



Jussies

(*Ludwigia* sp.)

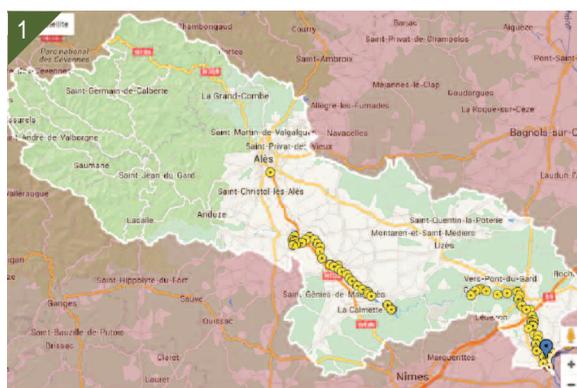
Gestion des jussies sur les rivières du bassin versant des Gardons – Retour d’expérience sur quatre années de travaux

Syndicat mixte d’aménagement et de gestion équilibrée des Gardons (Smage des Gardons)

- Établissement public territorial de bassin (EPTB) créé en 1995, regroupant 127 communes du bassin versant des Gardons (bassin de 2 000 km² en rive droite du Rhône) et le Conseil départemental du Gard.
- Structure porteuse du SAGE et du contrat de rivière sur les Gardons, il met en œuvre à l’échelle du bassin versant des actions cohérentes dans :
 - la prévention des inondations ;
 - la gestion de la ressource en eau (qualité et quantité) ;
 - la préservation et la restauration des milieux naturels.
- Depuis 2009, la gestion des espèces végétales invasives s’est imposée au sein de la thématique « milieux naturels ». Un plan de gestion pluriannuel a été mis en place en 2012.
- Contact : Jean-Philippe Reygrobellet
- smage.jpr@les-gardons.com.

Site d’intervention

- Les Gardons s’écoulent au cœur de la région Occitanie (Languedoc-Roussillon / Midi Pyrénées). Ils prennent leurs sources au cœur des Cévennes dans le département de la Lozère. Ils traversent ensuite le département du Gard pour rejoindre le fleuve Rhône. Le bassin versant des Gardons est riche en milieux aquatiques remarquables (Parc national des Cévennes, réserve de biosphère du Galeizon, sites Natura 2000, grand site des gorges du Gardon) qui abritent de nombreuses espèces à fort intérêt patrimonial comme la Loutre et le Castor d’Europe, l’Aigle de Bonelli, l’Alose, l’Anguille, ou encore l’Orchis punaise ou la Spiranthe d’été.
- Un grand nombre d’espèces invasives végétales a été recensé sur les cours d’eau du bassin versant (jussies, Myriophylle du Brésil, Laitue d’eau, renouées exotiques, Buddleia de David, Amorpha, etc.) L’étendue du territoire concerné (2 000 km de rivières dont 500 km de cours d’eau principaux) a conduit à la mise en œuvre à partir de 2011 d’un plan pluriannuel de gestion (2012-2017), cofinancé par l’Agence de l’eau Rhône Méditerranée Corse, le syndicat mixte départemental et le Conseil départemental du Gard.



© Smage des Gardons



© Smage des Gardons

1- Carte de répartition de la jussie sur le bassin versant des Gardons en 2015.
2- Carte de localisation des sites d’intervention sur la jussie en 2012.

Nuisances et enjeux

- La jussie forme des peuplements denses monospécifiques couvrant entièrement les plans d’eau et pieds de berges sur plusieurs milliers de mètres carrés et éliminant localement certaines espèces par compétition.
- Développement d’herbiers en pleine eau occasionnant une modification du cycle journalier de l’oxygène néfaste à la faune et la flore.
- Production importante de biomasse participant à l’envasement et au comblement des voies d’eau.
- Impacts sur les activités de loisir (navigation, pêche, baignade, etc.).



