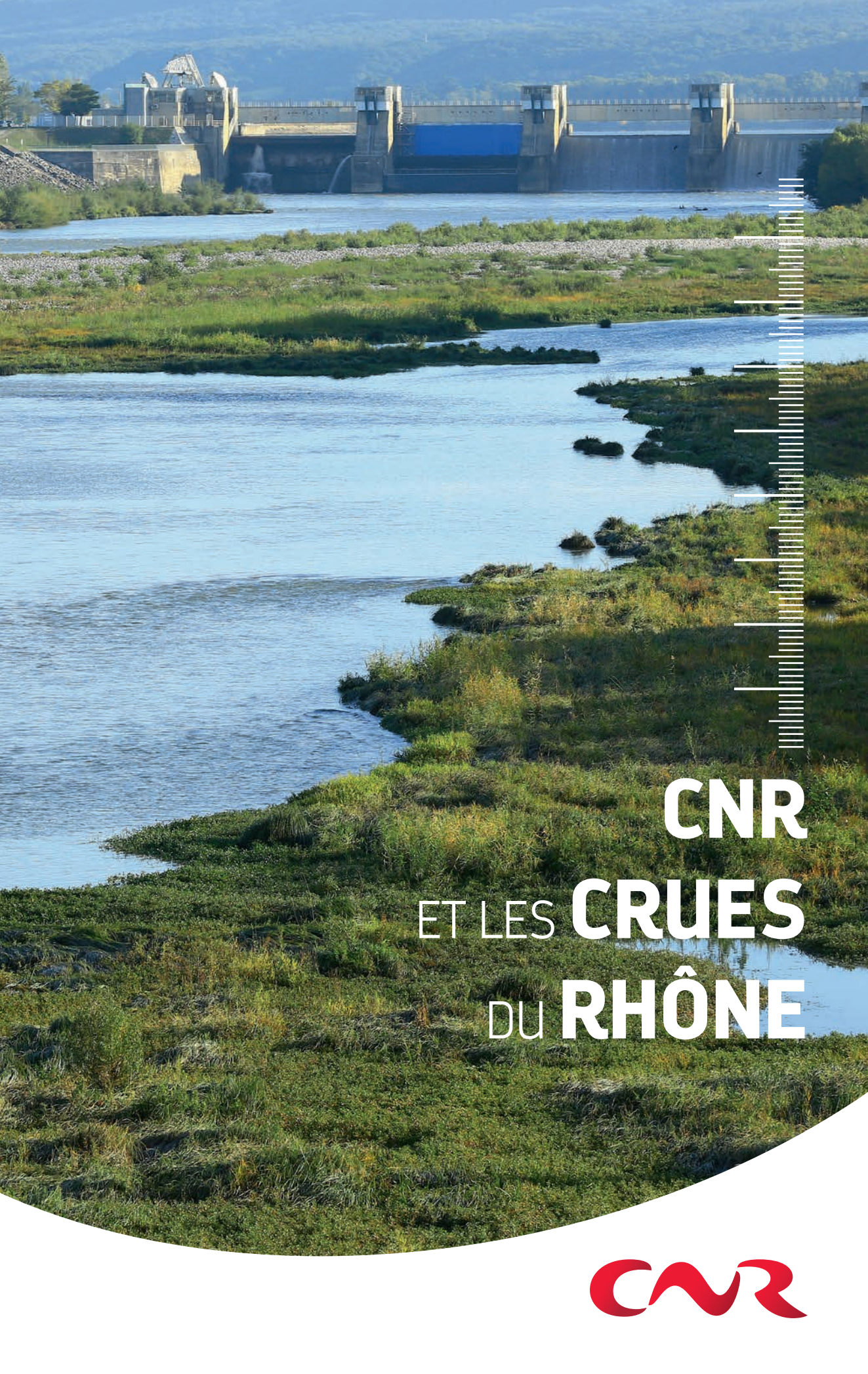




CNR
ET LES **CRUES**
DU **RHÔNE**



LES CRUES DU RHÔNE, UNE HISTOIRE ANCIENNE

Le Rhône, fleuve puissant porteur de richesses

Depuis l'Antiquité, le Rhône, voie d'échanges commerciaux et culturels entre la Méditerranée et les pays du Nord, est qualifié de capricieux. Ses crues, dont la première référence date de 175 avant JC, sont tristement célèbres par les ravages causés sur les villes de Lyon, Avignon ou Arles. Plus tard, les épisodes violents de crues de 1840 et 1856 ont marqué la mémoire collective et amené les villes à se protéger : de Lyon à Arles, toutes s'entourent de digues destinées à contenir la montée des eaux.

Aménagé depuis plusieurs siècles, pour la navigation puis la production d'électricité, le fleuve insuffle sa vitalité à toute la vallée, favorisant l'épanouissement d'une importante activité économique et la croissance des villes installées le long de ses rives. Aujourd'hui, le sillon rhodanien est un territoire fortement peuplé, traversé de grandes voies de communication routière et ferroviaire, où s'étendent espaces agricoles, zones industrielles et sites portuaires.

Mais le Rhône reste imprévisible. Les crues majeures survenues en 1990 sur le Haut Rhône, en 1993 et 1994 en Camargue et en 2002 et 2003 entre Valence et Beaucaire, provoquant de lourdes conséquences humaines et matérielles, ont réveillé la mémoire du risque inondation et accéléré la demande



Le Rhône près
de Condrieu

publique d'une politique globale de prévention des inondations. De là est né le Plan Rhône, rassemblant Etat et Régions et CNR, pour une approche globale de la gestion du fleuve sur le bassin Rhône-Saône et l'affirmation du principe de solidarité amont et aval, rive droite et rive gauche.

