



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Risque de capture de gravières à Baudreix-Mirepeix

Analyse critique de 4 rapports d'étude

**SYNTHESE**

**2024**



**PRÉFET  
DES PYRÉNÉES-  
ATLANTIQUES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Site web : [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

# Risque de capture de gravières à Baudreix-Mirepeix

Commanditaire : DDTM64

Auteur :

<b>Rémy GASSET – Département Territoires – Groupe Eau Risques Résilience</b>
Tél. : +33(0) 6 16 33 38 28
Courrier : <a href="mailto:remy.gasset@cerema.fr">remy.gasset@cerema.fr</a>
Cerema Sud-Ouest

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V0	10/07/24	Version Cerema avant partage avec la DDTM64
V1	20/01/24	Reprise suite aux échanges DDTM
V1.05	27/01/25	précisions et corrections d'erreurs

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
GASSET	GERR	<b>Auteur principal – chef de projet</b>	10/07/24	RG
FELTS	GERR	Responsable de commande	11/07/24	DF

## Résumé de l'étude

### 5 à 10 mots clés à retenir de l'étude

Géomorphologie	
Risques	
Rivières	
Changement climatique	

### Statut de communication de l'étude

Les études réalisées par le Cerema sur sa subvention pour charge de service public sont par défaut indexées et accessibles sur le portail documentaire du Cerema. Toutefois, certaines études à caractère spécifique peuvent être en accès restreint ou confidentiel. Il est demandé de préciser ci-dessous le statut de communication de l'étude.

☒ Accès libre : document accessible au public sur internet

☐ Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema

☐ Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire [CeremaDoc](https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx), via le dépôt de document :  
<https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx>

## Contexte et objet de l'étude

Le Gave de Pau est un cours d'eau très dynamique, soumis à de fortes crues avec des mobilités de matériaux importantes, qui a fait l'objet historiquement d'aménagements hydrauliques pour en stabiliser le profil en long (seuils), mais également sur certains secteurs de renforcements de berges (enrochements et parements) pour en limiter la divagation.

Le lit majeur (zone de débordement du Gave en cas de crues) fait l'objet dans certains secteurs d'exploitation de gravières (sites actifs, sites reconvertis ou futurs sites exploités) qui sont des espaces pouvant porter des activités économiques (extraction de matériaux) ou des usages de loisirs ou récréatifs (base nautique, espaces naturels...) voire s'ouvrir à d'autres usages ou fonctionnalités (notamment la compensation environnementale).

La valorisation de ces espaces et de leur devenir s'analyse au regard des bénéfices produits à travers le temps (ressource de matériaux facilement exploitable, lieu d'usages récréatifs, espace rendu à la nature et valorisé en tant que tel, point potentiel de captage d'eau, îlot de fraîcheur...) mais se confrontent en temps de crue, de par leurs proximités géographiques du lit de la rivière, à l'essence même du Gave de Pau, à savoir l'instabilité et le remaniement dans des dynamiques et des forces naturelles qui reconfigurent les paysages. Par leur volume important, la reconnexion des gravières au lit mineur du Gave de Pau est fortement susceptible d'engendrer un déséquilibre morphologique important, sous forme de piège à sédiment, sur des périodes longues (plusieurs décennies).

**Le risque de capture de gravière semble un scénario à envisager, avec des conséquences de long terme et des dommages importants, scénario amplifiant les conséquences et effets d'une crue.**

C'est dans ce cadre, que la DDTM64 sollicite l'expertise du Cerema sur l'analyse et l'objectivation des propositions techniques issues des différentes études menées sur la gravière de Baudreix-Mirepeix.

Les 4 études sont :

- étude SMBGP/ISL sur la stabilité de la berge de Mirepeix-Baudreix (2023)
- étude Groupe Daniel/Artelia pour la poursuite et l'extension en rive gauche de l'exploitation (2018)
- étude SMBGP/Hydrétudes - étude du transport sédimentaire sur le gave de Pau (2023)
- étude CCPNay-SMBGP/Artelia - Etude hydraulique des crues du Gave de Pau du Seuil de Mirepeix au Seuil d'Assat (2018) et espace de mobilité admissible (2019)

## Sommaire

<b>1 étude Groupe Daniel/Artelia pour la poursuite et l'extension en rive gauche de l'exploitation (2018).....</b>	<b>7</b>
<b>2 étude CCP Nay-SMBGP/Artelia Hydraulique- espace de mobilité admissible (2018).....</b>	<b>8</b>
2.1 Hydrologie et hydraulique.....	8
2.2 Hydrogéomorphologie .....	8
2.3 Enjeux, dommages, aménagements .....	9
<b>3 Etude SMBGP : hydrogéomorphologie du gave de pau,.....</b>	<b>10</b>
3.1 Phase 1 : Etat des lieux, diagnostic, Vf4, 2023.....	10
3.1.1 Caractéristiques générales et évolution historique du Gave de Pau .....	10
3.1.2 Fonctionnement dynamique du Gave de Pau.....	11
3.1.3 Risque de capture de gravière .....	11
3.2 Phase 2 : Plan d'Accompagnement Dynamique, HYDRETUDES, V3, 2024 .....	12
3.2.1 Constats sur la situation actuelle du Gave.....	12
<b>4 étude de stabilité de la berge en rive droite du Gave de pau au droit de la carrière de mirepeix, ISL 2023 .....</b>	<b>14</b>
4.1 Diagnostic de la berge rive droite du Gave .....	14
4.1.1 introduction .....	14
4.1.2 fonctionnement hydraulique .....	14
4.1.3 Stabilité et risque de rupture.....	15
4.2 Propositions d'aménagement.....	15
<b>5 éléments de convergences ou de divergences.....</b>	<b>17</b>
5.1 Hydrogéomorphologie .....	17
5.2 Hydrologie et hydraulique.....	17
5.3 Géotechnique et ouvrages.....	18
5.4 Propositions d'aménagement.....	19
<b>6 éléments d'appréciation complémentaires .....</b>	<b>20</b>
6.1 Probabilités annuelles déduites de capture .....	20
6.2 Conséquences sédimentaires attendues en cas de capture .....	20
6.3 Cohérence hydrosédimentaire des aménagements envisagés.....	21
<b>7 Bilan : les enseignements clés.....</b>	<b>23</b>

# 1 ETUDE GROUPE DANIEL/ARTELIA POUR LA POURSUITE ET L'EXTENSION EN RIVE GAUCHE DE L'EXPLOITATION (2018)

Dans un modèle hydraulique commun avec l'étude SMBGP sur les crues du Gave de Pau du seuil de Mirepeix au seuil d'Assat, Artelia apporte les connaissances techniques nécessaires au renouvellement et à l'extension des autorisations pour la carrière de Baudreix.