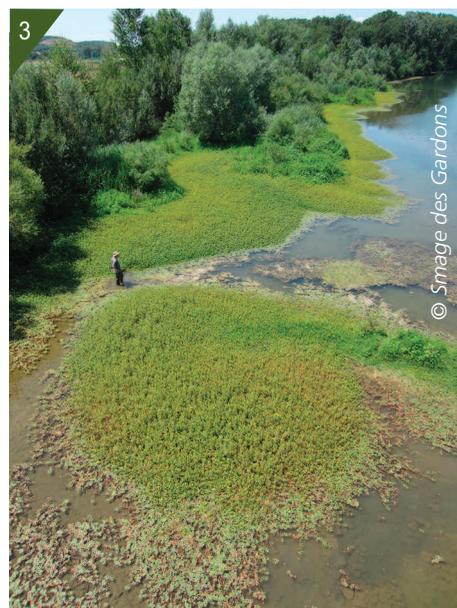
Interventions

■ Inventaires

- Un recensement global a été mené en 2010 (1 200 km de rivières) pour localiser les besoins en travaux.
- En 2012, un inventaire plus fin réalisé sur 70 km de rivières a permis de lancer les premiers marchés d'entreprises.
- Les inventaires ont ensuite été réalisés en 2013 et 2014 par les entreprises chargées des travaux. Ils permettaient d'évaluer l'efficacité des travaux de l'année précédente et de dimensionner les futurs travaux à réaliser.
- Toutes les stations ont été localisées au GPS et intégrées dans un système d'information géographique.

■ Arrachage manuel

- La quasi-totalité du linéaire de cours d'eau colonisé par les jussies a été gérée manuellement, soit 69 km en 2012, puis 49 en 2013 et 2014 (20 km gérés en 2012 ont finalement été exclus des travaux à partir de 2013).
- Les difficultés d'accès au lit moyen du Gardon et les superficies relativement faibles de jussie sur ces secteurs ont justifié l'arrachage manuel, permettant de limiter l'impact négatif des travaux sur l'écosystème.
- Le linéaire de rivière à traiter étant trop important pour être affecté à une seule entreprise, des lots de travaux ont été définis.
- En fonction de la quantité de jussie présente et la période d'intervention, des équipes de quatre à dix personnes parcourant le cours d'eau à pied, aidés d'un à deux bateaux à moteur, et équipées de filets et de sacs ont été mobilisées, à raison d'une équipe par lot.
- Une mécanisation ponctuelle (quad et remorque) a été mise en place pour l'évacuation des rémanents sur les secteurs inaccessibles aux camions.
- Un arrachage ponctuel avec un porte outil amphibie a aussi permis d'évacuer les plus gros herbiers en eau lors du premier arrachage.
- Les travaux ont mobilisés jusqu'à quatre entreprises en simultanément :
 - en 2012, lors du lancement du plan pluriannuel de gestion, il a été difficile d'identifier des entreprises disposant d'une expérience d'arrachage manuel de jussie en rivière ;
 - la première année de travaux a donc permis d'adapter les procédés et le cahier des charges à différentes contraintes (difficultés d'accès et d'évacuation des rémanents, gestion des flottants en eaux courantes, présence de nombreuses annexes hydrauliques difficilement repérables, forte fluctuation des niveaux d'eau, etc.) et d'identifier des entreprises compétentes.
- En 2012, les huit lots de travaux retenus couvraient un linéaire cumulé de près de 50 kilomètres de Gardon entre Vézénobres et Remoulins et plus de 20 km d'affluents sur le Bas Gardon à Comp.
- En 2013, les affluents du Bas Gardon ont été retirés du projet car leur faible niveau de colonisation ne nécessitait pas une gestion globale ; ils ont fait l'objet d'une surveillance et d'arrachages ponctuels. Sept lots ont été conservés, couvrant un linéaire cumulé de près de 50 kilomètres de rivière entre Ners et Remoulins (le Gardon et une gravière, figure 2).
- Des arrachages manuels ont été menés sur ces 50 km pendant trois ans (de 2012 à 2014).
- Chaque année, les travaux ont duré environ cinq mois (de juin à octobre). Prévoyant initialement une seule phase d'arrachage, le cahier des charges a évolué dès 2013 pour programmer deux passages par an (en juin-juillet puis en août-septembre), jugés indispensables au traitement efficace de la jussie.