La crue, un phénomène récurrent

Les crues du Rhône proviennent en grande partie des apports de ses puissants affluents : l'Arve, le Fier, l'Ain, la Saône, l'Isère, la Drôme, l'Ardèche, la Cèze, la Durance et le Gard. En dehors de l'été, elles se produisent à n'importe quelle saison, selon le contexte hydro-climatique et la réaction des affluents.

Lorsque des pluies d'origine océanique perdurent sur le Massif Central et les montagnes autour du Rhône amont, ou de violents orages remontant de la Méditerranée s'abattent dans les départements du Sud, le débit des affluents augmente, élevant ainsi le niveau du Rhône. La crue devient inévitable ; le fleuve déborde de son lit et inonde les terres environnantes.

Pour autant, l'intensité des crues n'est pas plus forte aujourd'hui qu'avant.



Le Rhône en
crue, barrage
de retenue de
Vallabrègues,
Gard

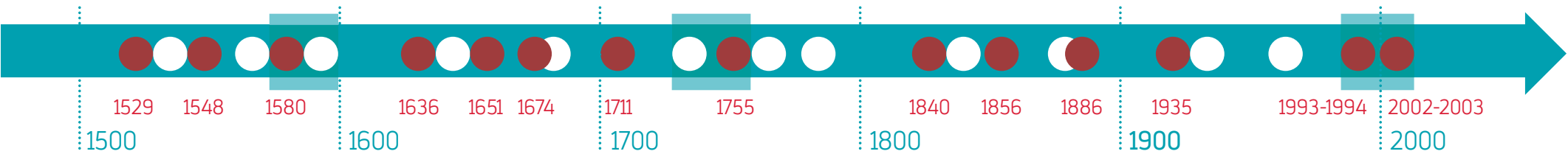


Vue aérienne
d'Avignon
lors de la crue
de décembre
2003

DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DE LA CRUE EN VALLÉE DU RHÔNE				
	PONT DE LAGNIEU (Ain)	TERNAY (Rhône)	VALENCE (Drôme)	BEAUCAIRE (Gard)
Débit moyen	455	1 030	1 400	1 700
Crue annuelle (1)	990	2 765	3 415	4 280
Crue décennale (2)	1 800	4 450	5 600	8 400
Crue centennale (3)	2 400	5 900	7 500	11 300
Crue millénale (4)	2 950	7 300	9 400	14 000

(1) débit moyen dépassé 10 jours/an • (2) probabilité d'apparition annuelle 1/10
(3) probabilité d'apparition annuelle 1/100 • (4) probabilité d'apparition annuelle 1/1 000

CHRONOLOGIE DES PRINCIPALES CRUES DU RHÔNE À BEAUCAIRE DEPUIS 1500

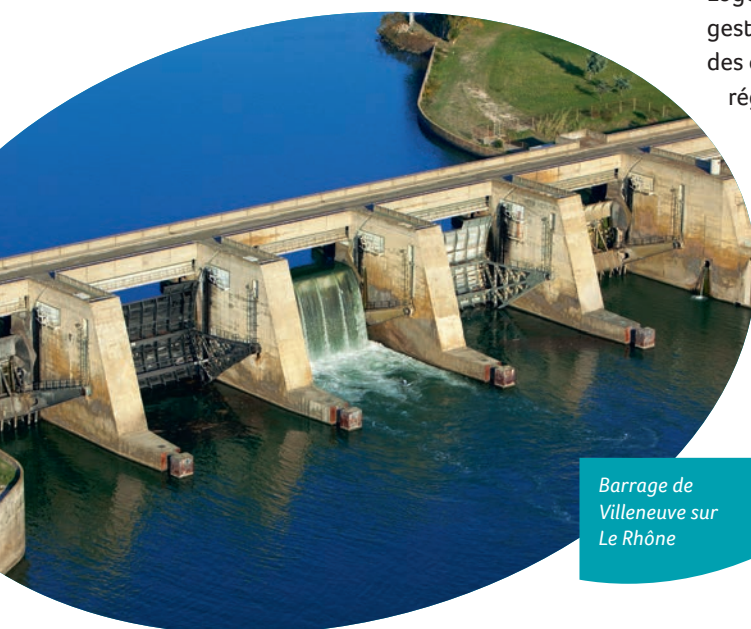


CNR, AMÉNAGEUR DE LA VALLÉE DU RHÔNE

Créée en 1933, la Compagnie Nationale du Rhône reçoit de l'État la concession du Rhône pour l'aménager et l'exploiter selon une triple mission : produire de l'hydro-électricité, développer la navigation et favoriser l'irrigation et les autres usages agricoles. Elle mène jusqu'en 1986 un programme d'ensemble de travaux de la frontière suisse à la Méditerranée.

Aménager sans aggraver les risques liés aux crues

Pour préserver l'importante activité économique et humaine de la vallée —ce qui excluait la construction de barrages-centrales à vaste retenue de type Serre-Ponçon, consommateurs d'espace— et pour respecter la morphologie du fleuve, CNR a imaginé un projet global de 19 barrages à faible retenue et centrales hydroélectriques fonctionnant de manière solidaire entre l'amont et l'aval du fleuve et basé sur un principe essentiel : la non-aggravation des risques liés aux crues.