- La couverture spatiale du modèle englobe assez largement la zone d'étude.
- Les sites concernés par l'extension sont situés en zone d'aléas PPRI moyens, localement forts.
- Le rapport rappelle les débits de référence considérés à la station de Nay. A noter, en particulier, une incertitude forte sur les débits, en particulier de la crue de 2013 (estimation variant de 800m<sup>3</sup>/s à 950m<sup>3</sup>/s), et un degré de fiabilité très relatif des débits de références issus de la Banque hydro, en raison d'un faible nombre d'années de suivi.

L'hydrologie du Gave de Pau à Mirepeix semble, par manque de données, sujette à incertitudes assez fortes.

- Le calage du modèle est effectué sur l'hypothèse 800m<sup>3</sup>/s pour la crue de 2013, ce qui a pour conséquence :
  - de modéliser potentiellement par excès les hauteurs d'eau et débordements, par exemple en crue centennale,
  - de modéliser potentiellement par défaut les vitesses d'écoulement, en particulier en lit mineur.
- Seul le Gave de Pau apporte du débit au modèle (pas d'apports secondaires),
- Les ouvrages de protections (berges et enrochements) sont rappelés, **le caractère non pérenne de l'enrochement rive droite amont de la gravière est souligné**, au contraire des autres protections de berges. Pour l'ouvrage en rive gauche, une note de dimensionnement est proposée, mais **l'auscultation de l'état réel de l'ouvrage n'est pas précisée**.
- La dynamique des événements de 2013 est rappelée, en particulier la surverse amont avec brèche et la surverse de la gravière vers le lac, n'ayant pas abouti à une rupture. Sont signalés des débordements et désordres peu significatifs en rive gauche.
- l'évolution du profil en long a été marquée avant aménagement des seuils, elle semble stabilisée depuis (cf. chapitre 3.1 de la présente note)

A l'exception d'un chapitre sur le risque lié à une possible surverse entre la carrière et le lac.

Le rapport se focalise essentiellement sur les sollicitations et réponses à apporter en rive gauche, dans le contexte de la demande d'extension. Le risque de capture n'est pas étudié, le devenir du site actuel non abordé.

## 2 ETUDE CCP NAY-SMBGP/ARTELIA HYDRAULIQUE- ESPACE DE MOBILITE ADMISSIBLE (2018)

### 2.1 Hydrologie et hydraulique

Le rapport rappelle une incertitude assez forte sur le débit de pointe de la crue de 2013,

ayant un impact sensible pour le calage : « le présent rapport *Etude hydraulique des crues du Gave de Pau – secteur seuil de Mirepeix – seuil d’Assat* , a permis d’envisager que le débit de la crue de juin 2013 pouvait être défini en fonction du calage du modèle et des laisses de crues à des valeurs de 800 et 950 m<sup>3</sup>/s » .

Artélia retient pour ses analyses une valeur de 800m/s avec des conséquences en termes de hauteurs et de vitesses (cf chapitre précédent)

Des cartographies sont proposées pour les deux calages. Le choix des seuils de couleur ne permet pas d’analyse directe en lit mineur.

### 2.2 Hydrogéomorphologie

L’analyse hydrogéomorphologique présente le fonctionnement du Gave de Pau dans le secteur Baudreix Mirepeix, en s’appuyant particulièrement sur les observations de la crue de 2013 :

- Surverses sur le tronçon amont de la carrière, entre la carrière et le lac et du lac vers le canal du Baniou, entraînant une rupture de digue,
- débordements limités en rive droite, drainés par le canal,
- sollicitation significative de la berge en rive gauche dans le méandre rescindé.



L'analyse historique montre que le tracé et le profil en long ont peu évolué depuis les années 1980 (fin des extractions en lit mineur et aménagements de seuils.

Artélia alerte sur les conséquences en termes d'inondation de l'engraissement à l'amont du seuil de Baudreix qui « l'engraissement du lit en amont du seuil de Baudreix pourrait toutefois engendrer une submersion plus fréquente des berges en lit majeur droit vers les lacs de Baudreix » .

L'analyse de la bande active est fondée sur l'observation historique, avec un constat formulé de « faible mobilité dans la période récente »

Artélia propose pour le Gave de Pau un espace de mobilité compris entre 300m et 500m et une érosion à 50ans entre 90m et 150m. L'emprise fonctionnelle est construite sur cette base, avec introduction de coupures directes possibles.

## 2.3 Enjeux, dommages, aménagements

Des chiffrages grossiers sont proposés pour les dommages prévisibles sur le secteur en crue centennale, et un rappel des valeurs pour 2013. Artélia confirme que les seuls enjeux économiques sont les différentes digues, berges et aménagements du Gave de Pau dans le secteur lac/carrière.

Le coût des réparations en 2013 est évalué à 315 500 € et projeté à 430 500 € pour une crue centennale. Pour les dégâts liés aux érosions, un ratio « grossier » de 700 000 € à 1M € est proposé.

Ce ne sont ainsi pas les dégâts liés à la submersion mais bien les réparations nécessaires suite à érosion et brèches de surverses qui apparaissent prioritaires sur le secteur : *« l'enjeu se situe sur un secteur ou des débordements ont provoqués des dégâts sur les ouvrages en place. Ces ouvrages doivent être renforcés pour pérenniser la situation ou des adaptations doivent être envisagées. »*

Plusieurs réponses sont évaluées en ACB sommaires, qui n'intègrent pas les externalités positives ou négatives (dont en particulier les conséquences sédimentaires d'une capture) :

- digue entre le lac de gravière et le lac de loisir pour protéger les équipements de la base de loisir : ACB négative et pertinence questionnable,
- déversoir à l'aval du lac de loisir : pertinent mais ACB négative (car peu d'enjeux submersion<sup>1</sup>)
- Aménagement d'un déversoir entre le lac de gravière et le lac de loisirs : proposé, non évalué,
- Aménagement d'un exutoire à l'aval du lac de loisir pour accompagner les écoulements de crue dans le bras de décharge du Baniou vers le gave de Pau : proposé, non évalué, à mettre en parallèle/alternative du déversoir aval du lac de loisir ?
- surveillance et entretien.

---

<sup>1</sup> notons que les coûts de reconstructions évités ne figurent pas dans ce calcul, la solution est ainsi tout de même jugée pertinente par Artélia.

## 3 ETUDE SMBGP : HYDROGEOMORPHOLOGIE DU GAVE DE PAU,

### 3.1 Phase 1 : Etat des lieux, diagnostic, Vf4, 2023

*Nota : cette partie intègre également les éléments jugés pertinents du rapport du volet Hydrogéologique RAPPORT T20-64406 V1 Calligée, largement reproduits dans cet état des lieux.*

#### 3.1.1 Caractéristiques générales et évolution historique du Gave de Pau

En préambule, un descriptif très complet du contexte et des caractéristiques générales du Gave de Pau est proposé par le BE, il est ici non reproduit mais permet d'illustrer le comportement général de la rivière et d'établir des comparaisons relatives entre le bief de Mirepeix-Baudreix et les autres tronçons du Gave.