3- Zone colonisée par la jussie.

4 et 5 - Opérations d'arrachage manuel.

■ Afin d'anticiper l'ampleur des travaux et la quantité de travaux nécessaires, le cahier des charges a été adapté pour intégrer les fortes fluctuations de croissance de la jussie :

- les superficies colonisées par la jussie ont été estimées puis intégrées au bordereau des prix pour permettre à l'entreprise de transmettre un devis et des prix unitaires ;
- avant le démarrage des travaux, l'entreprise devait parcourir la totalité de son lot afin de recenser précisément (au GPS) les surfaces colonisées sous la forme d'un document d'exécution ;
- des secteurs ont ensuite été vérifiés localement par le maître d'ouvrage ;
- ces secteurs recensés, majorés par un coefficient prenant en compte de développement à venir de la plante, ont ensuite été comparés aux estimations pour réaliser un devis définitif.

■ Cette action avait des intérêts multiples : avoir une vision « à jour » des superficies à traiter, permettre à l'entreprise d'anticiper la globalité du chantier (quantité, accès, etc.). Cette carte fournissait également l'inventaire de l'année, permettant de juger de l'efficacité des arrachages passés, nécessaires aux bilans de travaux.

■ Arrachage mécanique

■ L'ancienne gravière de Ners (superficie de trois hectares colonisée par la jussie à plus de 80 %), connectée au Gardon, est à l'origine de la dissémination de la plante sur toute la Gardonnenque. Les très importantes biomasses de jussie présentes étaient techniquement et financièrement incompatibles avec la mise en œuvre de travaux manuels efficaces.

■ Bien que située en limite amont de colonisation, cette gravière a été laissée en l'état mais sa connexion avec le Gardon a été fermée par des enrochements et de la terre en juin 2013 afin d'empêcher l'exportation de boutures et de graines depuis la gravière. Cet ouvrage a pratiquement disparu à la suite des crues de 2015.

■ Le Gardon à la sortie de l'exutoire de la gravière était très fortement colonisé. Sur 500 mètres, les superficies étaient telles (6 000 m² en 2010, 10 000 m² en 2012) que l'arrachage manuel (tenté en 2010) a été abandonné au profit d'un arrachage mécanique.

■ La faible profondeur d'eau (parfois moins de 40 cm), l'inaccessibilité du site et l'importance des volumes à extraire ont nécessité de nombreuses adaptations techniques et deux années de travaux au lieu d'une seule comme prévu.

■ La première phase d'arrachage mécanique a été réalisée en été 2012. Elle a mobilisé un bateau faucardeur, une pelle mécanique amphibie et un bateau grue à faible tirant d'eau. Les volumes extraits ont été transportés par barque sur la rive opposée.

■ Lors de cette première phase d'arrachage, une germination très importante des graines libérées des sédiments a été observée. Ces graines se redéposaient et germaient sur les sites traités et plusieurs centaines de mètres à l'aval, en pied de berge et sur les atterrissements. L'efficacité des travaux s'en est trouvée limitée et une réflexion sur des techniques d'extractions alternatives a été menée.

■ L'entreprise mandataire, a proposé de tester une méthode par hydro-curage et filtration des sédiments. Cette méthode expérimentale a été mise en œuvre durant le deuxième (été 2013) et troisième arrachage (février-mars 2014) :

- le bateau grue a été équipé d'une crépine aspirante et d'un broyeur ;
- une pompe connectée au tuyau permettait d'aspirer les sédiments et de les envoyer jusqu'à la rive opposée dans de longs boudins de géotextile synthétique permettant d'extraire l'eau tout en piégeant les tiges, rhizomes et sédiments contenant les graines de jussie.