Barrage de Villeneuve sur Le Rhône

Cette règle se concrétise sous deux aspects :

UNE CONCEPTION « AU FIL DE L'EAU » DES ÉQUIPEMENTS

Conçus en paliers et de basse chute, ces aménagements ne retiennent pas la crue mais la laissent passer sans modifier son débit naturel. Leur neutralité est vérifiée à l'aide de mesures de débits, de relevés de « laisses de crue » (les traces laissées par les crues en se retirant) et de modélisations hydrauliques. Les équipements ont été dimensionnés pour être capables d'évacuer l'eau jusqu'à une crue millénale, c'est-à-dire dont la probabilité de survenir chaque année est de 1/1 000 et caractérisée par un débit 7 à 10 supérieur à la normale.

UNE EXPLOITATION ENCADRÉE

Des consignes d'exploitation associées au cahier des charges spécifique à chaque aménagement régissent strictement leur conduite en cas de crue et prévoient d'assurer l'écoulement des eaux du Rhône. Ces consignes ont été établies par CNR et approuvées par ses autorités de contrôle, les Directions Régionales de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL). CNR rend compte de sa gestion, de son activité et du respect du cahier des charges auprès des DREAL qui contrôlent régulièrement le respect des consignes et la bonne application des procédures de surveillance des ouvrages et de manœuvre des organes à l'occasion d'une inspection annuelle.

Plus d'une centaine de rapports de surveillance, de visites et de rapports d'auscultation sont transmis chaque année aux autorités de tutelle.



INFRASTRUCTURES CNR

- 1 Centrale hydroélectrique
- 2 Parc éolien
- 3 Parc photovoltaïque
- 4 Site industriel et portuaire
- 5 Port de plaisance
- 6 Écluse
- 7 Barrage
- 8 Petite centrale hydraulique
- 9 Endiguement

FONCTIONNEMENT D'UN BARRAGE

« AU FIL DE L'EAU »

Le barrage, dont les vannes sont fermées, dévie l'eau du Rhône dans la retenue à l'amont du canal de dérivation pour créer une chute grâce à laquelle la centrale produit de l'électricité. Une fois turbinée, l'eau retourne au Rhône à l'aval. Les bateaux franchissent la chute grâce à une écluse. Le Vieux-Rhône est alimenté par le débit réservé.

CNR, AMÉNAGEUR DE LA VALLÉE DU RHÔNE



CNR a intégré la dimension des crues dans la conception globale de ses ouvrages. La conception mais aussi leur exploitation repose sur un principe essentiel : la neutralité afin de garantir leur sûreté.

Des ouvrages neutres vis-à-vis des crues

Les aménagements au fil de l'eau de CNR n'ont pas été conçus pour contenir ou même réduire les effets de crues exceptionnelles. En période de crue, ils laissent s'écouler l'eau sans en aggraver les effets pour préserver la situation prévalant immédiatement avant les aménagements CNR.

LA CONSERVATION DES ZONES NATURELLES D'EXPANSION DES CRUES

Les aménagements ont été construits en préservant les zones naturelles d'expansion de crues, espaces historiques d'inondation qui participent toujours lors de crues importantes à la régulation des flux du fleuve par leur mise en eau progressive.

Ces zones sont nombreuses et présentes sur tout le linéaire du fleuve : berges des Vieux-Rhône, marais de Chautagne et Lavours, lac du Bourget, plaine de Brangues-le-Bouchage sur le Haut-Rhône ainsi que les plaines de Prentegarde, du Tricastin, de Caderousse et de Vallabrègues sur le Bas-Rhône...

MAINTENIR LES CAPACITÉS D'ÉVACUATION DES CRUES

L'aménagement a été conçu pour le maintien des écoulements, afin de préserver la neutralité par rapport aux crues.

LA RÉALISATION D'ENDIGUEMENT

Digues insubmersibles

En amont des centrales hydroélectriques, CNR a construit, de Génissiat au palier d'Arles, des digues, dites insubmersibles, sur les deux rives du Rhône. Elles sont prévues pour résister au débit estimé de la crue millénale. Ces endiguements permettent de canaliser l'eau vers la centrale, de limiter l'espace occupé par l'aménagement hydroélectrique et de créer un plan d'eau nécessaire à la navigation et à la production électrique. Leur fonction n'est donc pas de protéger des crues.

Digues submersibles et déversoirs

Lors de la conception de ses aménagements, CNR a conservé des champs naturels d'expansion des crues. Leur mise en eau par l'aval, par l'intermédiaire de digues submersibles et de déversoirs, permet de limiter les vitesses d'écoulement et l'érosion du terrain, préservant ainsi les biens et les personnes.

CNR surveille et entretient ses 400 km d'endiguement afin de les conserver en bon état. Il existe d'autres digues, plus anciennes, maintenues par des communes et des riverains. Elles ne sont pas sous sa responsabilité.

Digue en aval
de la centrale
de Bollène.



GARANTIR LA SÛRETÉ HYDRAULIQUE

Toujours en application du principe de non-aggravation des crues, CNR mène une politique d'entretien et de surveillance du lit du fleuve afin de le garder dans ses références et son fonctionnement historique. Cette obligation concerne l'intégralité du cours concédé y compris les tronçons non aménagés. Certifiée ISO 9001 sur la sûreté hydraulique depuis 2001, CNR met en place plusieurs actions pour atteindre cet objectif.

Préserver les capacités d'écoulement du Rhône

LA SURVEILLANCE DU FLEUVE

CNR dispose de moyens performants, notamment le bateau hydrographique le Frédéric Mistral, pour effectuer régulièrement des campagnes de terrain. Ainsi, les mesures de ligne d'eau (hauteur du fleuve dans son lit) et les levés bathymétriques (profil des fonds) réalisées le long du fleuve dressent un bilan global des dépôts et érosions et permettent d'évaluer les évolutions.



Le Frédéric Mistral, bateau réalisant des mesures sur le Rhône

Après chaque crue, les techniciens relèvent les « laisses de crue », hauteurs où l'eau a laissé des traces, pour connaître après-coup le profil longitudinal du Rhône en crue. Ils observent le fleuve, les aménagements et vérifient les hauteurs d'eau.

L'ANALYSE CONTINUE DU COMPORTEMENT DU RHÔNE

CNR actualise régulièrement le modèle hydraulique du Rhône c'est-à-dire la représentation mathématique du comportement hydraulique du fleuve.

La mise à jour de cette simulation tient compte des observations effectuées durant les crues.

Cette connaissance affinée du Rhône permet à CNR de lancer si besoin les actions d'entretien nécessaires (contrôle de la végétation, dragage).



Mesure de débit avec capteurs doppler embarqués

LES DRAGAGES

Conduits dans une logique préventive, ils s'effectuent sur autorisation administrative lorsque les analyses révèlent un risque d'aggravation. Afin de pouvoir intervenir plus rapidement sur le fleuve, CNR a obtenu une autorisation décennale, basée sur un plan de gestion des dragages d'entretien courant. Ce plan, conçu sur la base de 20 ans de retour d'expérience de dragage, se décline en un programme annuel d'opérations. Des fiches d'incidence, attentives aux enjeux écologiques et socio-économiques, analysent les impacts potentiels sur l'environnement et proposent des actions correctives. Au final, CNR consacre entre 5 et 7 M€ par an aux dragages (chiffre excluant ceux entrepris pour les besoins de la navigation).



Dragage sur le Rhône près de Chautagne

L'ENTRETIEN DE LA VÉGÉTATION

CNR investit 3 M€ chaque année pour éviter que le développement naturel de la végétation n'entrave le bon écoulement des eaux en cas de crue. Dans le Vieux-Rhône, la coupe des plantes ligneuses dégage le lit mineur et renforce la dynamique naturelle en facilitant l'érosion des dépôts par le fleuve lui-même. Les fossés et contre-canaux sont curés afin de pérenniser leur fonction de drainage en fin de crue. Enfin, les embâcles sont retirés des petits ouvrages, siphons et aqueducs. Toutes ces actions sont réalisées dans le respect des espèces animales et végétales protégées.

LA RÉHABILITATION DES LÔNES

Ces anciens bras secondaires du Rhône se sont plus ou moins asséchés au fil du temps et de l'activité humaine. Depuis 1993, CNR restaure la qualité environnementale de ces lônes tout en améliorant leurs capacités d'écoulement en cas de crue. Ainsi, elles se remplissent mieux et soulagent le cours principal d'une partie du débit. Depuis 2003, CNR a intégré ces actions dans ses Missions d'Intérêt Général inscrites au Plan Rhône. 25 lônes ont déjà été restaurées, sous maîtrise d'ouvrage CNR et 20 autres sont prévues d'ici 2018.



Lône du Rhône vers Champagnieux en Savoie

CE QUE FAIT CNR EN CAS DE CRUE



Pendant une crue, la responsabilité de CNR porte sur ses aménagements : elle effectue des manœuvres dans le strict respect des consignes d'exploitation validées par ses autorités de tutelle et dans le respect du cahier des charges de chaque aménagement. Elle agit donc dans un cadre réglementaire strict et en toute transparence, pour gérer la crue. Elle n'a aucune mission en matière de prévention et protection contre les inondations ni d'information des populations.

En période de crue, la sécurité des personnes prime alors sur la production hydroélectrique et la navigation. CNR applique strictement les consignes validées par ses autorités de contrôle, sans interprétation, afin de ne pas aggraver les conséquences de la crue. Le développement du phénomène restant imprévisible, la gestion des ouvrages reste identique ; toute improvisation pourrait se révéler après coup aussi bénéfique que désastreuse.

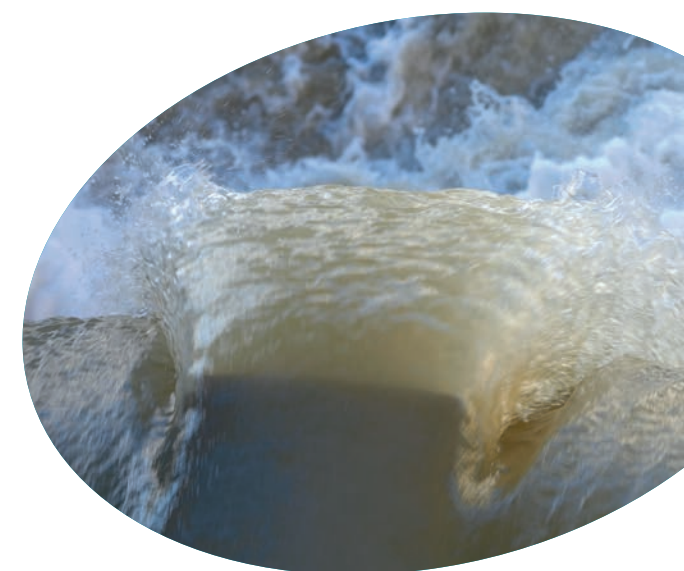
MESURER LES NIVEAUX ET LES DÉBITS

Pour anticiper l'évolution des crues et manœuvrer ses aménagements, CNR mesure les niveaux du Rhône et des affluents grâce à son réseau de plus de 200 stations d'observation hydrométrique réparties sur le bassin du Rhône. Toutes les centrales étant interconnectées par télétransmission, chacune bénéficie des niveaux et débits constatés en amont et peut ainsi être conduite dans le respect des règles édictées. Pour surveiller plus attentivement certains secteurs névralgiques, des techniciens de CNR effectuent, même durant les fortes crues, une mission délicate : embarquer sur le Rhône pour relever sa « ligne d'eau » (hauteur du fleuve dans son lit) et mesurer son débit.



OUVRIR DE MANIÈRE CONTROLÉE LES VANNES

La centrale ne pouvant évacuer qu'un débit limité d'eau, les vannes des barrages s'ouvrent progressivement pour laisser passer la part restante de la crue dans le Rhône. Ainsi le plan d'eau « bascule » et le fleuve retrouve graduellement sa pente naturelle telle qu'avant la construction des aménagements.

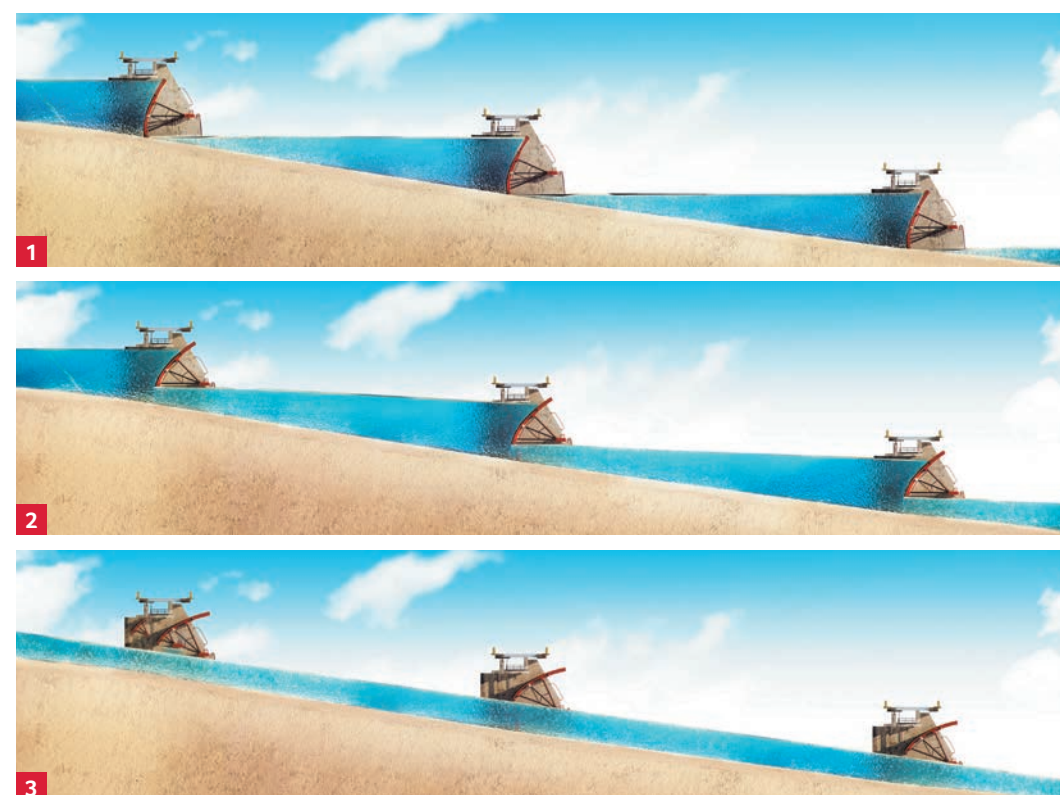


REDONNER AU RHÔNE SON COURS NATUREL

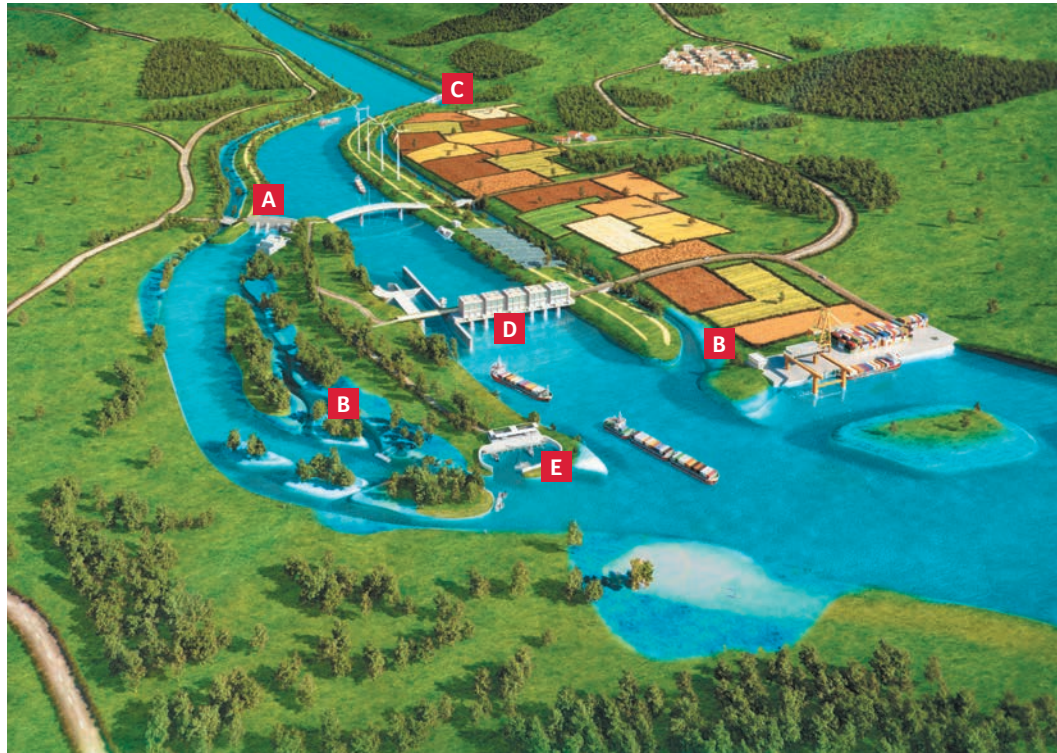
- 1 Les plans d'eaux des retenues sont quasi horizontaux
- 2 Plans d'eau après début d'ouverture des vannes
- 3 Plans d'eau après ouverture totale des vannes

DES DÉBORDEMENTS LENTS ET PROGRESSIFS

En fonction de l'importance et la rapidité de la montée des eaux, CNR conduit ses aménagements en respectant les consignes fixées pour remplir graduellement les différentes zones inondables. Celles-ci jouent alors leur rôle naturel d'écroulement de la crue, en réduisant sa pointe par le stockage d'une partie de l'eau.

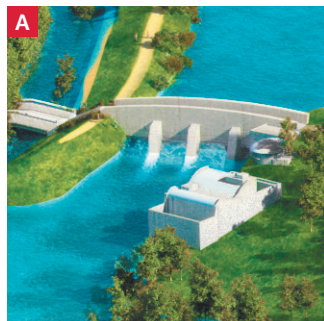


CE QUE FAIT CNR EN CAS DE CRUE



LORS D'UNE CRUE ANNUELLE

(débit 2 à 3 fois supérieur à la normale)



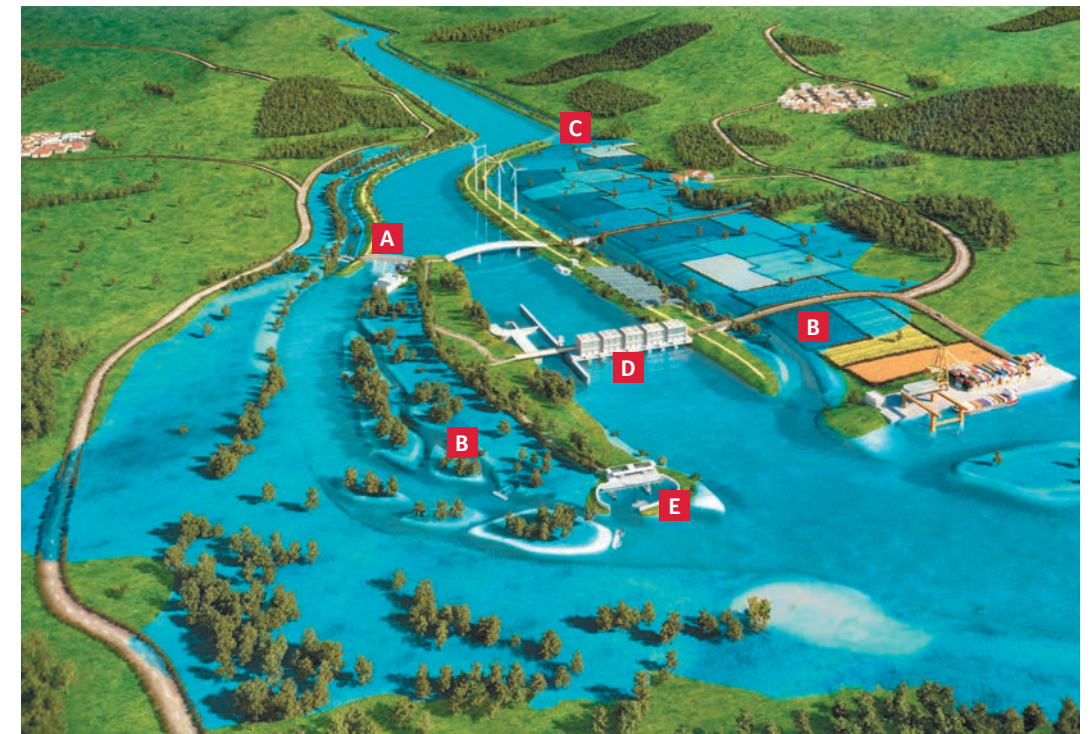
- A** Les vannes des barrages sont partiellement ouvertes
- B** Les berges du Rhône, les contre-canaux, zones d'expansion naturelle se remplissent
- C** Les digues déversoirs ne sont pas submergées et protègent encore les terrains inondables situés derrière elles
- D** La hauteur de chute diminue, la production d'électricité baisse
- E** Les bateaux à passagers et de plaisance sont interdits de navigation dès que le seuil de Restriction de Navigation en Période de Crue (RNPC) est dépassé.

LORS DES CRUES DÉCENNALES À MILLÉNALES

(débit 4 à 10 fois supérieur à la normale)



- A** L'ouverture des vannes des barrages se poursuit jusqu'à ouverture totale
- B** Les berges du Rhône, les contre-canaux, zones d'expansion naturelle se remplissent de plus en plus
- C** L'eau passe par les déversoirs, puis par dessus les digues submersibles; les siphons rentrent en action, les champs d'inondation sont mis en eau par l'aval
- D** La hauteur de chute baisse encore entraînant la diminution de la production hydroélectrique voire son interruption totale
- E** La navigation reste interdite pour les bateaux à passagers et de plaisance



CE QUE FAIT CNR EN CAS DE CRUE

Des équipes fortement mobilisées

La cellule de crise est constituée dès l'atteinte d'un niveau d'alerte, défini par CNR selon chaque aménagement et validé par l'Etat.

Relevé de vitesses d'écoulement avec deux capteurs Doppler, l'un à la proue, l'autre sur le flotteur jaune



DANS LES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES

Lors de crues faibles ou moyennes, les ouvrages restent sous conduite automatique mais avec une présence renforcée dans les aménagements.