On relève cependant les observations suivantes :

- faiblesse de la présence et des possibilités d'apports des affleurements rocheux,
- présence significative sur le linéaire de réservoirs potentiels mobilisables principalement par divagation, mais que l'incision rend difficilement atteignables,
- enjeux écologiques, nombreux, variés et reconnus/protégés sur l'ensemble du linéaire.
- Secteur Mirepeix-Baudreix intégré dans un découpage du BE intitulé « GAV2 », de pente modérée (0.44%), sinueux (malgré les rectifications), localement multichenalisé (mais pas à Mirepeix, du fait des altérations)
- début de zone de divagation après le resserrement de Nay,
- monochenalisation en lien (notamment) avec l'exploitation des gravières (cf extrait ci-joint), rétractation de la bande active,
- environ 900k m<sup>3</sup> extraits du lit mineur entre Nay et Pau, auxquels s'ajoutent 1,6Mm<sup>3</sup> d'extraction pour la rectification du cours du Gave de Mirepeix-Baudreix, soit 10% du stock estimé total disponible en lit majeur du Gave,

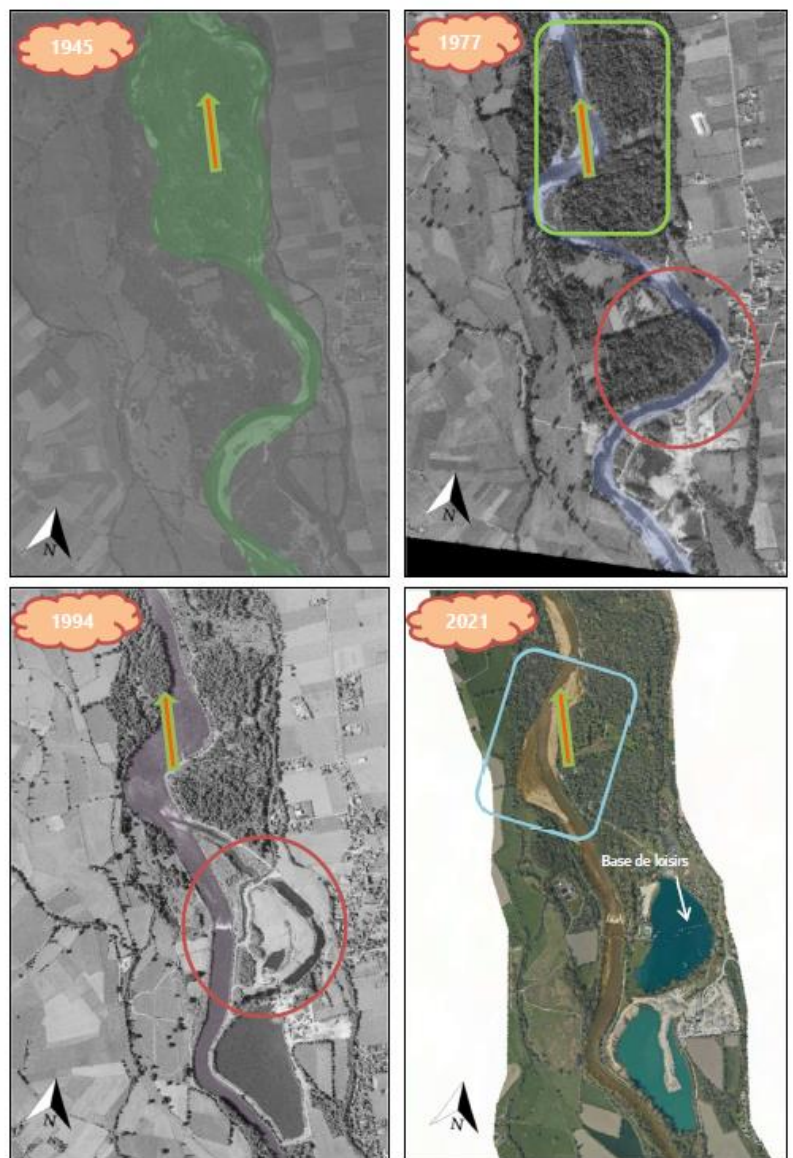


Figure 96: Comparaison de la bande active au niveau du plan d'eau de Baudreix sur 4 années : 1945 - 1977 - 1994 - 2021

- un cours d'eau largement compartimenté par les seuils, qui fixent largement le fond du lit et les pentes d'eau,
- un corsetage dans l'ensemble modéré mais localement marqué, notamment du fait de la rectification de Baudreix. Au stade introductif, il est annoncé que « *Le corsetage des gravières est en l'état reste inadapté pour éviter la capture lors d'une crue morphogène.* » mais l'argumentaire n'intervient que plus loin dans le rapport.
- Une analyse diachronique spécifique à Baudreix-Mirepeix, visuels reproduits ci-joints, illustre les évolutions énoncées,
- Un risque de capture, initialement formulé dans le rapport ISL 2019, est soulevé, sans précisions à ce stade,
- le profil en long entre Mirepeix et Baudreix s'est fortement enfoncé entre le début et la fin du XXe siècle, et semble stabilisé depuis la construction des seuils et barrages.

### 3.1.2 Fonctionnement dynamique du Gave de Pau

Le tronçon d'étude est souligné comme étant fortement corseté (raisons anthropiques) et compartimenté. L'évolution du profil en long semble être largement stabilisée depuis 2007 par les seuils. Contrairement à l'aval, les tronçons amont dont Baudreix sont « peu marqués par l'incision » (pas de signaux faibles identifiés). Sur le long terme, plusieurs obstacles majeurs comme le lac des Gaves bloquent l'apport sédimentaire par l'amont.

Avec un profil en long fixé par les seuils et un déficit sédimentaire qui va se poursuivre, la compensation sur le tronçon 2 s'effectuera probablement par érosion de berge (sauf événement majeur ruinant les seuils<sup>2</sup>).

Ces érosions sont déjà observables sur le secteur d'étude, principalement aux extrémités des durcissements de berges.

Les seuils de Baudreix et de Mirepeix sont identifiés comme goulets d'étranglement sédimentaires majeurs : ils piègent fortement les sédiments (et stabilisent ainsi le fond du lit) et causent une rétraction significative de la bande active.