7- 8- Opérations d'arrachage mécanique : engin faucardeur amphibie et radeau d'évacuation des résidus (figure 7) et bateau grue et radeau (figure 8).
9- Graines libérées des sédiments.
10- Mise en place de filets pour éviter la dispersion des fragments de jussie lors de l'arrachage mécanique.



- Si le bilan sur les graines est positif (graines piégées par les filtres), le rendement très faible (50 m² par jour sur 20 à 40 cm de profondeur) génère des surcoûts trop importants et ne permet pas de pérenniser cette technique en l'état. Elle n'est en outre efficace que sur les zones immergées (plus de 20 cm d'eau) et ne permet donc pas de traiter les pieds de berges.
- L'élimination de la jussie sur les espaces immergés et l'impossibilité de traiter mécaniquement les bordures de colonisation a amené à l'arrêt de la mécanisation à partir de 2014.
- Le site a été traité manuellement en 2015.
- Compte tenu des spécificités de l'arrachage mécanique, cette technique n'est pas développée plus en détail dans ce document.

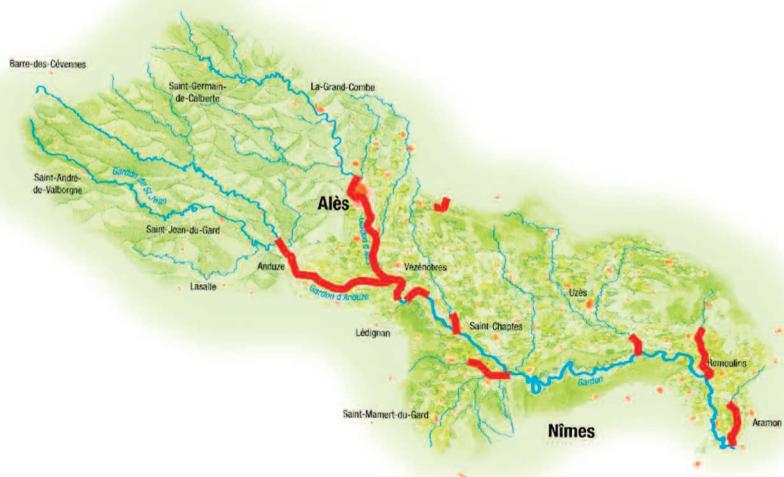
■ Gestion des déchets

- Lors de la mise en œuvre des travaux en 2012, différents modes de gestion des rémanents ont été étudiés :
 - Le brûlage par incinérateur d'ordures ménagères s'est révélé trop cher (80 € la tonne) ;
 - l'utilisation en tant que substrat pour la revégétalisation des décharges en fin d'exploitation n'a pas été jugée conforme à la réglementation par les services de l'état ;
 - le compostage n'a pas été possible en l'absence de filière fiable ;
 - l'épandage en zone agricole a été estimé risqué en raison du risque de lessivage des graines lors des fortes pluies.
- En conclusion de cette analyse, l'évacuation par camions bâchés sur une zone de dépôt unique, hors zone inondable, en terrain sec et régulièrement surveillée a été retenue comme alternative. Cet espace est gracieusement prêté par un agriculteur.
- Afin d'éviter la dissémination de la jussie sur les cours d'eau proches (200 mètres), la zone de dépôt a été entourée de merlons destinés à stocker les eaux de lessivage des tas.
- Pour prévenir toute germination en dehors du site, un suivi est réalisé annuellement par le SMAGE des Gardons (état des tas et merlons). Les cours d'eau proches ont été intégrés au cahier des charges de la surveillance et détection précoce des invasives sur le bassin versant (voir plus bas).
- Il est à terme prévu d'épandre ces matériaux sur des terres agricoles labourées et hors zones inondables, lorsque le taux de germination sera estimé suffisamment faible. La mise en culture des graines contenues dans les sédiments est régulièrement effectuée par le SMAGE des Gardons dans le cadre d'un protocole simplifié ; le taux de germination était encore estimé entre 80 à 90 % après trois ans de stockage.

■ Actions de surveillance, de détection et d'arrachage précoce

- Le plan pluriannuel de gestion intègre des actions de surveillance et de détection précoce sur les cours d'eau amonts et riverains des zones déjà colonisées. Lorsqu'elle est observée, la jussie est immédiatement arrachée sur ces secteurs.
- En 2012, les actions ont été réalisées en régie par le SMAGE des Gardons. Par manque de temps, seuls la partie aval du Gardon d'Anduze et l'étang de la Capelle ont été parcourus.
- En 2013, ces actions ont été confiées à des bureaux d'études ayant pour mission de parcourir ces cours d'eau à pied pour détecter et cartographier la jussie, mais aussi d'autres espèces ciblées par le plan de gestion pluriannuel (Myriophylle du Brésil, élodées, Égérie dense, Laitue d'eau, Renouée du Japon, Faux Indigo, Houblon du Japon).

- Chaque année depuis 2013, 60 kilomètres de cours d'eau sont ainsi parcourus.
- Cette action permet de limiter les risques d'extension des linéaires colonisés par la jussie, tout en assurant une mission de détection précoce sur d'autres espèces cibles.



Carte de localisation des linéaires de cours d'eau surveillés annuellement.

- Le bilan est très positif. En 2014, une nouvelle station de Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) a été découverte à Moussac, à 60 km en amont du secteur connu jusqu'à présent, et en 2015, un mètre carré de jussie a été découvert dans la traversée d'Alès, à 15 km en amont du secteur connu. Ces deux secteurs ont été traités immédiatement et les plantes n'ont pas réapparu.
- Il arrive cependant que les découvertes se fassent tardivement : en 2014, un plant d'Égérie dense a été découvert par hasard sur la Gardonnenque ; les recherches de 2015 ont permis de détecter l'herbier à l'origine de la dissémination sur l'aval, d'une surface de 1000 m² à Ners par deux mètres de fond, sur un secteur non prospecté jusqu'alors. Les surfaces étant importantes pour être traitées intégralement, seul un confinement est envisagé.

■ Révision de la stratégie d'intervention en 2015 (arrachage manuel et mécanique)

- Toutes les actions du plan de gestion font l'objet d'un bilan annuel permettant d'estimer l'atteinte des objectifs et de réorienter éventuellement les travaux. Concernant la gestion de la jussie, l'évolution observée des superficies traitées à dès 2010 démontré l'impossibilité d'une élimination complète.
- L'objectif retenu dans le cadre du plan intégrait une diminution rapide et importante des moyens financiers à mettre en œuvre pour assurer une gestion de long terme. La confirmation de la germination, mode de dissémination s'ajoutant au bouturage, et la forte implantation terrestre de la plante, n'ont pas permis d'atteindre cet objectif.
- Malgré le bilan technique très positif des travaux (la jussie n'était presque plus visible sur les 50 km de rivière) et les sommes déjà engagées, la non atteinte de l'objectif économique visé couplée à la baisse des cofinancements et à la nécessité de recentrages budgétaires ont nécessité la réévaluation de la faisabilité de l'action. C'est pourquoi l'arrachage global a été stoppé en 2015.
- L'action est recentrée sur la détection précoce, la sensibilisation, le confinement de l'espèce et la réduction locale de ses impacts écologiques et



économiques : l'arrachage n'est maintenu que sur les limites amont de l'implantation et les principales confluences (confinement), les zones humides fermées, les bras morts du Gardon (réduire l'impact écologique). Les principales plages et traversées urbaines sont également traitées (limitation des impacts sur les usages).

- Un bilan photographique annuel sur certaines zones caractéristiques a été engagé ; il permettra d'estimer la vitesse de recolonisation des sites traités et la pertinence d'actions de dégagement des zones d'eau libre réalisées selon une fréquence plus longue (trois à cinq ans).

- La jussie étant présente sur de nombreux plans d'eau privés répartis sur le bassin versant, son implantation au-delà des secteurs actuels de surveillance est à envisager. La sensibilisation devrait permettre de limiter les risques de dissémination involontaire et d'augmenter le nombre d'observateurs pour améliorer la détection et les possibilités d'intervention précoce.

Résultats et bilan

■ Bilan technique des travaux d'arrachage manuel

Tableau 1. Bilan technique des travaux.

Note : les limites et les superficies traitées lors de travaux sur un tel linéaire sont par nature des éléments variables d'une année à l'autre (découverte de nouvelles annexes hydrauliques colonisées par exemple). Afin de permettre des comparaisons sur des secteurs cohérents, le tableau ci-dessous n'affiche pas les secteurs concernés par des superficies, souvent importantes, qui ont été ajoutées dans certains lots.

Bilan technique des travaux :		Arrachage manuel 2012		Arrachage manuel 2013		Arrachage manuel 2014	
LOT	Secteur géographique	Surface (m ²) effective arrachée	Volume extrait (m ³) phase unique	Surface (m ²) effective arrachée	Volume extrait (m ³) 2 phases*	Surface (m ²) effective arrachée**	Volume extrait (m ³) 2 phases**
1-2012	Amont méandre Ners	71	0,1	arrêté en 2013		arrêté en 2013	
1-2013	2 ^{ème} Gravière de Ners	340	22,5	250	8,0	Sans objet	2,0
2	Ners à Boucoiran	4 690	63,5	544	13,1	Sans objet	25,0
3	Boucoiran à Moussac	3 273	276	1 296	48,6	Sans objet	40,5
4	Moussac à St Chaptès	3 796	155,8	1 927	310,0	Sans objet	66,3
5	St Chaptès à Dions	490	14	108	3,2	Sans objet	7,8
6	Dions à Collias	515	5	0,1	1,3	Sans objet	5,1
7	Collias à Remoulins	1 775	56,6	935***	49,6	3 216,0***	106,4
8	Affluents du Bas Gardon	680	6,3	arrêté en 2013		arrêté en 2013	
TOTAL		15 630	599,7	5 060	433,8	so	253,0

* : le protocole d'arrachage a été modifié en 2013 et intègre deux à trois phases d'arrachages répartis sur quatre mois. Les volumes extraits en 2013 sont donc un peu plus importants.

** : après les travaux de 2012 et 2013, la jussie n'est plus présente par tâches uniformes mais par secteurs diffus le long des berges. Le calcul des surfaces a donc été arrêté car inadapté.

*** : L'entreprise s'est révélée défaillante en 2013 (abandon des travaux). Un nouveau marché a été lancé en 2014 mais le retard pris a permis un développement très rapide des surfaces. Cette expérience montre la fragilité des acquis sur des travaux de cette ampleur.

- L'arrachage manuel de jussie en rivière s'est révélé être très différent de celui réalisé en plan d'eau ou en canaux. L'expérience des entreprises pour des travaux en eaux peu courantes (matériels, coûts unitaires, temps de travaux) reste peu transposable et source de sous-estimations financières.

■ Les contraintes de la gestion en rivière (eau courante, difficultés d'accès et d'évacuation des rémanents, découvertes régulières de petites annexes hydrauliques « cachées », etc.) rendent les marchés difficiles à estimer et à suivre pour le maître d'ouvrage. Les moyens humains à mettre en œuvre sont importants et nécessitent une grande rigueur et une large autonomie des équipes d'intervention, et donc une confiance entre l'entreprise et le maître d'ouvrage.

■ La rareté des entreprises spécialisées et leur faible disponibilité a constitué une contrainte importante pour la réalisation des chantiers prévus sur de tels linéaires et a rendu difficile la définition de « prix de marché » cohérents.

■ La découverte de nouvelles zones, la défaillance d'une entreprise, une crue provoquant une dissémination massive, la remise en suspension et le transport des graines contenus dans les sédiments, etc.) matérialisent la fragilité des travaux menés en rivières sur de grands linéaires et des superficies importantes. Dans les milieux courants, peut-être plus que dans des eaux stagnantes sur lesquelles les conditions d'intervention sont mieux contrôlées, la planification des interventions doit anticiper des surcoûts financiers et humains conséquents. En cas de doute, l'abandon de certains secteurs trop colonisés peut devenir obligatoire.

■ Le temps de suivi des marchés d'arrachage par le SMAGE des Gardons a été important :

- 10 à 20 % d'ETP entre février et juin (consultation des entreprises et mise au point des marchés) ;

- 80 % d'ETP entre juin et octobre (suivi des travaux, avenants, etc.) ;

- 20 % d'ETP en novembre et décembre (rédaction des bilans, demandes de financements).

■ Bilan financier des travaux d'arrachage manuel

Tableau 2. Bilan financier des travaux d'arrachage manuel.

Note : comme pour le bilan technique, les prix ont été recalculés pour permettre la comparaison de secteurs cohérents. Ce tableau n'affiche pas les secteurs concernés par des superficies qui ont été ajoutées.

LOT	Linéaire/Annexe	MONTANT € TTC		
		2012	2013	2014
1-2012	Linéaire Gardon amont méandre Ners	3 573		
1-2013	Gravière	6 099	3 137	2 970
2	Linéaire	53 613	41 238	6 979
3	Linéaire	37 269	53 127	19 612
4	Linéaire	55 891	77 266	82 548
5	Linéaire	8 721	7 375	3 984
6	Linéaire	15 393	12 916	3 780
7	Linéaire	28 274	11 565	59 388
8	Linéaire	16 074		
	TOTAL	224 911	206 624	206 624



Tableau 2. Bilan financier des travaux d'arrachage manuel.

Note : ce tableau présente les montants réellement dépensés, prenant en compte des évolutions importantes liées à la découverte de petits plans d'eau (en roselière ou ripisylves dense) fortement colonisés, qu'il était nécessaire d'intégrer pour limiter les risques de dissémination de graines lors des crues.

	MONTANT € TTC		
	2012	2013	2014
TOTAL	224 911	278 800	303 269

Valorisation des actions

- Un site internet cartographique destiné à la détection précoce a été créé et mis en ligne en 2013 : <http://invasives.les-gardons.com>
- Les travaux réalisés ont servi de support à différentes actions de sensibilisation : reportages télévision, radios locales, réunions locales, réalisation de plaquettes, affiches et de panneaux sur les lieux de chantier.

Perspectives

- Poursuite des actions selon la stratégie redéfinie en 2015 pour les années 2016 et 2017.

Rédaction : Emmanuelle Sarat (Comité français de l'UICN), Jean-Philippe Reygrobellet (Smage des Gardons) et Alain Dutartre (expert indépendant)



11- Site internet cartographique destiné à la détection précoce.

12- Panneaux de présentation des actions et de sensibilisation installés sur toutes les zones de travaux.

Pour en savoir plus

- Site internet du Smage des Gardons : <http://www.les-gardons.com>
- Site dédié aux plantes invasives : <http://invasives.les-gardons.com>
- Smage des Gardons. 2011. Plan de gestion des espèces végétales invasives sur le bassin versant des Gardons. 72 pp. *
- Smage des Gardons. 2013. Bilan des actions menées en 2012 et 2013. 27 pp. *
- J-Ph Reygrobellet et A. Dutartre. 2013. Acte conférence ZNA à Toulouse. Plan de gestion des plantes aquatiques exotiques envahissantes à l'échelle du bassin versant. Mise en œuvre sur les Gardons (Gard-Lozère). 10 pp. *

* disponible sur demande



Retour d'expérience de gestion réalisé dans le cadre des travaux du groupe de travail Invasions biologiques en milieux aquatiques - Onema & UICN France, septembre 2016, venant compléter celles compilées dans le volume 2 de l'ouvrage "Espèces exotiques envahissantes en milieux aquatiques : connaissances pratiques et expériences de gestion", dans la collection comprendre pour agir de l'Onema. (<http://www.onema.fr/node/2052>).