En cas de fortes crues, les aménagements sont conduits manuellement par des salariés en service de quart. Dès qu'une crue prend de l'importance, de nouvelles équipes de techniciens spécialisés apportent leur appui. 24h sur 24, ils surveillent les digues, relèvent les niveaux des champs d'inondation et contrôlent le bon écoulement des eaux à travers les siphons ou les déversoirs.



Surveillance du Rhône depuis le mirador de l'écluse de la centrale hydroélectrique de Bourg-lès-Valence

AU SIÈGE SOCIAL ET DANS LES DIRECTIONS RÉGIONALES

Différents spécialistes analysent les données des prévisions météorologiques, des pluviomètres et des temps de propagation de la crue pour préparer et piloter les manœuvres d'exploitation. Ils examinent tout événement survenant sur les aménagements et proposent des actions. Enfin, ils informent les services de l'Etat avec qui CNR reste en contact étroit pendant toute la durée de l'événement.



Technicien CNR au poste de conduite de Beaucaire

CONTRIBUER A LA PRÉVISION DES CRUES ET À LA CULTURE DU RISQUE



S'il n'est pas du rôle de CNR d'alerter les populations, CNR participe activement, en tant qu'exploitant d'ouvrage hydraulique, au dispositif public de prévision des crues, mis en place en 2003, et destiné à anticiper les crises provoquées par les inondations. En tant que partenaire privé historique du Plan Rhône, elle intervient aussi sur des actions portées à la stratégie de prévention.

Vigilance et prévision des crues: une étroite collaboration avec les services de l'État

CNR met à disposition des Services de Prévisions des Crues (SPC de l'État) les mesures de niveaux et débits collectées sur son réseau de capteurs et ses modèles hydrauliques. Avec ces données, celles de leur propre réseau et celles fournies par Météo France, les deux SPC (Rhône Amont et Grand Delta pour l'aval du fleuve) calculent les débits et les hauteurs d'eau à venir. Ils en déduisent un niveau de

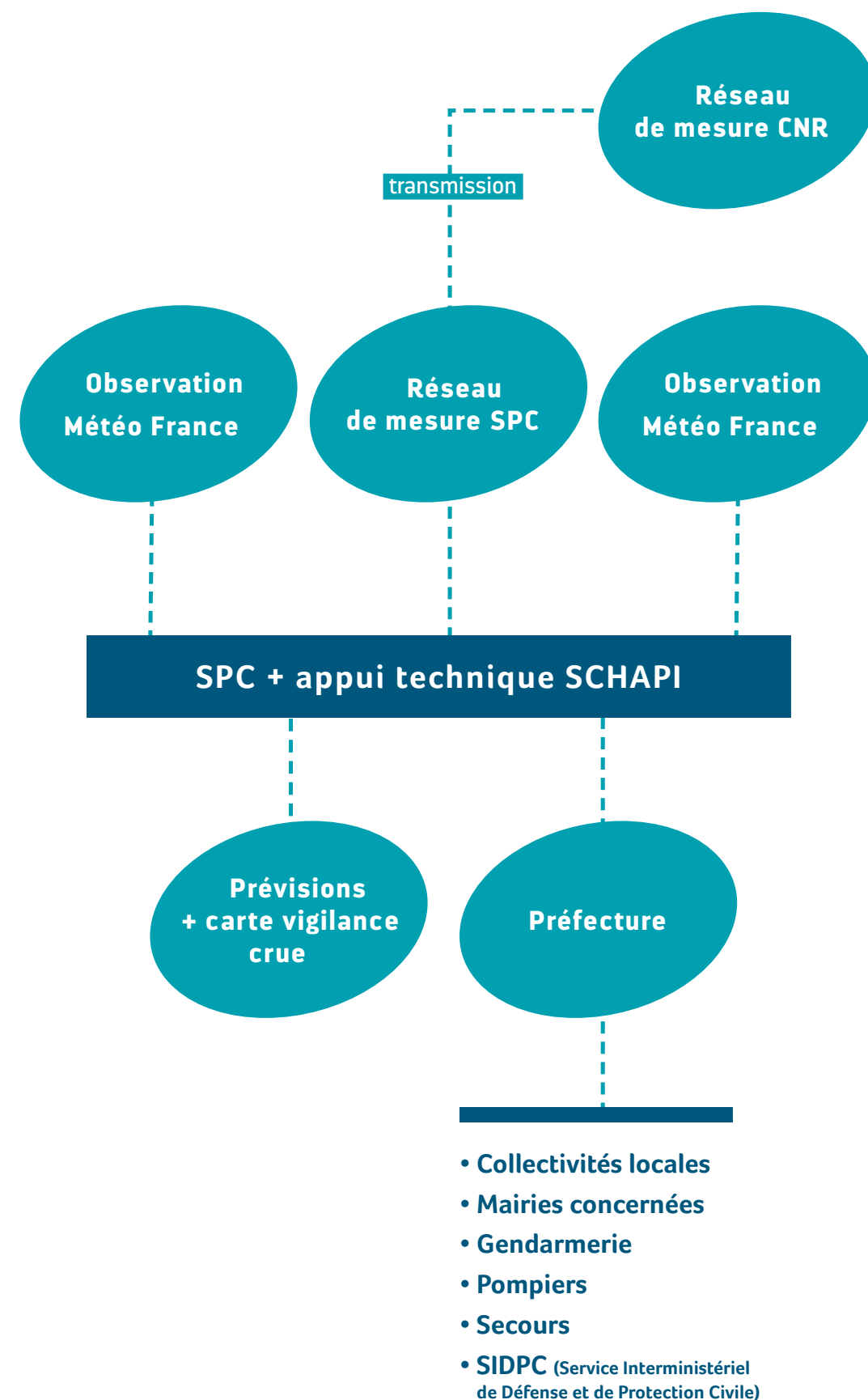
vigilance du fleuve et de ses affluents. Cette carte de vigilance « crues », mise en ligne sur le site www.vigicrues.gouv.fr est actualisée régulièrement. Les experts des SPC et du SCHAPI (Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations) conseillent les services en charge de la gestion de crise placés sous l'autorité du Préfet de département.

Le Service Interministériel de Défense et Protection Civile (SIDPC) des préfectures est chargé d'organiser la diffusion de l'alerte. En fonction de la situation, les maires alertent ensuite les populations.

Au-delà de la transmission d'information, CNR partage son expertise du fleuve. Un accord-cadre signé en 2012 avec les services concernés de l'Etat permet d'échanger et développer des outils de prévision des crues. L'objectif est de bâtir un système commun de prévision des crues porté au Plan Rhône.

Enfin, CNR communique tout au long de l'année des informations concernant l'hydrologie et la navigation sur son site www.inforhône.fr et son serveur vocal 08 20 10 10 20.

LE PROCESSUS D'ALERTE



CONTRIBUER A LA PRÉVISION DES CRUES ET À LA CULTURE DU RISQUE

Culture du risque et réduction de la vulnérabilité des activités agricoles : 2 axes d'intervention dans le cadre du Plan Rhône

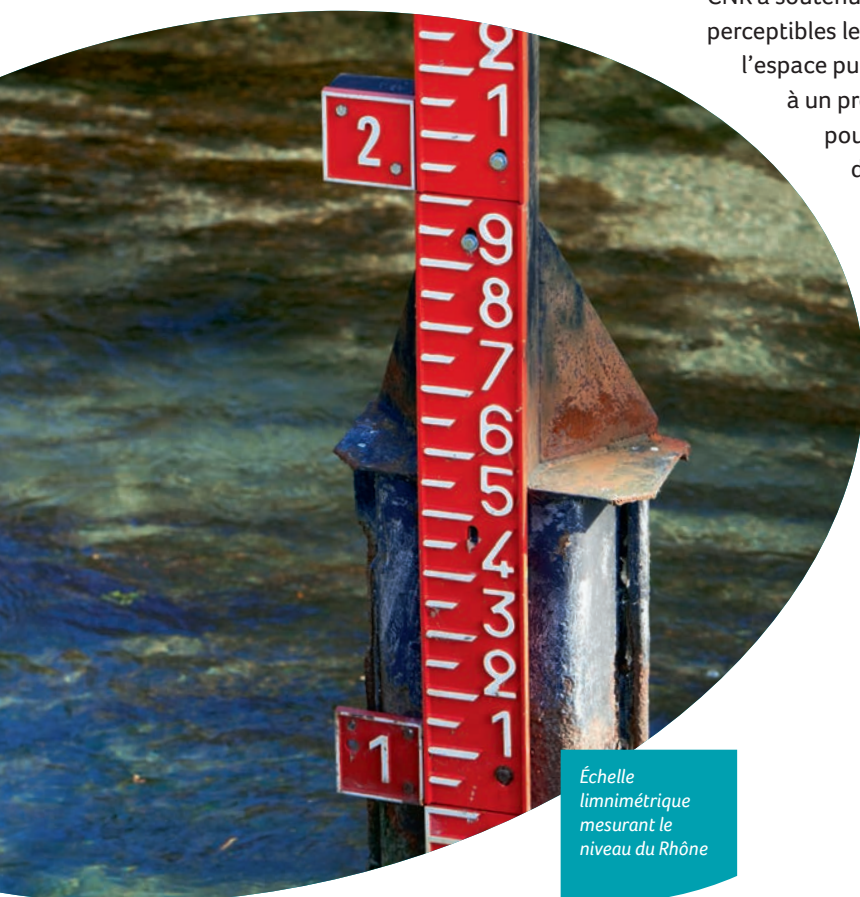
CNR s'est associée dès sa création au contrat de plan inter-régional Plan Rhône pour y apporter son expertise et sa culture d'aménageur du fleuve. Elle en est le 2^e contributeur financier après l'Etat. Au titre de la thématique "inondation", son action porte sur deux axes.

RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ DES ACTIVITÉS AGRICOLES AVEC LES CHAMBRES D'AGRICULTURE

Cette activité économique est fortement implantée dans les plaines inondables par le Rhône et contribue dans le même temps à la préservation de ces zones. L'objectif est d'adapter les exploitations pour les rendre moins vulnérables et limiter les dommages sur le matériel ou le cheptel en cas d'inondation. CNR a notamment financé en 2014 la réalisation de la zone refuge de la Barthelasse. Elle travaille aussi avec les chambres d'agriculture de la Vallée du Rhône.

SENSIBILISER LE GRAND PUBLIC AUX CRUES DU RHÔNE À TRAVERS DES PROJETS CULTURELS

CNR a soutenu différents projets pour rendre perceptibles les effets des inondations dans l'espace public. Elle participe actuellement à un projet de géovisualisation 3D pour expliquer le fonctionnement d'un ouvrage hydroélectrique en cas de crue.



Échelle
limnimétrique
mesurant le
niveau du Rhône



L'énergie au cœur des territoires

2 rue André Bonin
69316 LYON CEDEX 04 - FRANCE
Tél. : +33 (0) 472 00 69 69
cnr.lyon@cnr.tm.fr

cnr.tm.fr