### 3.1.3 Risque de capture de gravière

Moyennant des incertitudes sur la topographie/bathymétrie, et sur la capacité de charriage du Gave de Pau, Hydrétude évalue le risque de capture des carrières de Baudreix – Mirepeix comme :

- fort pour la gravière de Mirepeix et faible (*en capture directe, précision Cerema*) pour le lac de Baudreix,
- avec un comblement en environ 5 ans pour la gravière de Mirepeix, de plusieurs décennies (non précisément évalué) pour le lac de Baudreix,
- un risque de défluviation en cas de rupture du mur de séparation,
- et un risque d'érosion régressive jusqu'au seuil amont, voire plus loin si celui-ci cède.

Des confortements de berges à l'amont et un entretien des protections existantes sont préconisés.

---

<sup>2</sup> un tel événement aurait également pour conséquence la reconnexion de gravières, générant de nouveaux déséquilibres sédimentaires.

## 3.2 Phase 2 : Plan d'Accompagnement Dynamique, HYDRETUDES, V3, 2024

*Nota : cette partie intègre également l'évaluation des conséquences sur la nappe des options listées dans le rapport du volet Hydrogéologique RAPPORT T20-64406 V1 Calligée*

### 3.2.1 Constats sur la situation actuelle du Gave

Hydrétudes mène une série de constats, issus de la phase 1 pour illustrer le « point de départ » du PAD.

Les constats n°2 et 3 résument bien les évolutions à forçage anthropique ayant mené à la situation hydrosédimentaire actuelle au droit des carrières de Baudreix-Mirepeix :

*« La partie amont du bassin[...], a elle-même subi une évolution lors de la même période du fait des mêmes forçages. On peut ainsi citer (sans caractère d'exhaustivité) le boisement des zones de production, le compartimentage du lit (dont le lac de gaves désaccouplant (dans les dernières décennies) pratiquement l'amont de l'aval en ce qui concerne le transit sédimentaire), la rétraction de la bande active, le corsetage etc... Cette évolution a ainsi durablement limité la production sédimentaire et impacte donc le fonctionnement et l'évolution dynamiques du gave de Pau béarnais.*

*Cette évolution a été relativement rapide sur les 150 dernières années, mais s'est emballée particulièrement depuis que l'espace de mobilité du gave de Pau béarnais a été mité par des gravières et a fait l'objet de travaux de corsetage et surtout de compartimentage, importants. L'empreinte de l'Homme est donc fortement présente sur le linéaire sous la forme de contraintes limitant plus ou moins fortement la bande active du gave et son espace de mobilité. »*

Le constat 4 semble à considérer avec davantage de recul. Sur l'hypothèse (hautement) probable d'une disparition des étiages hivernaux en raison d'une présence plus faible de la neige sur l'amont, Hydrétude extrapole en une multiplication des crues morphogènes et in fine en une augmentation du besoin d'espace de mobilité. Cette hypothèse est possible, mais ce lien n'est pas démontré. En outre, l'hypothèse inverse peut être émise : les crues morphogènes récentes, en particulier la crue de 2013, montrent une part importante d'une fonte nivale rapide dans l'ampleur atteinte par la crue. La diminution du stock neigeux tendrait à rendre plus rare ces événements... En l'état, et en attente des résultats de travaux en cours (INRAE), il semble hasardeux de se prononcer sur une tendance d'évolution des événements morphogènes. En outre, il est bien précisé en phase 1 que le lit du Gave, stabilisé par de nombreux ouvrages, est peu sensible (morphologiquement) aux évolutions hors crues morphogène : impact limité de la disparition des étiages hivernaux sur les sédiments.

Le Cerema émet des réserves sur les tendances à la hausse des événements morphogènes et souligne les fortes incertitudes sur les conséquences hydrologiques locales d'évolutions humaines, morphologiques et climatiques, qui sont-elles non contestables.

Le constat général de « mal adaptation » du lit du Gave de Pau est largement étayé, les objectifs de rétablissement d'une dynamique adéquate apparaissent appropriés. Sur les actions concernant l'environnement des gravières de Mirepeix Baudreix, on s'intéresse ici en particulier à l'impact des gravières elles-mêmes mais également au corsetage et à la rectification du Gave de Pau au droit de celles-ci.

Sur ces sites, la rétractation de la bande active est largement actée et semble, par encadrement par les gravières existantes et par les projets de gravière, ainsi que par l'incision du lit depuis stabilisée par les seuils de Baudreix et Mirepeix, irréversible : pas de projets de gain d'espace de mobilité dans le PAD.

Sur l'objectif d'évitement de la capture : les différentes possibilités sont évoquées : renforcement de la séparation par techniques plus ou moins dures, comblement localisé ou généralisé de la gravière. Les conséquences néfastes sur la nappe d'un comblement, même partiel, par particules fines peu/pas perméables est rappelé en phase 3.

Le risque de capture de la Gravière de Mirepeix est annoncé comme fort, celui du lac de Baudreix comme faible. Cette distinction semble à nuancer : en cas de reconnexion entre la gravière de Mirepeix et le gave de Pau, et en l'absence de travaux de création d'un seuil pérenne entre elle et le lac de Baudreix, il est probable que la première crue morphogène connecte à son tour le lac de Baudreix Via Mirepeix et possiblement brèche en décrue à l'aval.

Ces deux plans d'eau peuvent donc à moyen-terme être vus comme un seul ensemble vulnérable. Dans les deux cas (et bien que non calculé dans le PAD) compte-tenu des volumes et des bathymétries, une capture entraînerait des désordres morphologiques sur de nombreuses décennies, voire une altération irréversible.

Le rapport de phase 2 émet des observations potentiellement inquiétantes sur l'état des protections de berges de la gravière de Mirepeix (non précisées), à confronter aux autres sources de connaissances disponibles. L'encoche d'érosion indiquée semble située en extrados de léger méandre, à l'amont mais non en limite immédiate de la zone d'aménagement des berges. Sa localisation pourrait être explicable par la configuration complexe de méandres et d'aménagements (seuil, confluence de canal...) dans un contexte de déficit sédimentaire chronique.

Les actions préconisées d'ici 2034 sont un diagnostic de l'état existant et une protection par enrochements sur 190ml. Un plan de localisation aurait été utile vu le linéaire total potentiellement concerné. Une évaluation de ces actions est de **430k€ HT**, ce qui apparaît un ordre de grandeur réaliste.

## 4 ETUDE DE STABILITE DE LA BERGE EN RIVE DROITE DU GAVE DE PAU AU DROIT DE LA CARRIERE DE MIREPEIX, ISL 2023

### 4.1 Diagnostic de la berge rive droite du Gave

#### 4.1.1 introduction

Les plans de conception du confortement de berge et de la digue de coupure du bras ancien du Gave sont reproduits et permettent de constater à la fois le projet initial et les écarts avec la situation actuelle :

- la crête est plus large que prévue initialement,
- le remblaiement partiel à l'aval vient conforter la séparation entre gravière et Gave

Moyennant une vérification de la conservation de l'intégrité des protections de berges, la situation actuelle apparaît plus robuste face à la capture que celle autorisée en 1989.

