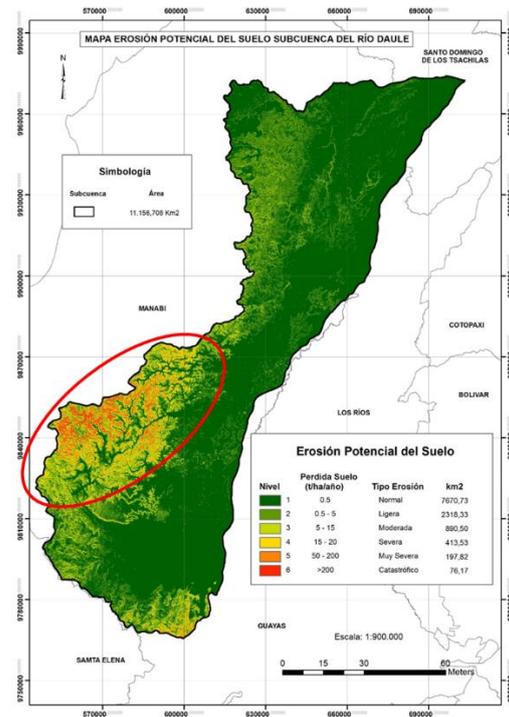
⁴Document confidentiel réalisé par ChangJiang Institute of Survey Planning Design and Research, 2014.

⁵ Popusa Armadillo: 5.827 ha, Mata de Café: 1.335 ha, Daule Congo: 6.114 ha, Pacalori: 143.267 ha, Pedro Carbo: 9.653 ha, Daule – Balzar – Cerrito: 4.000 ha, Guinea – Paján: 2.104 ha, Transfert Daule Vincas: 80.857 ha, Eau potable de Guayaquil: 407.408 habitants (Source : Plan national de l'Eau, 2014.)

⁶ Le document ne précise pas la liste par unités hydriques, il n'est donc pas possible de définir exactement celles qui appartiennent au sous-bassin du Daule.

3.11 Relation Agriculture – inondation (A completer)

La déforestation en amont, sur les fortes pentes, puis l'adoption de la monoculture motomécanisée et chimisée provoquent une érosion importante des sols : les niveaux d'érosion potentielle sur le bassin de la rivière Daule sont de l'ordre de 140 Tonnes/Hectare/an. Sur le bassin versant Puca, affluent du Daule, situé au centre-ouest du bassin sont catastrophiques, dépassant les 200 tonnes/hectare/an. Cela provoquerait un flux de sédiment a la confluence de entre 6,6 a 8,1 T/ha/an.



Changement de l'usage du sols

- Réduction des espaces naturelles -> moins d'infiltration
- Erosion hydrique -> turbidité et sédimentation accrue en aval, laquelle réduit la capacité du lit de la rivière Daule et augmente donc son débordement. (même débit, inondation majeure)

Renchérissement du cout de services d'eau

- Réduction de la longévité des ouvrages
- Réduction de la capacité de stockage du réservoir Daule Peripa

Pollution diffuse d'origine agricole

- Pics de pollution dans les rivières lors des crues (étude A. Charlotte, Interagua)

Rôle dans l'absorption des crues ?

Augmentation de la vitesse de circulation des eaux en amonts, réduction de l'espace de libre expansion des crues.

Agriculture est la première affectée mais aussi la principale composante anthropique contribuant à l'augmentation de l'aléa.

3.12 Connaissance du bassin et dynamique des inondations

L'occupation de la plaine alluviale se matérialise par l'expansion de la frontière urbaine, y compris sur remblais des zones basses, la construction d'habitat, la densification du réseau routier, les digues construites pour la pisciculture (crevette) et la production de riz, font que la transformation du territoire soit permanente et avec cela, varient la cartographie des zones inondées et inondables. (Gonzales et al, 2008).

Bien que l'eau souterraine soit une ressource abondamment utilisée par l'agriculture sur le bassin Daule, il existe une connaissance très limitée de l'état (quantité, qualité) et de la dynamique de cette ressource en eau. Une étude publiée en 2016 a permis une première analyse de la vulnérabilité de l'aquifère (Ribeiro, Pindo, and Dominguez - Granda 2016). Se focaliser sur une meilleure compréhension des dynamiques des eaux souterraines apparaît particulièrement pertinent dans un contexte où l'aquifère du Daule pourrait jouer un rôle extrêmement important dans le futur étant donné les scénarios de changements climatiques et la demande en eau croissante sur le bassin.

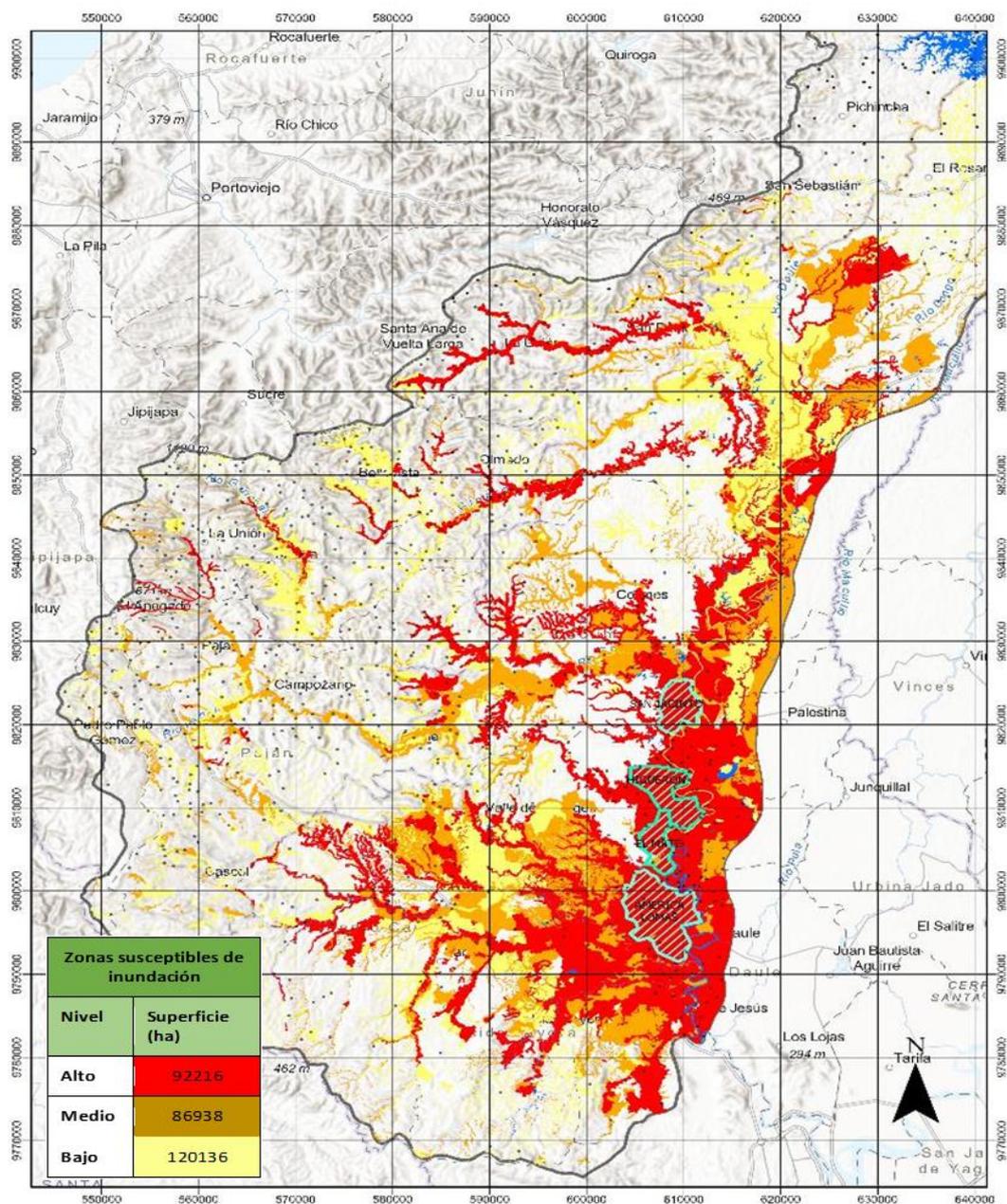
Le service d'eau potable de la ville de Guayaquil (prise d'eau à 10 km au nord de la ville dans la rivière Daule) a souffert lors d'inondations du fait de l'augmentation de la turbidité de l'eau conduisant EP-EMAPAG à suspendre le pompage. Ce thème de l'érosion hydrique a été étudié par AVSF – CESA pour Interagua en 2020. Le problème des pics de pollution diffuse lors des inondations par lixiviats des résidus d'intrants chimiques commence à être analysé par Interagua/Empaga. Cette situation a conduit également la ville à considérer comme piste alternative/complémentaire l'exploitation de l'aquifère de Daule, dont l'état et l'interaction avec la rivière Daule sont méconnus (soutien du débit à l'étiage, amortissement lors des crues).



3.13 Risques d'inondation

La plaine inondable située au sud du bassin Daule, où les inondations ont le plus d'impact, est de 4.520 km² (SNGRE 2012) englobant les cantons de Balzar, Colimes, Palestina, Santa Lucia, Daule et Nobol. Selon la carte des zones susceptibles d'inondation dans le sous-bassin du Daule, préparée à partir des informations du ministère de l'Agriculture, l'Élevage, l'Aquaculture et la Pêche (MAGAP), 300.000 hectares présentent cette condition, soit 26% du territoire total du sous-bassin.

Carte xx Exposition aux inondations dans le sous-bassin du Daule



Source : MAGAP, 2015

Sur ce total, 31% (92 216 ha) ont un niveau élevé, 29% (86 938 ha) ont un niveau moyen et 40% (120 136 ha) présentent un niveau bas et correspondraient à des zones plus élevées par rapport aux 10 mètres d'altitude à l'aval du sous-bassin.

Risques de catastrophes croissant

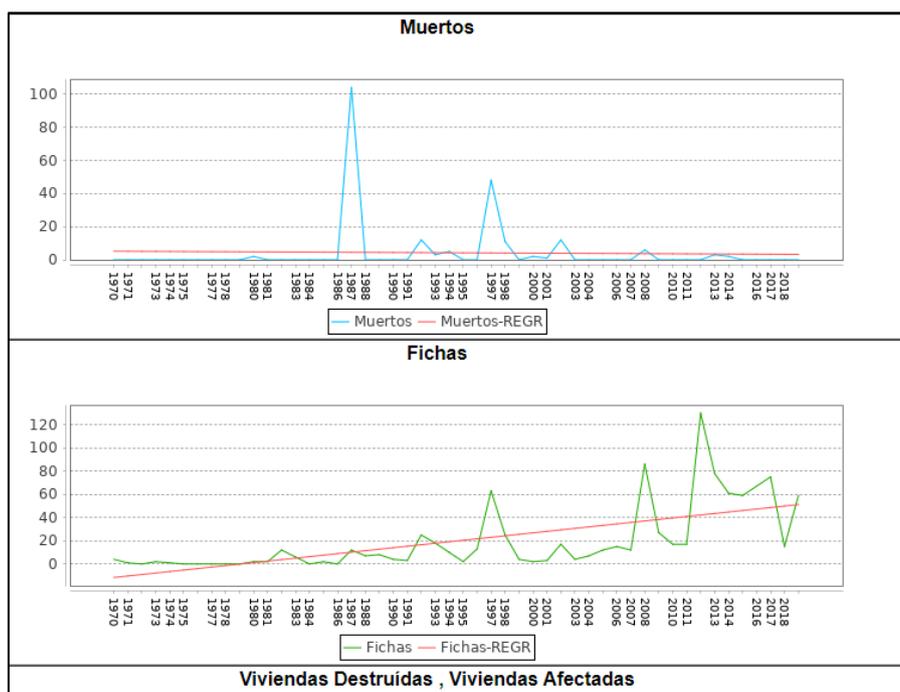
Malgré la présence du barrage en amont, le sous-bassin inférieur du Daule a subi les effets d'un nouveau phénomène **El Niño en 1997 et 1998**, plus fort que celui de 1982-1983, avec des pertes d'environ 2 milliards de dollars. Le phénomène du Niño continue d'affecter la zone côtière. En 2013, dans la province du Guayas, 3500 hectares de cultures à cycle court ont été perdus, en particulier de riz, à cause des inondations.

L'Équateur a longtemps été identifié comme une zone de forte propension aux catastrophes. Le phénomène météorologique atypique et les raz-de-marée de 1982-

1983 ont démontré l'extrême vulnérabilité de la région et la nécessité d'étudier sérieusement le problème des catastrophes naturelles (Egas, n.d.).

Selon le diagnostic situationnel du plan de conservation du bassin de la rivière Daule (EMAPAG-EP, 2017), les inondations constituent l'un des événements les plus récurrents dans le sous-bassin, en particulier celles qui se sont produites en 1983-1984 et 1997-1998 qui, comme nous l'avons mentionné, ont causé la mort de personnes et de grandes pertes dans les secteurs touchés.

Rapports associés aux événements Inondations dans la province du Guayas



Source et élaboration : Base de données "DesInventar SENDAI". Période 1980-2019

Selon la base de données DesInventar Sendai⁷, générée pour les provinces du Guayas et de Manabí, l'évolution des effets des inondations peut être observée sur la base des registres existants (pertes humaines, destruction d'habitats) depuis 1970. Les inondations sur le bassin étant de cinétique lente, il y a peu de décès liés directement aux inondations. Par contre, les pertes matériels vont croissantes, traduisant ainsi l'augmentation du risque de catastrophe lié aux inondations.

3.14 Changements climatiques / global et aléa accru (A compléter)

Aux modifications anthropiques sur le bassin, se rajoutent les fortes incertitudes quant aux changements climatiques globaux, lesquels pourraient accroître le risque d'inondation sur le bassin versant.

- ENOS,
- Les projections prévoient l'accroissement en fréquence, en intensité et durée d'événements climatiques.
- Le niveau des océans augmentant, le drainage de la plaine s'en trouverait réduit.

⁷ Disponible sur : <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

3.15 Gouvernance et expérience de concertation / risque

2.1.1 Expériences de gestion du bassin versant

Les interventions sur le bassin versant ont été principalement d'ordre hydraulique réalisées par la CEDEGE. Avec la Constitution de 2008, le principe de gestion intégrée des ressources hydriques et de gestion environnementale apparaît. Le système institutionnel ancien de construction et de gestion d'ouvrage disparaît mais le nouveau cadre n'a pour l'instant pas été mis en place sur le bassin Daule, DH Guayas: pas de conseil de bassin, pas de mécanisme public de financement, institutionnalité en crise profonde.

Face à ce vide, une initiative privée voit le jour en 2015 : FondAgua⁸, fonds de l'eau de Guayaquil pour la conservation du bassin versant Daule. Ce système ne bénéficie pas encore de mécanisme pérenne de financement. Fondagua a formulé un Plan de Gestion et de Conservation des Ressources Naturelles du Bassin du Daule avec mise en place d'actions concrètes établies dans ses 7 composantes pour les 10 prochaines années :

- Amélioration et contrôle continu de la qualité de l'eau de la rivière Daule
- Reforestation et arboriculture tropicale
- Conservation des sols : contrôle de l'érosion et des sédiments
- Récupération de la végétation ripicole dans la zone de protection du Daule
- Stabilisation des berges et des talus
- Application de bonnes pratiques agricoles et d'élevage
- Formation technique pour chacune des actions du plan et pour la population en général.

Du côté de la gestion des risques, après une forte progression institutionnelle et de lecture de la gestion des risques (inspirée par le Cadre de Sendai) qui considérait la prévention des risques, on est revenu vers une approche beaucoup plus classique de réponse aux crises.

2.1.2 Expérience de concertation pour la gestion du risque d'inondation

Entre 2021 et 2016⁹, l'ONG Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières avec l'appui de LISODE ont engagé un processus de concertation autour de la prévention ou l'atténuation des catastrophes d'inondations dans la partie basse du sous-bassin Daule, impliquant les populations rurales vulnérables aux inondations. L'objectif était de Générer de nouvelles connaissances et accords collectifs pour accroître leur résilience des producteurs exposés au risque d'inondation par la formulation d'un plan d'action participatif et concerté par les différents acteurs du sous-bassin du Daule.

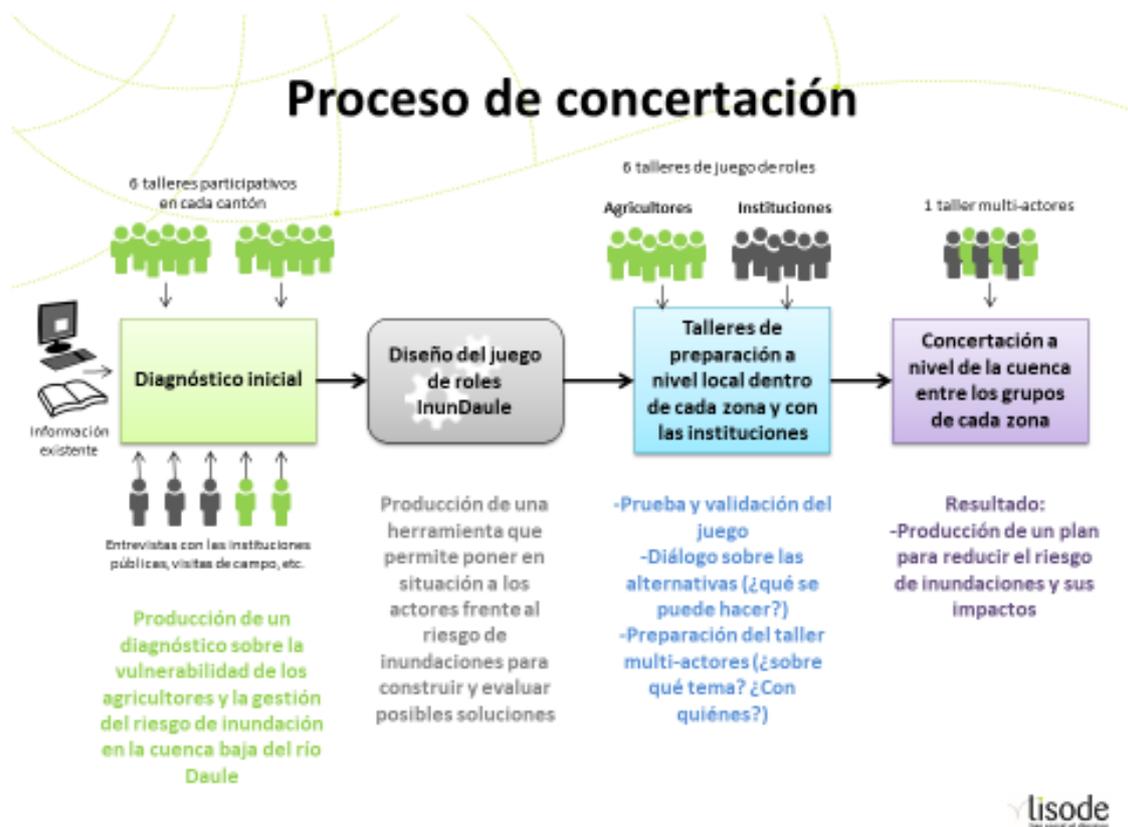
⁸ Les partenaires fondateurs du Fonds sont la compagnie publique des eaux de Guayaquil (EMAPAG-EP), la mairie de Guayaquil et les entreprises privées INTERAGUA, Cervecería Nacional, Tesalia et The Nature Conservancy (TNC). En plus de ces entités, d'autres y ont adhéré depuis sa fondation comme Plastigama, Banco Bolivariano et COMEDET S.A., tous représentant des capitaux privés. Il dispose également de partenaires stratégiques d'appui et de coordination tels que l'École Supérieure Polytechnique du littoral (ESPOL), le ministère de l'Environnement et de l'Eau d'Équateur (MAA, auparavant le SENAGUA), le ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MAG) et la Chambre des Industries de Guayaquil, ainsi que d'entités de coopération technique présentes sur le territoire.

⁹ Projets UrgeGuayas et InunDaule, financés par l'Agence Humanitaire ECHO - UE

Les acteurs impliqués appartenaient à des institutions publiques et des organisations d'agriculteurs, à savoir :

- Institutions publiques : Gouvernement provincial GADP du Guayas, Secrétariat National de l'Eau SENAGUA, Institut National Hydrométéorologique INAMHI, Secrétariat National de Gestion des Risques SNGR, Universités Supérieure Polytechnique du Littoral ESPOL, Ministère de l'Agriculture MAGAP, Gouvernement Municipal GADM du canton Daule
- Organisations d'agriculteurs: Association d'irrigants América Lomas, UNOSCAL, Palestina, Balzar, Santa Lucia, Daule, Lomas de Sargentillo.

Ce processus a consisté en 4 étapes :



Source : Rapport Lisode du processus de concertation

1. Diagnostic de la problématique des inondations dans le bassin inférieur du Daule pour caractériser la vulnérabilité des agriculteurs aux inondations. Un modèle de risque d'inondation a également été élaboré, sur la base des informations recueillies dans la zone et des dernières données disponibles sur les inondations dans la région.

2. Développement d'un jeu de rôle qui simule le phénomène des inondations dans le bassin du Daule, sa gestion à l'échelle du bassin ainsi que ses impacts sur les moyens de subsistance des agriculteurs à l'échelle de l'exploitation. Les fonctions de cet outil étaient :

- Articuler les informations existantes sur les inondations dans les aspects socio-économiques et productifs des agriculteurs, le débit de l'eau et les actions de gestion des inondations à l'échelle du bassin Daule.

- Explorer différents scénarios climatiques et d'inondations, ainsi que leurs conséquences sur les acteurs vulnérables. Le modèle crée établi une des correspondances entre de probables scénarios climatiques, sa traduction en débit sur le Daule et à partir d'un seuil des niveaux d'eau sur la plaine inondable lié à un temps de permanence de la crue.
- Discuter de la question des stratégies familiales et des mesures institutionnelles qui peuvent être prises avant, pendant et après les inondations, pour réduire le risque devant ce phénomène.

3. Validation de l'outil de simulation, d'identifier et de classer par ordre de priorité les questions relatives aux inondations qui peuvent être discutées entre agriculteurs et institutions lors de l'atelier de consultation multi-acteurs organisé à la fin du projet. 5 ateliers participatifs ont été organisés entre les agriculteurs, ainsi qu'entre les institutions publiques. 40 agriculteurs et 26 personnes représentant 8 institutions publiques ont validé l'outil et ont identifié les thèmes prioritaires à traiter lors de l'atelier de consultation multi-acteurs.



4. Atelier de concertation entre représentants des institutions publiques et représentants des organisations d'agriculteurs. Cet atelier a permis de travailler quatre objectifs principaux, afin d'encourager les résultats suivants :

- Construire une vision commune du problème des inondations
- Partager les idées apparues lors des ateliers précédents et qui contribueraient à la réduction du risque d'inondation dans le sous-bassin du Daule.
- Produire des propositions concertées entre tous les participants afin de réduire le risque d'inondation dans la partie inférieure du Daule.
- Construire un plan d'action avec les propositions générées.

La concertation multi-acteurs a été confronté aux limites suivantes :

- Le projet n'envisageait pas de réaliser un suivi des actions prévues.
- Des ressources financières limitées sur le plan institutionnel pour promouvoir et soutenir des actions qui peuvent générer des résultats tangibles à court terme et d'aide aux agriculteurs (par exemple, la livraison de kits agroécologiques aux producteurs).
- Manque d'informations disponibles pour construire des modèles plus robustes (débits des affluents du Daule, par exemple).
- Il n'a pas été possible d'impliquer certains acteurs clés (tels que la Banque de Développement) pour aborder en profondeur la question du crédit tout au long du processus et en particulier dans l'atelier multi-acteurs.
- Seule la moitié des participants à l'atelier final disposait d'un pouvoir politique suffisant pour que les idées générées puissent être transformées en décisions réelles. Cela peut être la conséquence du fait que la concertation n'est pas née d'une demande

explicite des acteurs du territoire, alors que leur intérêt ait été validé et ait bénéficié de la participation active des acteurs du territoire.

– Manque d'implication active de la SNGR dans la planification de la concertation. Cette constatation est directement liée au tremblement de terre et à ses implications institutionnelles, qui ont occupé l'institution pendant plus de la moitié du projet.

Le processus de concertation a généré certains effets induits à la suite de l'analyse des thèmes, à savoir :

- Que les participants occupent un autre rôle et se mettent à la place de l'autre, principalement dans le ressenti des agriculteurs.
- Comprendre la dynamique hydrique du bassin et la manière dont les inondations se produisent.
- Remettre en question les capacités économiques du gouvernement pour les actions de prévention, d'urgence et de reconstruction.
- Sur le plan méthodologique, on a compris de manière pratique comment une inondation se façonne, comment structurer le problème et renforcer les capacités des personnes vulnérables.
- Une vision intégrale des inondations a été générée.

La construction collective de connaissances, le ressenti des personnes impliquées et le partage des expériences comme méthodologie pour obtenir des informations est un outil puissant qui a permis des contributions pour disposer d'un plan d'action participatif.

Cette expérience pilote visait à apporter une solution non conventionnelle au phénomène des inondations. Elle disposait d'une durée et de ressources limitées. La mise sur la table d'événements passés grâce à un outil de simulation basé sur des données réelles a permis aux agriculteurs, aux représentants d'organisations et aux techniciens de réfléchir sur les besoins et actions urgentes à caractère social et politique, bien que, comme on peut le voir dans les lignes d'action, l'amélioration ou la mise en œuvre de travaux bien planifiés pour atténuer les effets des inondations ne peut être laissée de côté.

Ce processus très prometteur de par l'engouement des parties prenantes a pris fin avec les financements mobilisés par AVSF. Depuis AVSF a enrichi sa lecture des acteurs présents sur le bassin et rapprochement avec de nouveaux acteurs comme FondAgua et notamment la ville de Guayaquil. La puissance économique et politique de Guayaquil (2,7 M hbts), située en aval, convertit sa forte vulnérabilité, en un atout pour provoquer le changement sur le bassin Versant Daule.

Conclusion

La population du bassin Daule rencontre des **problèmes croissants liés à l'eau** qui aggravent les iniquités structurelles d'accès à l'eau potable et d'irrigation. Les risques de non accès à de l'eau en quantité et qualité vont croissant malgré l'existence d'ouvrages hydrauliques sur le bassin versant et d'une Constitution (2008) favorable à la protection de la ressource. L'aléa « inondation » a une forte dimension anthropique : déforestation en amont, sédimentation en aval, rupture des connections entre lit mineur et lit majeur épisodique formé par les esteros (e.g. zones humides), protections de certaines zones au détriment d'autres, développement non-coordonné des infrastructures, routières notamment. Les inondations entraînent des pertes considérables et ont déjà provoqué

l'interruption du service d'eau potable de Guayaquil. La qualité de l'eau se dégrade également du fait de la pollution chimique, agricole notamment et aussi de l'érosion. Cette dégradation a des conséquences multiples : destruction des écosystèmes aquatiques, renchérissement du coût de production de l'eau potable, engorgement en aval et dragage coûteux, disparition de la pêche continentale et pollution des mangroves. Face à ces enjeux, les défis sont majeurs :

- Une connaissance accrue et partagée du fonctionnement hydrologique du bassin versant/ déversant et rôles des zones humides, de la relation agriculture – services écosystémiques
- L'aménagement durable du territoire et gestion concertée des ressources en eau
- La conservation et restauration des zones écologiques prioritaires
- L'adoption et diffusion d'une agriculture régénérative et résiliente aux risques climatiques, moins polluante, notamment par les systèmes d'agricultures familiales, les plus vulnérables.

Pour cela, la priorité est donnée à :

- **Génération de Connaissance + actions pilotes pour une prise de conscience de la collectivité / des décideurs**
- **Partage des connaissances pour penser les aménagements hydroagricoles de façon intégrée et raisonnée en fonction de multiples objectifs** : mise en valeur agricole, pisciculture, protection contre les inondations, recharge des nappes souterraines, maintien de la biodiversité, assainissement naturel, eau potable.
- Processus de concertation-participation pour la résilience des grandes zones inondables et de leurs populations : Mises en discussions de modalités de gestion et de gouvernance, accompagnées de financements pérennes

➔ Changement de paradigme dans la gestion du risque d'inondation, réapprendre à vivre avec l'eau, adopter des mesures de prévention, des mesures non structurelles intégrant des solutions basées sur la nature.

La situation actuelle du bassin versant Daule n'est pas durable et le risque de crises et de conflit augmente du fait de la susceptibilité de cette plaine côtière aux changements climatiques. Il est urgent de trouver un compromis entre l'intensification et la protection des zones agricoles et épandage des crues pour protéger des vies humaines.

L'action structurante COSTEA sur le chantier Daule, Equateur, donne une nouvelle opportunité de produire et partager de nouvelles connaissances et de faire un bilan / suivi des engagements des institutions et d'impliquer de nouveaux acteurs dans la concertation, enrichie par des lectures croisées avec les chantiers Cambodge et Maroc.

Bibliographie (à compléter)

- Aguilar, J., & Naranjo, C. (2018). *Elaboración de la base de información hidrometeorológica de la cuenca del río Guayas para el procesamiento con el modelo hydraccess ante inundaciones* (p. 169). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15838/1/T-UCE-0011-ICF-014.pdf>
- ChangJiang Institute of Survey Planning Design and Research. (2014). *Planificación hídrica Nacional del Ecuador (2014-2035)* (p. 184).
- Egas, R. (n.d.). *Ecuador Inundaciones 1982-1983 en la cuenca baja del Guayas: Procesos de organización de los campesinos para hacer frente al desastre* (p. 14). <http://65.182.2.242/docum/crid/Nov-Dic2003/pdf/spa/doc1016/doc1016-contenido.pdf>
- EMAPAG-EP. (2017). *Informe de diagnostico situacional temático para el Plan de conservación de la cuenca del río Daule*.
- Eymond, M., & Santos, A. (2013). *Asociatividad para el acceso a la comercialización de pequeños arroceros en Ecuador* (p. 22).
- Granja Jiménez, R. K. (2018). *Rendición de cuentas CELEC EP - HIDRONACIÓN 2018* (p. 15).
- Gutiérrez, C., & Silva, J. (2020). *Estudio sobre la erosión hídrica para la priorización de una microcuenca de la subcuenca río Daule, responsable de la turbiedad del agua cruda captada para Guayaquil*.
- Herrera, R. (2014). *Condiciones que propiciaron la desarticulación de las cooperativas arroceras y sus efectos en la pequeña agricultura campesina en la cuenca baja del río Guayas - Cantones: Daule y Santa Lucía*. [Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador]. https://ipsas.upm.edu.my/upload/dokumen/IISS_022.pdf
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). *Anuario Hidrológico 2014 - 2016 Estaciones Hidrológicas Automáticas* (p. 436).
- Pila, G., & Galarza, J. (2016). *Diagnóstico participativo del riesgo ante eventos de inundaciones en la subcuenca baja del río Daule*.
- Pourrut, P., Rovere, O., Romo, I., & Villacrés, H. (1995). Clima del Ecuador. *El Agua En El Ecuador: Clima, Precipitaciones, Escorrentía*, 13–26. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010014827>
- Reyes, B. (2017). *Inundación producida por cuenca hidrográfica de la Zona Norte de Guayaquil, periodo 1982 - 2002* (Primera). file:///C:/Users/youhe/Downloads/kdoc_o_00042_01.pdf
- Rodriguez, E. (2016). *Vulnerabilidad y resiliencia económica de los campesinos de la parte baja de la Subcuenca del río Daule* (Vol. 0, Issue 0).
- Rodríguez, E. (2013). *Diagnostico sobre la gestión de inundaciones en la subcuenca del río Daule*.
- Rodríguez, E. (2016). *Estrategias campesinas y propuestas productivas para zonas inundables de la parte baja de la Subcuenca del río Daule* (Vol. 0, Issue 0).
- Rossel, F., Cadier, E., & Gómez, G. (1996). Las Inundaciones en la zona contera Ecuatoriana: Causas; obras de protección existentes y previstas. *Bull. Inst. Fr. Études Andines*, 25(3), 399–420. https://www.researchgate.net/profile/Eric_Cadier/publication/26430989_Las_inundaciones_en_la_zona_costera_ecuatoriana_causas_---_obras_de_proteccion_existentes_y_previstas/links/0912f50bcdf4cd94a9000000.pdf

Secretaria del Agua. (2019). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2019 - 2027*.

Universidad Católica Santiago de Guayaquil. (2017). *Resumen ejecutivo del plan de conservación de la cuenca del río Daule* (Vol. 0, Issue 0).

Vargas, J. (2018). *Análisis del impacto del sector arrocero en el cantón Daule 2012 - 2016*. Universidad de Guayaquil.

Vieira, M., & Dionnet, M. (2016). *Informe final de análisis del procesos de concertación, actividades realizadas y recomendaciones para la continuación del proceso* (pp. 1–9).

Villa, P., Gomez De La Torre, M., & Pacheco, A. (2017). Análisis morfológico en la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo realizado en el año 2016*. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 21, 14–26.