Deux tronçons homogènes sont identifiés : la berge naturelle confortée et la coupure de méandre. ISL réexploite des profils anciens de conception pour caractériser la nature des berges et digues.<sup>3</sup>

Au droit du point de surverse de 2022, considéré comme profil à risque pour le premier tronçon (surverse et pente marquée côté gravière), la berge naturelle est rehaussée par un merlon/digue.

Le profil P2 est situé dans le tronçon ayant subi une brèche en 2013, s'y retrouvent une digue sur l'ancien lit du Gave, appuyée par un remblai. Les caractéristiques géomécaniques y sont qualifiée de médiocres à l'issue de la géophysique.

La VTA qualifie l'état de l'ouvrage de satisfaisant.

Aucun désordre, indice ou symptôme de désordre majeur n'a été identifié (mis à part le talus côté gravière au droit de la zone de surverse de l'hiver 2022). Le parement est localement masqué par une végétation dense. Le remblai du tronçon 1 n'a pas pu être inspecté. Côté gravière, le talus apparaît vulnérable à l'amont, et protégé dans une proportion non quantifiable (données non communiquées à ISL) à l'aval.

#### 4.1.2 fonctionnement hydraulique

ISL s'appuie sur l'exploitation d'un modèle Telemac existant.

Les hypothèses de sollicitations déduites sont les suivantes :

- des submersions de la berge par le gave de Pau de 30-50cm au droit du P2 (amont) et de plus de 1 m au droit du P1 ;

---

<sup>3</sup> Il convient toutefois de préciser qu'un risque de confusion apparaît à la lecture du rapport : la figure 3-6, trop zoomée laisse un doute sur l'orientation du plan de coupe B-B' qui semble être situé à l'aval de la coupe H-H' et non à l'amont comme représenté sur la figure 3-9. La coupe B-B' est-elle représentative du profil P1 retenu dans l'étude ? Les pentes notamment semblent différer significativement.

- des vitesses de 4.5m/s.

Ces hypothèses permettent une vérification jusqu'à la crue centennale.

Une carte des zones inondées issues du modèle est fournie.

ISL précise qu'il n'est pas en mesure de préciser les incertitudes d'un modèle qu'il n'a pas construit.

Une des conclusions de la modélisation est que le terrain naturel ferme la berge à l'amont comme à l'aval.

#### 4.1.3 Stabilité et risque de rupture

Un diagnostic géotechnique est mené sur les tronçons retenus pour qualifier le risque de rupture par les différents processus usuels, à l'exception de la situation de vidange rapide (décrue ou crue), écartée en raison des durées annoncées de plusieurs jours.

La pente côté Gave est marquée sur le tronçon 1 : entre 1,3H-1,5H/1V.

Un secteur présente une pente de berge beaucoup trop élevée, il est exclu de fait de l'étude de stabilité et doit impérativement faire l'objet de travaux

La rupture par érosion de surface est étudiée pour les différents niveaux de crues sans prise en compte sur le p2 de l'effet protecteur (inconnu) du remblaiement.

La rupture par surverse est qualifiée de quasi certaine avec une crue inférieure ou égale à Q50.

Sur les deux tronçons, 1 et 2, l'initiation de la rupture par érosion externe est qualifiée de très probable avec une crue inférieure ou égale à Q50.

Le risque de rupture par érosion interne est quasi exclu.

Le glissement ne semble pouvoir survenir qu'en situation sismique ou par vidange rapide, sur le tronçon aval

**Ces résultats des calculs de stabilité générale exposés en termes de probabilité sont très dépendants des probabilités proposées par ISL dans le tableau 6.15**

De ces évaluations, des scénarios d'aménagement combinant rehausse et reprofilages sont proposés pour éviter la surverse à minima pour le Q50 ; réduire les risques par érosion externe et garantir la résistance de la digue au Q50.

## 4.2 Propositions d'aménagement

Sur la base des connaissances produites dans le rapport précédent, ISL esquisse et étudie plusieurs scénarios d'aménagements, visant à :

- conforter la berge existante, la rehausser pour limiter les débordements et les risques de défaillances (scénario1),
- accompagner cette action d'un seuil déversant pour réduire encore le risque de défaillance et probablement les débordements sur la rive opposée (au prix d'une entrée d'eau plus importante dans la carrière qu'en scénario 1),
- on peut simplement réduire le risque de brèche non maîtrisée par la création d'un seuil (permettant un ennoiment progressif de la carrière).

Les conséquences hydrauliques des scénarios d'aménagement sont également étudiées.

Risque de capture de gravières à Baudreix-Mirepeix

- le scénario 1 est efficace pour la protection de la rive droite mais surinonde significativement la rive opposée pour des crues de type printemps 2013 ou plus, ce qui le rend difficilement acceptable, au regard des occupations existantes et des projets de développements autorisés sur la rive gauche,
- le scénario 2.1 résout efficacement le problème de surinondation en rive gauche mais l'impact sur le lit majeur droit est aggravé par rapport à la situation de référence. Si les aménagements permettent de sécuriser le risque de capture par l'amont, les risques de défaillances de la séparation carrière/lac et le risque de reconnexion par l'aval entre lac et Gave semblent accrus dans des proportions non négligeables, ISL souligne ainsi le besoin d'un second déversoir pour contrôler les écoulements Carrière>Lac),
- le scénario 2.2 possède sensiblement les mêmes avantages et défauts que le scénario 2.1, pour un coût réduit mais sans réelle garantie de réduction complète du risque de capture par l'amont (seule la défaillance par surverse est traitée).

L'étude souligne enfin les difficultés du projet en termes de portage, de gestion et de maîtrise foncière, et ce quelle que soit la variante retenue...

## 5 ELEMENTS DE CONVERGENCES OU DE DIVERGENCES

### 5.1 Hydrogéomorphologie

Les constats sur l'évolution hydrogéomorphologique du Gave de Pau **se rejoignent dans l'ensemble** :

- il y a consensus sur la stabilisation du profil en long tant que les seuils restent fonctionnels, ainsi que sur le rôle fort qu'ils ont joué pour cette stabilisation,
- même si les formulations diffèrent, un consensus apparaît sur le caractère « naturellement » mobile en latéral, mais corseté, du Gave de Pau, avec en conséquence des sollicitations importantes sur certaines sections de Berges,
- l'analyse des impacts de la crue de 2013 est globalement partagée.

Les seuils du Gave de Pau, tant qu'ils demeurent pérennes, participent à la stabilisation du fond du lit, qui a atteint un niveau d'équilibre. En cas de rupture ou défaillance, ou, dans une moindre mesure, de perte des sédiments stockés à l'amont, la dynamique d'enfoncement risque de redémarrer.

- **Berges soumises à érosion** : quelques écarts existent quant aux zones sollicitées, avec en particulier l'absence de zone d'érosion préférentielle en rive droite amont de la carrière dans les études Artélia, alors qu'on retrouve cette zone sensible dans les autres études.
- **Impact de l'engraissement du seuil de Baudreix sur les débordements dans le secteur du lac** : seul Artélia avance ce point de vigilance. Le Cerema ne partage pas cette analyse hydraulique (la caractérisation des contrôles hydrauliques montre l'absence de rôle joué par cette section sous la crête du seuil en régime fluvial<sup>4</sup> (contrôle par la crête en seuil dénoyé, combiné à la section aval du Gave en seuil noyé/crués)
- **Augmentation à terme de la fréquence et de l'intensité des événements morphogène** : le Cerema ne dispose actuellement pas d'éléments scientifiques suffisants pour partager ou contredire cette affirmation peu démontrée.

### 5.2 Hydrologie et hydraulique

- **valeur du débit de la crue de 2013** (pour le calage de la crue centennale) : en retenant l'estimation basse pour la modélisation, les hauteurs de débordements de la crue centennale sont maximisées mais les vitesses minimisées. Cette approche permet d'être sécuritaire sur le risque de défaillance par surverse, mais pas sur les risques d'érosion externe ou d'érosion en pied de digue, menant à la brèche sans surverse, en particulier sur la section de talus trop raide. Le calage alternatif non retenu a ainsi du sens pour l'étude des vitesses en pied de berge.
- **Écarts sur les représentations de débordements en rive gauche et rive droite** : compte-tenu des différentes hypothèses (géométries des berges, débits de calage, écoulements annexes dans les

---

<sup>4</sup> A l'exception fort peu probable d'un régime torrentiel en amont, ou d'un seuil très fortement perméable.

affluents et canaux etc.), les écarts entre résultats n'apparaissent pas anormaux, en particulier sur l'emprise inondable en rive gauche (faibles hauteurs de débordement et d'écoulement, présence ou non d'arrivée d'eau par le lit majeur amont etc.)

## 5.3 Géotechnique et ouvrages

- Les constats sur l'état des ouvrages ne sont jamais en réelle opposition, mais les éléments non traités, les oublis ou omissions éventuelles expliquent en partie les écarts de conclusions :

- l'étude groupe Daniel en particulier se focalise quasi exclusivement sur la rive gauche.

- Seul ISL propose une analyse de risque fondée sur la géotechnique et les caractéristiques des ouvrages et défenses de berges, aboutissant à des probabilités de ruptures. Ces probabilités souffrent cependant d'un ensemble de réserves et d'incertitudes à ce stade :

- la valeur retenue pour le poids volumique des remblais (15 kN/m<sup>3</sup>) correspond à la fourchette basse, il conviendrait<sup>5</sup>, pour certains états limites (stabilité d'ensemble notamment lorsque les matériaux sont dans la partie supérieure), de retenir la valeur haute. A contrario, les poids volumiques des enrochements paraissent particulièrement élevés (25 kN/m<sup>3</sup> à 27 kN/m<sup>3</sup>). Ces valeurs semblent correspondre au poids volumique des grains. Pour un matériau à granulométrie discontinue potentiellement simplement déversé (sous eau), un indice des vides globale de l'ordre de 15 à 30 % est à considérer ce qui correspondrait à des poids volumiques de l'ordre de 17 à 22 kN/m<sup>3</sup> au maximum.
- Les résultats des reconnaissances géotechniques (sondages à la pelle, pressiomètre et pénétromètre, essais de laboratoire) et géophysiques ne semblent pas avoir été exploités conjointement sur la forme d'un profil en long géotechnique contenant l'ensemble des informations et permettant d'identifier les profils dimensionnants en fonction des différents états limites (hydrauliques et stabilité d'ensemble). Un complément ou une analyse spécifique serait nécessaire aux stades d'étude ultérieurs.
- Les calculs de calage de la stabilité sont appliqués sans coefficients partiels sur les matériaux ce qui est conforme aux usages, mais la valeur du coefficient de modèle n'apparaît pas clairement, ainsi les coefficients de sécurité obtenus (1,2 à 1,7 suivant les situations de calcul) sont-ils associés à un coefficient de modèle différent de 1 ?
- Les justifications menées en termes de probabilité de rupture, notamment pour l'érosion interne qui est un phénomène avec propagation et très dépendant des singularités géométriques ou géotechniques (hétérogénéité des terrains en termes de plasticité ou perméabilité par exemple), apparaissent particulièrement "délicates" et devraient être comparées aux règles empiriques usuelles (conditions de filtres, règles de Lane, Fell etc.).
- De la même manière l'attribution d'une probabilité d'occurrence d'une rupture en lien avec la valeur du coefficient de sécurité est tout aussi délicate<sup>6</sup>. L'approche par coefficient de sécurité devrait être suffisante dès lors que les profils dimensionnants sont correctement identifiés.

Pour toutes ces raisons<sup>7</sup>, les probabilités de ruptures affichées par ISL, dont les valeurs pouvaient laisser penser à des quasi-certitudes, sont en réalité assez incertaines...

---

<sup>5</sup> bien qu'il soit probable que cela change peu les résultats

<sup>6</sup>, l'origine de l'approche par coefficient de sécurité (de type Eurocode) vise essentiellement à s'éloigner de taux de mobilisation de la résistance géotechnique synonymes de déformations

<sup>7</sup> Agissant à la hausse comme à la baisse

## 5.4 Propositions d'aménagement

Plusieurs propositions d'aménagements sont envisagées, en fonction des problématiques étudiées et des risques identifiés<sup>8</sup> :

- Des zones soumises à érosion préférentielle qui sont analysée différemment selon les études, avec un focus sur le coude en rive gauche pour le groupe Daniel, et un focus sur la rive droite amont de la carrière dans les études Hydrétudes,
- Des niveaux d'analyse hétérogènes de l'état réel des protections de berges, ISL étant le seul bureau d'étude objectivant réellement ses analyses, propositions que le Cerema juge adapté au regard du contexte géotechnique,
- Un constat d'une problématique
- Plusieurs hypothèses empiriques pour traiter du risque de capture<sup>9</sup>, seuil ISL apportant des probabilités chiffrées,
- Plusieurs évocations du contrôle du risque causé par la surverse par formation de seuils déversant. Cette proposition n'a réellement de sens qu'en gérant les volumes déversés depuis la surverse des secteurs amonts jusqu'au retour de l'eau dans le Gave de Pau. Les projets basés sur un unique seuil déversant ne gèrent donc qu'une partie du problème,
- des hypothèses de surélévation des digues ou berges, qui semblent inacceptables au regard des suraléas et surinondations qu'elle font peser aux autres enjeux.

Les propositions d'aménagement pourront être complétées pour les phases ultérieures d'étude, en :

- complétant l'analyse des risques d'érosion interne par des approches plus empiriques (Lane, Fell etc.) ;
- établissant un profil en long géotechnique, permettant d'identifier des zones géotechniques homogènes et des profils dimensionnants ;
- justifiant les valeurs de gradient lors des phases de décrue.

---

<sup>8</sup> En l'absence de recherche de ce risque (Etude Groupe Daniel notamment), il n'y a donc logiquement pas de propositions

<sup>9</sup> dès lors qu'il est considéré, donc dans certaines études seulement !

## 6 ELEMENTS D'APPRECIATION COMPLEMENTAIRES

### 6.1 Probabilités annuelles déduites de capture

La probabilité de défaillance de l'ouvrage ou des berges répond au croisement de deux risques :

- Risque de mise en œuvre d'une mécanique de défaillance, à un niveau de sollicitation donnée,
- Risque d'apparition de ce niveau de sollicitation.

Les éléments d'études hydromorphologiques dont on dispose, **bien que souffrant de fortes incertitudes**, semblent indiquer que les mécanismes de défaillances identifiés sont sollicités dès la crue morphogène et sont amplifiés lorsque la crue surverse. La crue de 2013 est un très bon exemple de ces caractéristiques. Dans l'hypothèse où les compléments d'étude viendraient confirmer ces résultats, il est possible d'en déduire des ordres de grandeurs de probabilités de capture.

Même avec retalutage<sup>10</sup>, ISL indique une ouverture de l'amont quasi certaines dès l'apparition d'une Crue cinquantennale. Cette ouverture par l'amont n'implique pas obligatoirement une capture complète (qui nécessiterait également une ouverture en aval, par exemple via le lac et le canal), mais est de nature à exposer fortement à ce risque dès les crues suivantes en l'absence de réparation d'urgence.

Selon ces éléments, le risque d'ouverture par l'amont est donc de 2% chaque année. En l'absence de travaux de réparation d'urgence (ou de la capacité à les mener rapidement), il est probable que le risque de capture soit sensiblement équivalent.

En menant l'analyse sur les risques liées aux crues décennales, le niveau est moindre, les vitesses également, la probabilité de rupture par surverse sur ce type d'événement est ramenée à 0,1% chaque année. A contrario, pour une crue centennale, la rupture est certaine mais la rareté de la crue ramène la probabilité à 1%.

En synthèse, moyennant un retalutage de la section de berge instable, les événements cinquantennaux assurent la combinaison de risque la plus défavorable : sollicitations élevées pour une rareté modérée. Il en résulte un risque annuel de défaillance d'environ 2%, et un risque de capture équivalent en l'absence de réparations d'urgence.

### 6.2 Conséquences sédimentaires attendues en cas de capture

Compte tenu des volumes et de la bathymétrie du lac et de la gravière, en cas de capture complète, on peut craindre :

- Un détournement permanent du lit du Gave de Pau. En l'état des seuils, des profondeurs et du tracé historique du Gave, il est probable que le cours soit dérivé et que le lit actuel devienne un bras annexe mobilisé en hautes-eaux.
- La constitution d'un piège à sédiment permanent à l'échelle du siècle. Plus précisément, la carrière amont pourrait être comblée, par apports sédimentaires réguliers et par érosion régressive, en une décennie ou moins. Le lac aval, par contre, nécessitera de nombreuses décennies à être comblé.

---

<sup>10</sup> sans ce retalutage, le risque est présent (mais non quantifié, la pente très élevée sortant du domaine de validité des formules) pour des crues non débordantes d'avoir une ouverture par effondrement de la berge.

L'érosion régressive causera, en l'absence d'aménagements spécifiques, une reconnexion à court terme entre lac et carrière, et participera ensuite aux érosions vers l'amont. Les érosions à l'aval (ie. sur l'ensemble du linéaire du Gave de Pau) seront aggravées de manière diffuse, par le renforcement du déficit en sédiment que le piège engendre.

- L'érosion régressive peut déstabiliser à terme et mettre en danger les seuils du Gave de Pau, générant de fait une amplification (sur le temps long) de la taille et de l'intensité du phénomène érosif initialement induit par la capture.

## **6.3 Cohérence hydrosédimentaire des aménagements envisagés**

Au regard de la répartition des enjeux actuels et futurs, les options impliquant une réhausse des digues existantes sont à proscrire, l'aggravation de l'impact des crues sur les enjeux existants ou futurs (en particulier la carrière en rive gauche) étant démontrée par les modèles hydrauliques.

La recharge sédimentaire le long de la berge, côté lac et carrière, apparaît être une solution partielle adaptée au contexte et enjeux :

- elle participe à la stabilisation de la berge en cas de surverse,
- elle offre une profondeur sacrificielle intéressante dans le cas de crues rapides,
- elle a un impact environnemental contrôlé, moindre qu'une intervention côté Gave,
- les volumes apportés diminuent d'autant la capacité de piège à sédiment...

Les éléments disponibles ne permettent pas de définir une largeur optimale de cette recharge. L'équilibre sera recherché entre :

- ✓ le volume de sédiments à apporter, le plus étant le mieux,
- ✓ les zones à privilégier,
- ✓ le coût de l'opération.

En première analyse, on visualise deux zones où cette recharge semble opportune :

- prioritairement à l'amont, dans la partie étroite de la berge de la gravière de Mirepeix, soumise au plus fort risque érosif (cf. page suivante, où les tracés sont simplement proposés à titre d'exemple),
- si l'intérêt en était démontré, et en réflexion commune avec l'éventuel aménagement du seuil déversant intermédiaire, sur la partie amont du lac de Baudreix. Compte-tenu des profondeurs localement importantes, le volume nécessaire serait significatif.

Dans ce contexte, l'apport de sédiments pourrait être qualifié d'« action sans regrets ». Moyennant une réflexion sur l'origine des granulats, le mode de mise en œuvre, la gouvernance du projet, ce type de solution est susceptible d'entrer dans le cadre des solutions fondées sur la nature.

La recharge le long des berges traiterait les problématiques d'érosion externe de la digue. Une vigilance particulière devra cependant être portée quant à un éventuel glissement de la section de berge trop raide. En cas d'apparition, l'encoche créée risquerait de provoquer des érosions importantes, y compris hors période de crue. Un retalutage d'urgence serait à opérer pour protéger la berge de ce risque.



*Illustrations : emplacements pressentis pour une recharge sédimentaire. La zone amont de la gravière de Mirepeix est à privilégier. L'utilité d'un rechargement du lac de Baudreix est à étudier, et une cohérence devra être recherchée avec un éventuel aménagement de déversoir entre les deux lacs.*

L'aménagement de déversoirs peut permettre, en assurant un franchissement contrôlé des berges et remblais de séparation, de protéger l'intégrité des ouvrages pour les crues morphogènes du Gave de Pau pour lesquelles ils sont conçus (ici certainement autour de la crue cinquantennale<sup>11</sup>).

Toutefois, l'aménagement doit être réalisé dans le cadre d'une réflexion complète du cheminement de l'eau et de la gestion des volumes débordants transitant par ces déversoirs.

A ce titre, la réalisation en premier lieu d'un déversoir entre les lacs de Mirepeix et Baudreix interroge. Cette réalisation sera efficace pour éviter l'érosion complète et incontrôlée de la séparation entre les plans d'eau. Néanmoins, sauf si la cote adoptée est identique au terrain naturel actuel (et dans ce cas comment s'assure-t-on que le déversoir est effectivement mobilisé/efficace ?), cette réalisation fait courir le risque d'inondations plus importantes sur les enjeux du lac de Baudreix, en facilitant la venue de volumes qui ne peuvent être régulés efficacement.

L'accélération du remplissage est en outre susceptible d'accroître le risque de rupture à la décrue.

La sécurisation complète par des déversoirs des berges, enjeux et ouvrages, passerait par une gestion cohérente :

- ✓ du ressuyage aval, pour maîtriser la sortie des volumes débordants amenés dans le lac de Baudreix,
- ✓ de la séparation entre lacs, pour éviter une connexion rapide des deux volumes,
- ✓ de l'entrée amont, pour protéger les sections de berges vulnérables sur la commune de Mirepeix identifiées dans les études.

Les coûts de l'ensemble de ces réalisations sont relativement conséquents, le chiffrage proposé pour le déversoir entre les lacs semblant un bon ordre de grandeur pour un ouvrage.

Un mode usuel de sécurisation du phasage des travaux est la réalisation des ouvrages de l'aval vers l'amont, ce qui permet d'éviter le suraléa temporaire causé par la facilitation amont de débordements qui ne seraient pas efficacement évacués à l'aval.

---

<sup>11</sup> avec une période maximale de crue à partir de laquelle ils sont insuffisants aujourd'hui non qualifiée

## 7 BILAN : LES ENSEIGNEMENTS CLES

L'analyse des études existantes sur la problématique des érosions et inondations sur les communes de Baudreix et Mirepeix appelle les observations majeures suivantes :

1 - Malgré des contrastes apparents sur les cartographies, ou des préconisations pouvant varier, nous n'avons pas identifié de contradictions majeures entre les études examinées. Les écarts s'expliquent notamment :

- par les différences d'objectifs et de niveau d'études entre les différents rapports. Chaque rapport examiné répond à une problématique spécifique, il est donc logique que l'attention portée à des éléments spécifiques du territoire, les hypothèses formulées et les réponses apportées diffèrent,
- ces différences sont exacerbées par le caractère « en limite de débordement » des crues étudiées : une faible variation de niveau, par exemple liée à une hypothèse de brèche, se traduit en une variation marquée de l'emprise inondée, mais avec des hauteurs d'eau très faibles.

2- Les rapports examinés, en particulier l'étude SMBGP, permettent une vision assez complète de l'évolution probable à court et moyen terme du Gave de Pau :

- le déficit sédimentaire est marqué et les stocks étant insuffisants, il se poursuivra, se traduisant par des érosions,
- la dynamique future d'accélération des déséquilibres et d'aggravation des crues est insuffisamment étayée pour être retenue,
- les seuils jouent un rôle essentiel dans la stabilisation de l'enfoncement du lit. En l'absence de rupture de ces seuils, le profil en long n'évoluera pas ou peu,
- l'érosion se produira donc sur les berges, en fonction des zones d'accélération (resserrement, méandres etc.),
- ces zones sont déjà visibles, la tendance se poursuivra,
- le volume des gravières fait qu'en cas de capture, le piège sédimentaire sera permanent (à l'échelle du siècle à venir) et aggravera les érosions à l'aval.

3- le statut quo actuel (absence de capture de la gravière) est suspendu à la survenance d'une ou plusieurs crue(s) morphogène(s).

- La période de retour de ces crues est évaluée autour de 50ans,
- En cas d'apparition de la crue, la capture est très probable mais pas garantie,
- hors zone à reprofiler prioritairement, la rupture est probablement causée par l'érosion externe à la surverse,
- Les crues du Gave de Pau étant rapides, l'élargissement du terre-plein entre le Gave et la gravière d'une part, la gravière et le lac d'autre part réduit le risque de capture, la durée de surverse pouvant ne pas être suffisante pour éroder l'ensemble de la séparation.

- En cas de rupture en amont, l'eau entrant dans la gravière devra s'évacuer. Le scénario le plus probable au regard de la topographie est une surverse vers le lac, pouvant générer une rupture, puis une autre surverse proche du restaurant du lac, avec là encore potentiellement rupture.

- Si ce scénario se produisait, en l'absence de réparations d'urgence, un détournement permanent du lit mineur du Gave et un assèchement du lit actuel est à craindre (ce nouveau cheminement étant plus bas).

4- L'évaluation des risques menée par ISL, même si elle est incomplète, apporte (et est la seule à apporter) une vision qualitative et quantitative des principaux risques de ruptures des digues en rive droite. Toutes réserves posées, elle identifie :

- une section de digue trop raide à reprendre rapidement (possibilité de rupture à tout moment),

- une situation globalement très risquée à partir de la crue cinquantennale.

5- Les scénarios d'aménagement sont chiffrés sommairement, leur ordre de grandeur est réaliste.

- les scénarios de réhausse de la digue sont à proscrire, ils aggravent l'aléa par ailleurs, en particulier sur la rive gauche où de nouveaux projets viennent d'être autorisés,

- l'aménagement d'un déversoir sur la section de digue vulnérable n'est pas autosuffisant, l'eau entrante doit être évacuée (2<sup>nd</sup> voire 3<sup>e</sup> déversoir pour éviter tout suraléa autour du lac).

- Le rechargement sédimentaire côté lac apparaît adapté au contexte et aux enjeux.

- L'aménagement de déversoir(s), pour ne pas causer de suraléa, nécessite une vision globale du cheminement des volumes débordants, depuis le lit mineur à l'amont jusqu'au retour au lit mineur à l'aval.



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Cerema**

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN