

PIRVE

PROGRAMME
INTERDISCIPLINAIRE
DE RECHERCHE VILLE
ET ENVIRONNEMENT

**Espèce méditerranéenne menacée et
aménagement urbains : le cas d'*Arundo
plinii* Turra à Fréjus**

B. Vila, C. Barthélémy, JN. Consales, L. Hardion, G. Renoux
et R. Verlaque

En collaboration avec M. Goiffon, C. Lizée et C. Geneys.

Avant-propos

Les auteurs et le responsable scientifique du programme « Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii* Turra à Fréjus » tiennent à remercier le PIRVE.

Conformément à la demande, ce rapport final expose dans un article la synthèse pluridisciplinaire des recherches menées au cours de ce programme puis détaille dans une seconde partie la dynamique du projet.

Sommaire

1. Article – Synthèse des travaux

Introduction – Etudier les liens étroits d'une plante endémique rare avec les logiques urbaines passées et présentes

- Une histoire militaire et agricole
- Des usages antiques
- Pourquoi Fréjus ?

Un présent urbanisé

- Répartition actuelle et structure urbaine
- Progressions et régressions : de l'usage des terres !

Mise en évidence d'une espèce endémique de Fréjus

- De l'imbraglio taxonomique à la mise en évidence de la canne de Fréjus

Ecologie d'une « urbaine »

Une espèce végétale, entre méconnaissances et contradictions dans l'espace urbain

La canne de Fréjus et ses enjeux

- Conservation de la biodiversité et aménagements urbains
- Vers un plan de conservation concerté ?

Conclusion - La canne de Pline, ou plutôt la canne de Fréjus, sous un regard interdisciplinaire : quand la biodiversité urbaine nous parle de l'histoire entre les villes et leur environnement naturel

Bibliographie

2. Rapport - Dynamiques du projet

Risques encourus,

Conditions de l'avancée du projet,

Déviations par rapport au projet initial et raisons de celles-ci, prolongements,

Communications et publications, actions de valorisation.

3. Résumé - Abstract

1. Article – Synthèse des travaux

Cette partie est constituée par l'article de synthèse rédigé pour le chapitre du livre du PIRVE.
Il a été enrichi de plusieurs nouvelles figures et photos.

B. Vila, C. Barthélémy, JN. Consales, L. Hardion, J. Lefèvre, B. Lizet, G. Renoux, R. Verlaque
En collaboration avec M. Goiffon, C. Lizée et C. Geneys

**Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii*
Turra à Fréjus**

Introduction – Etudier les liens étroits d’une plante endémique rare avec les logiques urbaines passées et présentes

Les botanistes ne s’attardent pas sur la flore urbaine et anthropozoogène constituée de taxons à large aire et d’indigénat douteux. En France, sur le millier d’espèces protégées au niveau national ou régional (Olivier *et al.* 1995), seulement deux espèces végétales sont inféodées au milieu urbain : la Gueule de loup, *Antirrhinum majus* L. subsp. *tortuosum* (Bosc) Ball, et la Canne de Pline *Arundo plinii* Turra. Or, les deux se rencontrent à Fréjus, ville littorale du Var, respectivement sur ou près des ruines romaines. En raison d’un contexte géologique unique «la dépression permienne de Fréjus», cette commune constitue un haut lieu pour la flore patrimoniale, abritant le tiers des taxons rares ou protégés du Var, dont une dizaine d’endémiques (Cruon *et al.* 2008). Sur ces 106 taxons, 59 ont déjà disparu de la commune et seulement 47 y subsistent, dont 27 en forte régression. Ils sont, ou étaient, à 80% inféodées aux zones humides et/ou littorales, se trouvant ainsi au centre d’enjeux de développement urbain et de conservation de la biodiversité.

La Canne de Pline constitue un cas d’école, puisqu’elle s’insère dans le tissu urbain, le réseau hydrographique et en arrière plage sur la communauté d’agglomération de Fréjus-Saint-Raphaël. Cette espèce, ayant perdu en 20 ans 60% de son territoire, ne subsiste que sur les terrains non encore bâtis : talus, friches, jardins, bords de cours d’eau... En France, les sites recensés sont essentiellement la région de Fréjus en PACA, et en Languedoc-Roussillon, deux stations disparues près de Narbonne et de Béziers (Olivier *et al.* 1995). Or, les travaux sur les problèmes de rareté (Verlaque *et al.* 1999, 2001, 2005) montrent qu’*A. plinii* cumule les handicaps menant à « la spirale fatale de l’extinction » (Olivieri & Vitalis 2001) : géophyte, non fructifère, aire restreinte et morcelée, lié aux zones humides et/ou littorales.

En croisant des disciplines issues des sciences de la vie et des sciences sociales, ce programme vise à sauvegarder une espèce menacée, et donc préserver la biodiversité urbaine, sans compromettre les aménagements d’une ville touristique comme Fréjus. Pour cela, nous avons étudié les liens étroits de cette plante rare, avec les logiques urbaines passées et présentes. Nous avons d’abord recherché les traces de cette canne dans un lointain passé : De quels usages a-t-elle fait l’objet ? Quelle importance ces usages revêtaient-ils dans la société locale ? Quelles espèces étaient concernées ? Puis, nous nous sommes interrogés sur le choix de Fréjus qui connut un grand développement urbain dans l’antiquité. Quels liens peut-on déceler entre les structures de la ville antique et moderne, et la répartition actuelle de la canne ? Peut-on lier la forte régression du taxon avec les dynamiques actuelles d’urbanisation ? Parallèlement, cette espèce protégée devant faire l’objet d’un plan de conservation, nous avons dû la reconsidérer à différents niveaux. Nous nous sommes penchés sur son statut, en raison de l’imbroglio taxonomique régnant dans le complexe *A. plinii s.l.*, puis sur son écologie, devant l’absence de

données indispensables dans le cadre des transplantations/réimplantations préconisées par Fréjus. Enfin, nous nous sommes demandés comment cette espèce, qui a longtemps constitué une grande richesse, était perçue par les différents acteurs aujourd'hui. Ceci nous permet de définir quelques grandes lignes pour l'élaboration du plan de conservation et apporte des éléments analytiques quant au dépassement des contradictions entre Ville et Environnement.

Une histoire militaire et agricole

Cette partie a donné lieu à la rédaction :

G. Renoux., 2011. Traductions de textes antiques concernant l'exploitation et l'utilisation des roseaux.
Rapport interne au programme PIRVE, 10 pages.

Verlaque R., Renoux G., Vila B. et Hardion L., 2013. Les cannes, marqueurs de civilisations.
Rapport interne au programme PIRVE, 27 pages. Ce dernier devrait faire l'objet d'une publication.

Des usages antiques

En 1765, Turra dédiait cette espèce à Pline l'Ancien qui avait vanté la qualité des plantes de Bologne (*locus classicus*) pour la confection multimillénaire des fûts de flèches. Pline écrit :

« L'Italie l'emporte sur les autres pays; aucun autre roseau n'est plus propre à faire des flèches que celui des bords du Rhénus; c'est celui qui a le plus de moelle, assez de légèreté pour fendre l'air, et assez de poids pour n'être pas emporté par le vent. Le roseau de Belgique (=Phragmites australis (Cav.) Trin.) n'a pas les mêmes avantages qui se trouvent aussi dans les meilleurs roseaux de Crète » (= Arundo micrantha Lam.).

Selon Pline, les anciens distinguaient les taxons par leurs usages ou leur provenance:

« il y a plusieurs espèces de roseaux : l'un est plus court, l'autre plus haut; l'un est plus mince, l'autre plus gros, un autre est creux, et bon pour faire des pipeaux. Le roseau à flèche forme une espèce particulière ». Pline conclut: « Le roseau décide les guerres de l'Orient ; Ethiopiens, Égyptiens, Arabes, Indiens, Scythes, Parthes...la moitié du monde vit sous un empire immense par les roseaux ».

L'observation des sculptures antiques (Figure 1) confirme ces citations explicites sur cet usage: flèches avec la marque des noeuds du chaume. De ce matériel périssable, il ne reste rien de l'époque, excepté de rares vestiges préservés dans les pyramides et les déserts d'Orient (Renoux 2006).



Figure 1. Détail de la base de la colonne de Trajan érigée à Rome en l'honneur de l'armée. Ce bas relief illustre l'équipement des archers : arcs, flèches, carquois, boucliers et leurs diverses tenues.

Dans l'histoire de l'humanité, l'arc constitue la première invention majeure (-35 000 ans), utilisé pour la chasse, puis pour la guerre en Mésopotamie, seules les armes à feu mirent fin à cette suprématie au XVI^{ème} siècle (Figure 2). En fait, les troupes d'archers caractérisaient les armées orientales, aux antipodes de la conception gréco-latine de la guerre au corps à corps, au glaive et à l'épée. Cependant, après la défaite de la première guerre Punique (3^{ème} siècle av. J-C.), les Romains engagèrent des auxiliaires dans leur armée, les fameux archers Crétois, et ainsi supplantèrent tous les peuples de Méditerranée occidentale. Notons que Carthaginois et Crétois disposaient d'une canne particulière, *Arundo micrantha*, probablement introduite d'Orient par les Phéniciens, là où il n'y avait pas de Canne de Pline. La découverte et l'occupation de sites où des cannes poussaient naturellement constituaient donc un avantage certain pour les armées en campagne. Il en résulte que l'installation des Romains à Fréjus a pu être en partie déterminée par la présence de ces plantes qui jouaient alors un rôle capital.



Figure 2. Flèche d'époque romaine (Caballo, 2007).

Lors des assauts, un bon archer (ils étaient des milliers) tirait 10 à 12 flèches/minute, d'où la remarque de Pline : « *avec ces armes les guerriers obscurcissent les rayons du soleil* ». On peut imaginer le nombre considérable de flèches nécessaires aux batailles. L'approvisionnement posait souvent de sérieux problèmes, car si la Canne de Pline abonde en Italie et en Grèce, elle est plus rare dans le reste du Bassin Méditerranéen. Dès lors, disposer de matière première à proximité s'avérait crucial et donnait un net avantage tactique. Pour les flèches, les cannes constituent un matériel très facile à utiliser, les chaumes étant très nombreux, rigides mais flexibles, légers, bien rectilignes et isodiamétrique, alors que le bois doit être retaillé et redressé. Cependant, le besoin impératif de munition pour les archers peut aussi jeter un doute sur l'indigénat de la canne à Fréjus : les Romains aurait pût la transplanter depuis l'Italie, comme le suggèrent certains archéologues (Renoux 2006).

D'autre part, une abondante littérature grecque (Théophraste) et romaine décrit les multiples utilisations des « roseaux » pour l'agriculture (coupe-vent, tuteurs, échelas), l'élevage (fourrage et abris), la musique (instruments à vent, anches), la construction (toits, plafonds : Vitruve), la pêche, la vannerie, la médecine, comme combustible...

«En Italie, on emploie surtout le roseau à soutenir les vignes. Le prix du Calamus est de 11 deniers la livre (Pline). Avec la houe, faites des trous dans lesquels vous insérez les oeillets de roseaux à trois pieds les uns des autres (Caton). Cette plante vivace s'accommode de tous les terrains, elle préfère cependant un sol meuble et humide. On la propage au moyen de caïeux, de bouture, soit en couchant sa tige entière. On les coupe après le solstice d'hiver (Columelle).

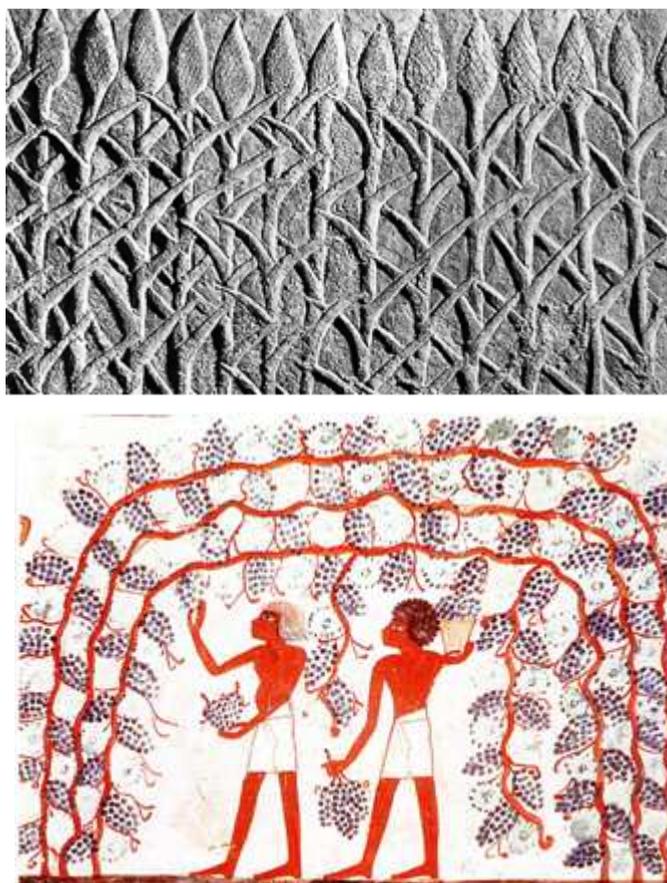


Figure 3. De nombreuses représentations antiques (peintures, bas-reliefs, mosaïques...) de la canne existent. Elles mettent souvent en évidence ses utilisations : culture de la vigne sur échelas...

Or, la Canne de Pline n'est pas assez robuste pour satisfaire à ces usages qui concernent plutôt la Canne de Provence : *Arundo donax* L. Par contre, les méthodes de culture peuvent s'appliquer aux deux cannes, mais sûrement pas au vrai roseau (*Phragmites*).

Pourquoi Fréjus ?

D'abord occupée par les Celto-Ligures, Fréjus fut soumise par les Romains en – 155 et ils s'y établirent définitivement vers -124. A l'origine c'était un poste de ravitaillement stratégique pour

les troupes, comme l'écrit l'historien C. Jullian (1920) « *Fréjus ouvrait et fermait la Gaule, épiait à l'Est et à l'Ouest* ». Toutefois, il faut attendre - 43 pour trouver dans la correspondance de Cicéron la première mention de *Forum Julii* (Marché de Jules). Ce nom fut donné par son fils adoptif Octave après la mort de Jules César qui avait voulu l'essor de Fréjus pour supplanter *Massalia* soutien son rival Pompée. D'après les archéologues, le port fut aménagé et creusé à cette période, à partir du rivage rocheux sous la butte Saint-Antoine, au coeur du centre-ville actuel (Bony *et al.*, 2011). Octave (dit Auguste) rapatria les galères prises à Marc-Antoine après la bataille d'Actium en - 31, et *Forum Julii* devint un puissant port militaire, le second après Ostie, ainsi qu'un grand marché artisanal et agricole. En - 22, Auguste en fit le chef-lieu de la Gaule Narbonnaise, puis sous Tibère, furent construits les grands équipements dont subsistent aujourd'hui les vestiges (amphithéâtre, aqueduc, thermes). Le territoire de la cité était considérable, l'agriculture développée autour des *villa rustica* à Villepey ou Saint-Raphaël, les exploitations minières et la pêche assuraient une économie florissante.

Forum Julii est aussi le seul site en Gaule et un des rares du Bassin Méditerranéen occidental où l'on trouve *A. plinii*, abondante en Italie et ressource indispensable pour l'armée. On peut alors se demander si cette Canne a été amenée et cultivée à Fréjus par les Romains, ou bien si étant déjà là, les Romains se seraient installés en partie pour sa présence ? Que la ville se soit développée en raison de l'existence de la canne, ou que la plante y ait été introduite et cultivée, il existe un lien étroit entre l'espèce et ses usages passés, se traduisant aujourd'hui par son imbrication dans les infrastructures urbaines de la ville de Fréjus.

Un présent urbanisé

Cette partie a donné lieu à:

- la constitution d'un Système d'Information Géographique « Canne de Fréjus »

Goiffon M., Hardion L., Lhoyer K., Druez F. et Vila B. Distribution de la canne de Fréjus (d'*Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.*) et caractéristiques et état des stations. SIG « Canne de Fréjus » réalisé par M. Goiffon à partir du SIG « Canne de Pline » fournit par F. Walicki, E. Schmaltz and J.M. Prieur (CAFSR) et grâce aux données fournies par Hardion L., Lhoyer K., Druez F. et Vila B. Ce SIG constitue une source de données élémentaires pour travailler à l'élaboration du plan de conservation de la canne de Fréjus.

- la rédaction de :

Druez F. et Lhoyer K., 2012. Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas de la canne de Fréjus, *Arundo donaciformis* (Lois.) Hardion *et al.* Master 1, Sciences de l'Environnement Terrestre - Université d'Aix-Marseille. 21 pages.

Consales JN., Goiffon M., 2013. Organisation spatiale, morphologie urbaine, projets et canne de Pline à Fréjus. Rapport interne du programme PIRVE, 5 pages

Hardion L., Barhthélémy C., Consales JN., Verlaque R. and Vila B. Which future for an endemic weed on the French Riviera: Conservation of *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* (Poaceae) in urban environment. A soumettre

Répartition actuelle et structure urbaine

A Fréjus, la canne de Pline est essentiellement localisée en centre urbain et péri-urbain. Les données de spatialisation (SIG) mettent en évidence trois points majeurs (Figure 4). Tout d'abord, la distribution du taxon est très fragmentée, mais la majorité des effectifs se répartit sur les berges non encore canalisées de deux cours d'eau (Pédégéal et Valescure), et linéairement le long des structures urbaines et agricoles : bord de routes et ronds-points, haies et clôtures, limites de champs, talus de canaux. Deuxièmement, la canne est absente au sud de la ville, c'est-à-dire en deçà de la limite du rivage antique. En effet, aucune station ne se trouve au dessous de la lanterne d'Auguste, phare romain à l'entrée du port antique, aujourd'hui en ruine au cœur de la ville. Troisièmement, il existe plusieurs stations éparées liées à l'aménagement de structures modernes de la fin du XIX et du XX^{ème} siècles. On retrouve ainsi la Canne le long des talus de voies ferrées, routes et autoroutes, et sur des tas de terres consécutifs à divers travaux. L'analyse de la morphologie urbaine confirme ces observations.

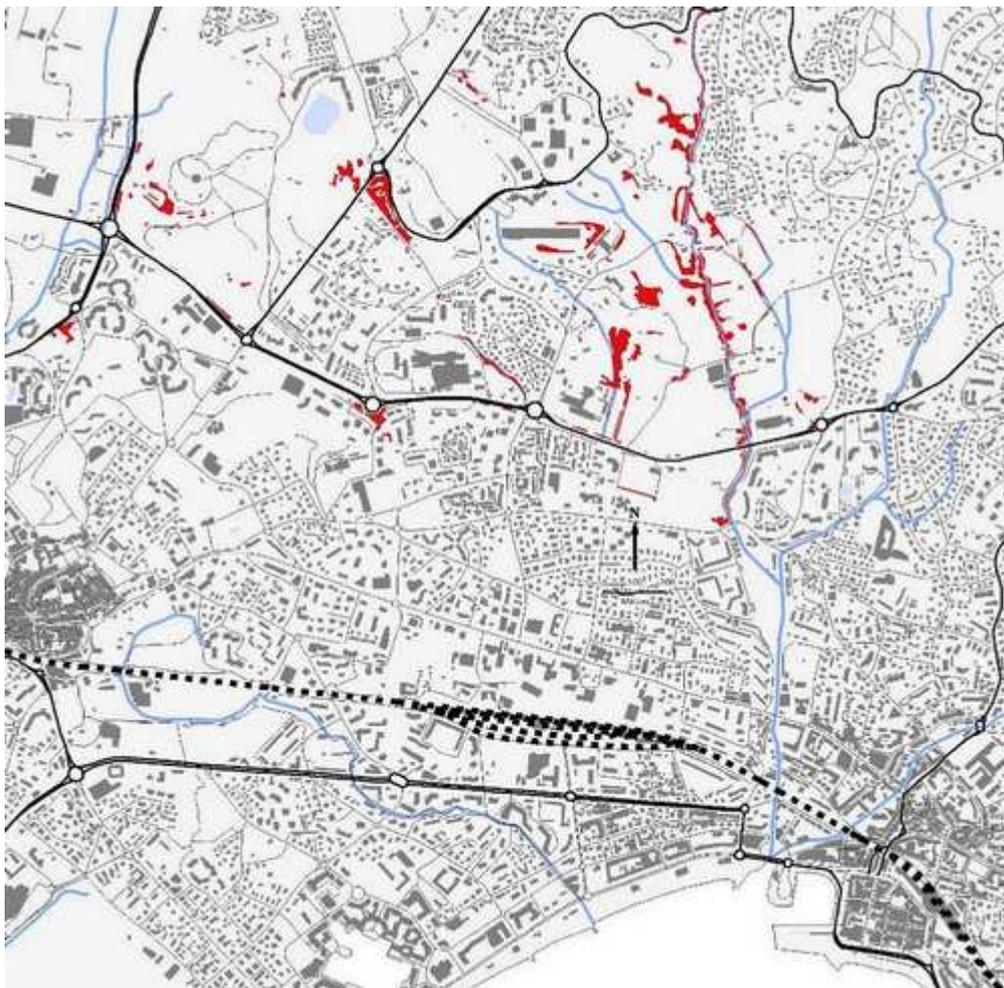


Figure 4. Distribution de la canne de Fréjus (en rouge) sur le territoire de la CAFSR en 2012. On observe clairement son absence dans la moitié inférieure de la carte, zone maritime à l'antiquité.

Fréjus obéit à un modèle urbain quelque peu singulier. Son histoire urbaine a été fortement marquée par la période antique, comme en témoigne la présence de sites archéologiques bien au-delà de l'actuel centre-ville. Le tissu urbain récent paraît composite, intimement lié aux processus de littoralisation et d'héliotropisme. La centralité, marquée par un centre antique situé à 2 km du rivage actuel, s'est vue étirée en direction de la mer à partir du XIX^{ème} siècle (attrait de la Côte d'Azur) pour former une extension littorale (comblement volontaire de l'ancien port romain et des marais devenus insalubres). Dans les années 1970, quelques cités d'habitat collectif ont été bâties notamment au Nord-Est du noyau historique. Toutefois, c'est certainement l'urbanisation de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle qui a le plus influencé le paysage urbain. Intimement liée au littoral et à l'économie résidentielle et touristique, celle-ci a mité le territoire communal d'une multitude de maisons individuelles, lotissements, résidences collectives, campings haut de gamme (bungalows), zones d'activités commerciales et touristiques.

Face à cette hétérogénéité du bâti, nous avons réalisé une classification de la morphologie urbaine (Figure 5) :

1- Centre ancien : zone de centralité héritée de l'histoire antique, aux fonctions diverses (résidentielles, administratives, commerciales).

2- Extension littorale : zone de centralité héritée de l'histoire récente, liée au littoral avec les mêmes fonctions diversifiées (résidentielles, administratives, commerciales).

3- Zone d'habitat collectif, caractérisée par un bâti collectif (1950 à nos jours) et des fonctions essentiellement résidentielles.

4- Zone pavillonnaire : caractérisée par un bâti individuel et des fonctions surtout résidentielles

5- Zone d'activités : caractérisée par un bâti à vocation économique, commerciale, touristique, ludique ou de service.

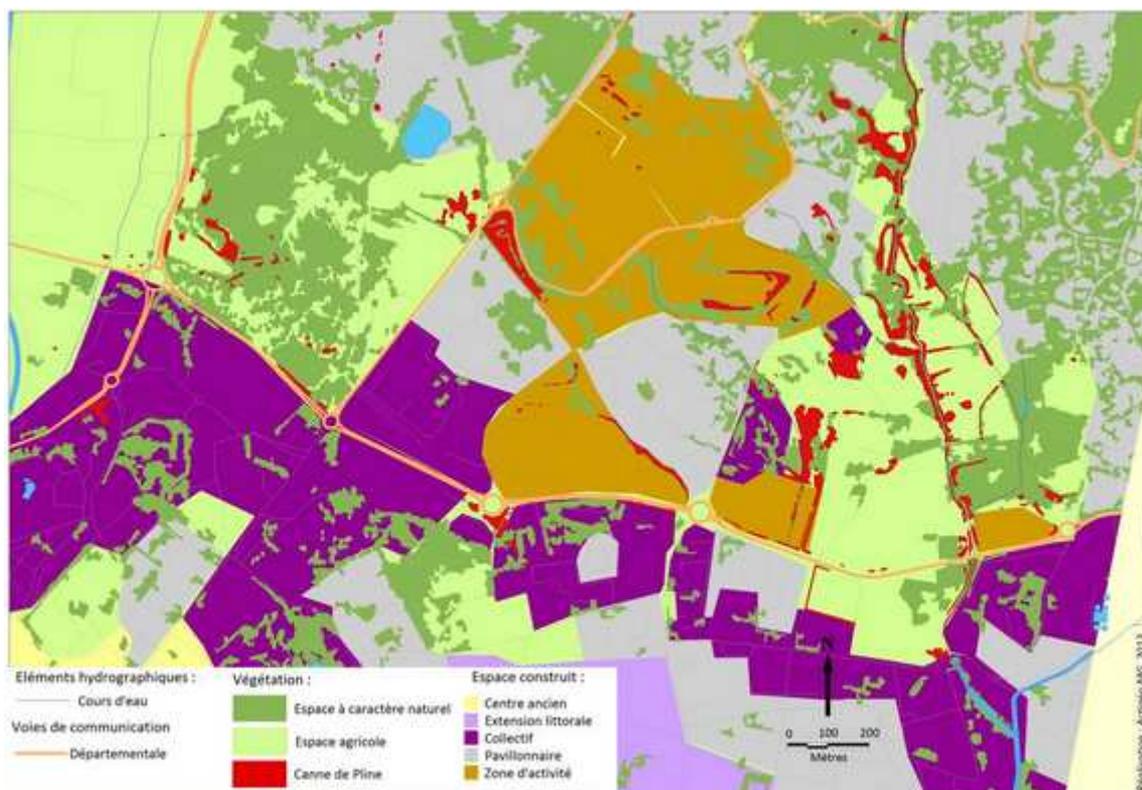


Figure 5. Classification de la morphologie urbaine et répartition actuelle de la « canne de Pline » dans le secteur à enjeu de conservation : le vallon du Valescure et la « Pagode ». Sources : IGN-BDTopo 2010, Communauté d'Agglomération de Fréjus-Saint-Raphaël 2008 ; IMBE 2012.

Si nous considérons le seul critère urbanistique, la canne à Fréjus se trouve surtout corrélée au contexte pavillonnaire qui tient une place prépondérante dans le tissu urbain communal. Outre l'organisation le long du réseau hydrographique du bassin versant du Valescure, à une échelle plus fine, nous voyons que la D100 marque une limite importante à la progression de la canne vers le sud. En effet, le long de cet axe routier, la canne se trouve dans un entre-deux géographique (jusqu'alors organisé en plusieurs chenaux, le Valescure est alors canalisé en un seul chenal) et urbanistique (entre les zones d'habitat collectif et les extensions pavillonnaires proches du centre-ville). Comme souvent sur le littoral méditerranéen, c'est donc le puissant processus d'urbanisation, développé après la seconde guerre mondiale sur la commune, qui explique la physionomie urbaine de Fréjus.

Progressions et régressions : de l'usage des terres !

L'urbanisation récente a eu des effets importants sur la distribution de la canne à Fréjus. Réalisée à l'échelle fine du secteur situé entre La Pagode et l'hôpital municipal Saint-Lambert, l'étude diachronique comparant la répartition de la canne prouve sa très forte régression. Les surfaces

occupées sont ainsi passées de 22,2 ha en 1991 à 12,2 ha en 2012, correspondant à une destruction de près de la moitié de sa superficie (Figure 6).



Figure 6. Distribution actuelle (2012 ; haut) et passée (1991 ; bas) d'*A. donaciformis* (surfaces noires) dans le focus d'étude, en paysage urbain. La surface occupée par l'espèce a régressé d'environ 184 000m² (10,7% du focus) à 70 000m² (4,5%) en 20 ans. Surfaces grisées, Bâti 2012 ; linéaires gris fins, routes ; linéaires gris épais, cours d'eau.

L'analyse des photographies aériennes entre 1949 et 2008 montre l'importance des surfaces agricoles au XXème siècle et notamment celles des vignes (Tableau 1, Figure 7).

Tableau 1. Utilisation des sols et distribution de l'espèce en pourcentages (et en surfaces, en 1×10^4 m²) à travers cinq années dans le focus d'étude (155.8×10^4 m²).

Dates	Agricole	Milieu ouvert	Urbain	Routes	Bois	Espèce
1926	70.4 (120.4)	17.1 (29.2)	3.7 (6.3)	1.9 (3.2)	6.9 (11.8)	-
1949	69.3 (118.5)	13.3 (22.7)	7.2 (12.3)	2.4 (4.1)	7.8 (13.3)	-
1971	52.7 (90.1)	19.4 (33.2)	16.1 (27.5)	3.8 (6.5)	8 (13.7)	-
1991	11.7 (20.0)	47.2 (80.7)	25.7 (43.9)	4.7 (8.0)	10.7 (18.3)	10.7 (18.4)
2010	6.9 (11.8)	26.6 (45.5)	48.0 (82.1)	8.7 (14.9)	9.8 (16.8)	4.5 (7.0)*

*, 2012.

La plante semble avoir été repoussée aux marges du réseau parcellaire, servant parfois de délimitations aux champs. Nous pouvons faire l'hypothèse de la persistance de la canne à Fréjus sur les bords de champs, talus, canaux et berges des cours d'eau, c'est-à-dire des zones de moindre impact de l'activité agricole, qui ont constitué ainsi de véritables « refuges ». La déprise agricole a été pour la Canne une courte période de recolonisation des terrains agricoles abandonnés, avant l'urbanisation croissante des trois dernières décennies. En milieu urbain, le vallon du Valescure formé d'anciennes parcelles agricoles - inondables donc non construites - constitue un précieux témoignage de ce processus.



Figure 7. Distribution des zones agricoles (marron), boisées (vertes), urbaines (rouges), des milieux ouverts non-cultivés (turquoise) et du réseau routier (bleu) en 1949, 1991 et 2010 (de haut en bas).

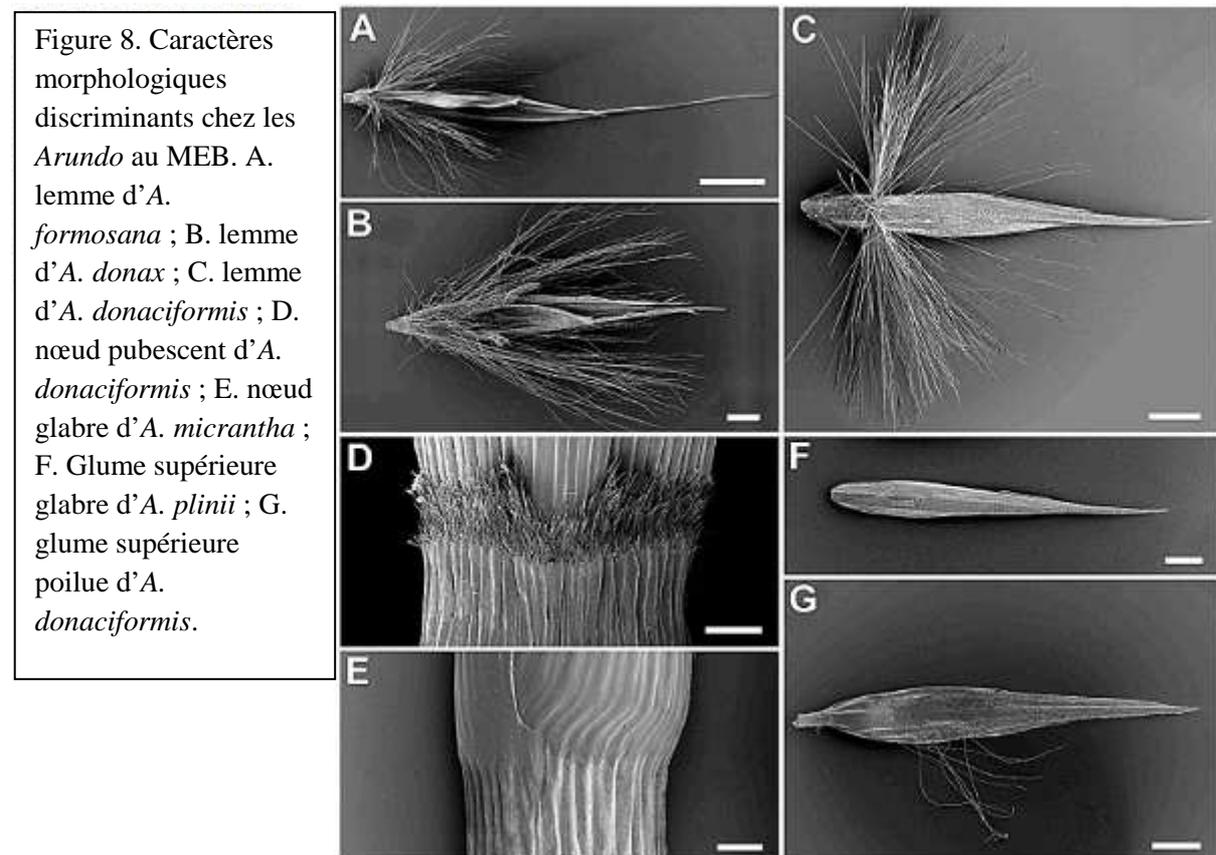
Mise en évidence d'une espèce endémique de Fréjus

Cette partie a donné lieu à la rédaction :

- Hardion L. 2010. *Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'Arundo plinii à Fréjus*, Rapport de master 2 Recherche Biodiversité et Ecologie Continentale, Master Sciences de l'Environnement Terrestre, Institut Méditerranéen d'Ecologie et Paléoécologie.
- Hardion L., Verlaque R., Fridlender A., Vila B. 2011 - in Marhold K. (ed.), IAPT/IOPB Chromosome data. *Taxon* 60: 1221.
- Hardion L., Verlaque R., Callmander M.W., Vila B. 2012. *Arundo micrantha* Lam. (Poaceae), the correct name for *A. mauritanica* Desf. and *A. mediterranea* Danin. *Candollea* 67: 131-135.
- Hardion L., Verlaque R., Baumel A., Juin MA., Vila B. 2012. Revised systematic of Mediterranean *Arundo* (Poaceae) based on AFLP fingerprints and morphology. *Taxon* 61: 1217-1226.
- Hardion., 2013. Evolution et systématique du genre *Arundo* L. (Poaceae), et conservation d'une endémique ligure : interactions Homme/Biodiversité en Méditerranée. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille, 264 pages.

De l'imbroglio taxonomique à la mise en évidence de la canne de Fréjus

La régression alarmante des surfaces occupées à Fréjus par *Arundo plinii*, consécutive à une urbanisation croissante a renforcé l'urgence de sa protection (Olivier *et al.* 1995). Or, la conservation de cette plante protégée en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur était très difficile en absence de toutes connaissances scientifiques à son sujet. Longtemps considérée comme une seule et même espèce circum-méditerranéenne, la canne de Pline (*Arundo plinii* Turra *sensu lato*) a ensuite été scindée en trois taxons, mal délimités et fluctuants (Danin 2002, 2004). Basés sur quelques caractères morphologiques, ces travaux préliminaires ont réduit *A. plinii* à une espèce à aire disjointe présente à Fréjus et à Bologne (N. Italie). Ces résultats très surprenants nécessitaient confirmation par la mise en œuvre d'études approfondies sur l'ensemble du complexe. Grâce à un large échantillonnage dans le Bassin Méditerranéen, nous avons réalisé des analyses morphométriques, génétiques et cytogénétiques. Ces nouvelles recherches ont confirmé l'existence de trois taxons, bien différents de ceux proposés par Danin : le circumméditerranéen *A. micrantha* Lam., l'Italo-Balkanique *A. plinii sensu stricto* et un endémique Ligure (Hardion *et al.* 2011, 2012). Majoritairement présent à Fréjus, ce dernier se distingue de son proche parent *A. plinii s.s.*, par son grand nombre chromosomique ($2n = 108$ vs. 76), sa robustesse, ses glumes (pièces florales) ciliées (Figure 8) et ses caractères génétiques.



Sur la base de ces critères très fiables, nous avons réhabilité et décrit une nouvelle espèce distincte, la canne de Fréjus, *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion, Verlaque & Vila. La figure 9 présente la distribution des 3 espèces constituant le complexe *A. plinii s.l.*

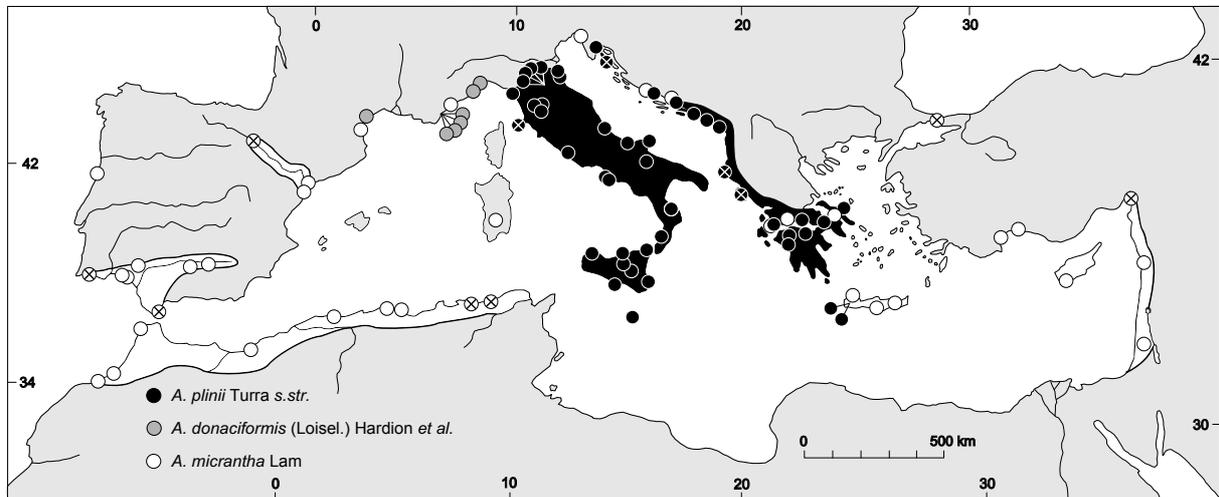


Figure 9. Révision taxonomique d'*A. plinii s.l.* en Méditerranée (Hardion *et al.* 2012) sur la base de caractères morphologiques et génétiques. Les cercles à croix indiquent les échantillons identifiés uniquement sur critères morphologiques.

Fréjus possédant 75% des effectifs de ce taxon endémique, il lui incombe de mettre en place une stratégie de conservation. Si nos recherches révèlent l'originalité spécifique des populations de la canne de Fréjus, la méthode fine d'empreintes génétiques (AFLP) souligne aussi l'absence de diversité génétique parmi 30 stations étudiées. Or, la diversité génétique est connue pour refléter l'adaptabilité de l'espèce en réponse à des changements environnementaux défavorables. Ce résultat soulève donc de nombreuses questions sur la stratégie de conservation à adopter, car il ne permet pas de désigner des stations à protéger en priorité.

Par ailleurs, nos recherches montrent l'existence d'une structuration biogéographique et morphologique des 3 taxons du complexe *A. plinii s.l.* en Méditerranée. Ceci nous permet de trancher les deux hypothèses de départ et d'affirmer que les Romains n'ont pas introduit *Arundo donaciformis* à Fréjus. En effet, trois raisons principales peuvent être invoquées : (1) cette endémique était déjà en Ligurie bien avant la fin du dernier maximum glaciaire (Hardion *et al.* 2013), (2) contrairement aux autres espèces du genre, l'Italo-Balkanique *A. plinii s.s.* se transplante très mal, et (3) aucune population en Italie ou ailleurs en Méditerranée ne présente les mêmes caractéristiques spécifiques. Par contre, la présence en abondance à Fréjus d'une canne morphologiquement très proche de celle d'Italie, mais plus robuste, aurait même pu constituer un argument déterminant dans le choix des Romains pour leur installation sur ce site stratégique.

Ecologie d'une « urbaine »

Cette partie a donné lieu à la rédaction :

- Vila B., 2012. Dossier de financement DREAL PACA pour une « Etude complémentaire sur *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* – Propositions ». 10 pages.
- Vila B., 2013. Suivi scientifique des opérations de conservation de la canne de Pline : transplantation expérimentale au Castellans et conservation *in situ* à la gabelle. Rapport interne de recherche, 20 pages.
- Vila B., Verlaque R. et Hardion L., 2013a. Recommandations pour la transplantation - Définition d'un nouveau protocole de transplantation sur la base de celle réalisée en 2009 entre la Gabelle et le Castellans. Rapport interne de recherche, 5 pages.
- Vila B., Verlaque R. et Hardion L., 2013b. Etude phyto-écologique du bassin écreteur du Peyron à la réception de transplantations d'*Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* en provenance du petit défend (EPSILON II, zone d'activité de St-Raphael). Rapport interne de recherche, 27 pages.
- Hardion., 2013. Evolution et systématique du genre *Arundo* L. (Poaceae), et conservation d'une endémique ligurienne : interactions Homme/Biodiversité en Méditerranée. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille, 264 pages.
- Hardion L., Barthélémy C., Consales JN., Verlaque R. and Vila B. Which future for an endemic weed on the French Riviera: Conservation of *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* (Poaceae) in urban environment. A soumettre.

En opposition à son manque de variabilité génétique, l'étude écologique révèle la grande diversité des habitats occupés par *A. donaciformis*. Comme les autres espèces du genre *Arundo* en Méditerranée, la canne de Fréjus se rencontre surtout dans des milieux rudéraux ouverts, en marges des parcelles agricoles et des réseaux routiers, ferroviaires et hydriques (Figure 10 : planche de photos).



Figure 10. Stations de canne de Fréjus en milieux plus ou moins fortement anthropisés.

Cependant, elle croît aussi dans des habitats naturels, nettement contrastés à Fréjus : des dunes sableuses d'arrière plage, aux oueds à laurier rose, en passant par des formations forestières (e.g. pinède, ripisylve).

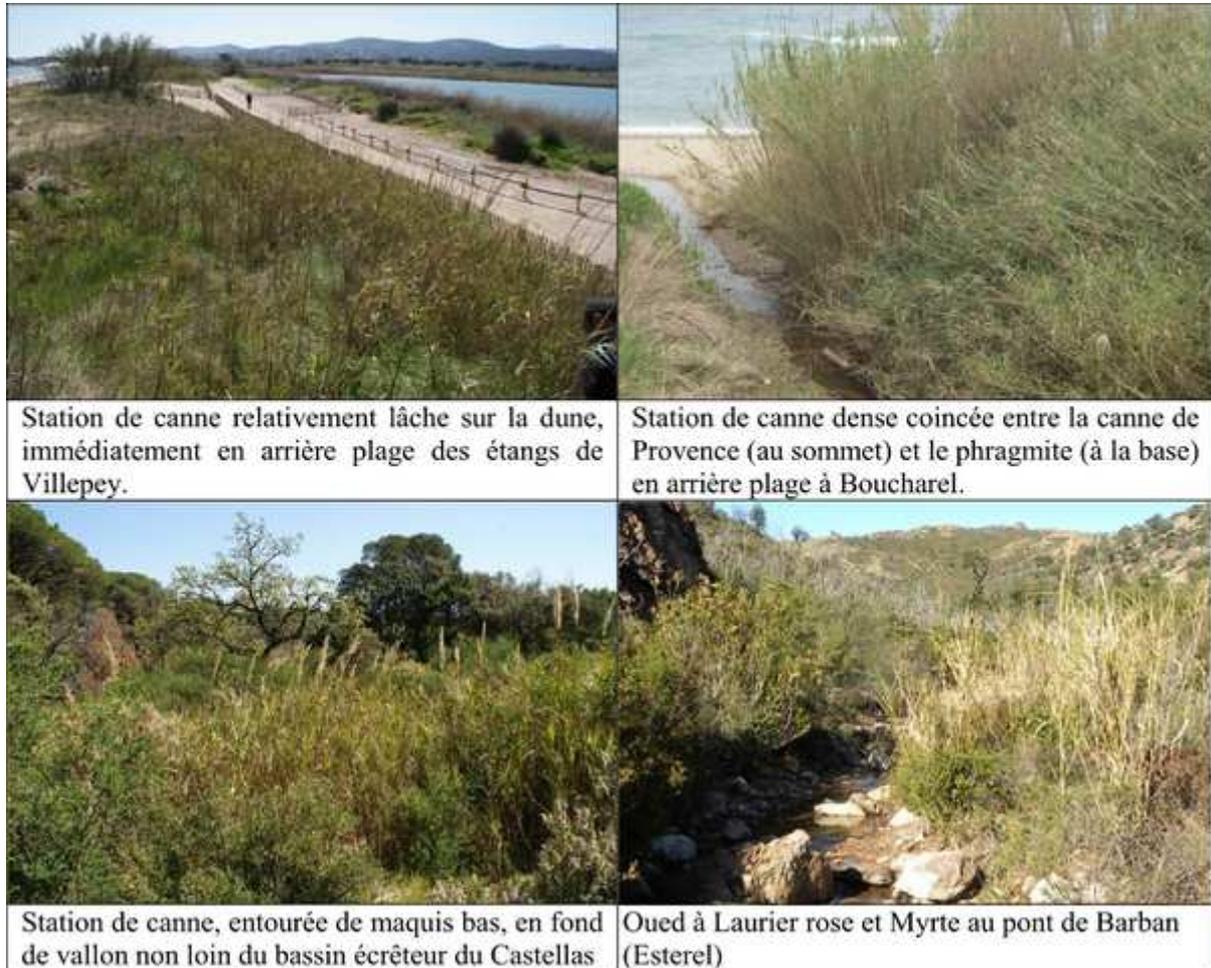


Figure 11. Stations de canne de Fréjus en milieux « naturels ».

Au sein de tous ces biotopes, la canne forme des peuplements monospécifiques dont la propagation clonale s'opère par l'extension de proche en proche des rhizomes. Même si l'espèce présente une affinité marquée pour les talus et berges des cours d'eau, il s'avère difficile de définir précisément son *preferendum*, la majorité des effectifs étant distribué dans un contexte urbain.

Toutefois, grâce à la première transplantation réalisée par la ville (Vila., 2013), une certitude écologique nous est acquise : elle n'est jamais présente dans les sols hydromorphes (ruisseaux et fossés : « les pieds dans l'eau »), où elle cède la place au vrai roseau cosmopolite et hydrophyte : *Phragmites australis* (Cav.) Trin.

Cette diversité d'habitats va de pair avec la large amplitude écologique de ce taxon, ainsi qu'à la grande persistance de ses rhizomes. Si les surfaces occupées par la canne sont en forte régression, paradoxalement cette canne a aussi profité de l'urbanisation pour se disperser, grâce aux transplantations accidentelles de rhizomes lors des travaux de terrassement. De ce fait, à Fréjus plusieurs stations seraient artificielles, résultant des déplacements de terres de remblais (Figure 10). Face aux enjeux d'aménagements et de conservation, il s'avère donc nécessaire de poursuivre l'acquisition de connaissances sur la biologie de l'espèce, mais aussi de comprendre les perceptions et les appropriations diverses dont elle fait l'objet par les habitants et les aménageurs.

Une espèce végétale, entre méconnaissances et contradictions dans l'espace urbain

Cette partie a donné lieu à la rédaction :

Barthelemy C., Lizee C., Geneys C. 2012. *La Canne de Pline à Fréjus, révélatrice des "lieux d'apprentissage" de la relation entre la nature et la ville*. Rapport de recherche, Programme PIRVE, C2PSY, LPED, 34 p.

Lefebvre J. 2012. Les roseaux et la canne de Pline, de l'indésirable à l'exceptionnelle : un terrain ethnobotanique à Fréjus. Mémoire de Master 2 Recherche, Master Environnement Développement Territoire et Sociétés, Muséum national d'histoire naturelle, 102p.

Lefebvre J., Lizet, Barthélémy C., sous presse. La canne de Pline et le concert des disciplines, Ethnographies.org. Numéro Spécial : "« Biodiversité(S). Conservation et pluridisciplinarité : quelle place pour l'ethnologie ? »

Les acteurs en charge de l'environnement au sein des communes de Fréjus et Saint-Raphaël se préoccupent de la canne de Pline de manière tout à fait récente. C'est à l'occasion de travaux de rénovation urbaine, en 2007, qu'une étude d'impact relative au Valescure a mis en évidence des stations de cannes dont le statut d'espèce protégée ne permettait pas la destruction. Aidé par la Direction Régionale de l'Environnement et de l'Aménagement (DREAL PACA), le service Environnement a élaboré un plan local de gestion, préconisant deux solutions inégalement réparties sur le territoire : la conservation *in situ* et le prélèvement puis la transplantation, générant de fait la destruction d'une grande partie des populations. Ces deux solutions permettent aux acteurs locaux d'adopter une forme de compromis, répondant d'une part aux exigences juridiques de la protection de la canne de Pline, et de l'autre, aux projets urbains en cours de réalisation. L'espèce végétale protégée représente une véritable contrainte dans un tissu urbain résidentiel, qui valorise le littoral et non le paysage agricole, qu'il contribue, dans le même temps, à faire disparaître (Cf analyse du PLU). Une enquête sociologique réalisée auprès de seize personnes, directement concernés par l'aménagement et la gestion de la canne de Fréjus, fait apparaître un élément explicatif supplémentaire quant aux préconisations des acteurs locaux (Barthélémy *et al.*, 2012). L'espèce Canne de Pline suscite des évocations ambivalentes, voire contradictoires. Elle est à la fois perçue comme vulnérable, unique et en danger, mais également comme résistante, pouvant assez facilement se répandre et donc, survivre à des transplantations. Des personnes la désignent même comme « envahissante », la comparant à du chiendent dont il s'agit de se débarrasser. Difficilement reconnaissable au sein des stations de canne de Provence, plus connue, elle serait régulièrement fauchée par les habitants et les services techniques de la ville. Ces représentations contrastées varient selon la position des acteurs interrogés dans le système social urbain organisé autour de la plante. La destruction reste légitime si l'espèce est considérée comme envahissante ; inversement, si l'idée de fragilité domine, la protection est attendue. Ce statut hybride explique, en partie, les résistances qui semblent freiner un changement de pratiques quant à la conservation de l'espèce. Il faut également souligner que la canne de Pline a fait l'objet d'une appropriation plus ancienne par des militants environnementalistes valorisant le statut endémique de l'espèce et sa conservation. Depuis les années 1980, des scientifiques reliés par des associations naturalistes alertent sur la disparition de la canne de Pline, ayant une écoute plus que limitée de la part des élus locaux (Figure 12).

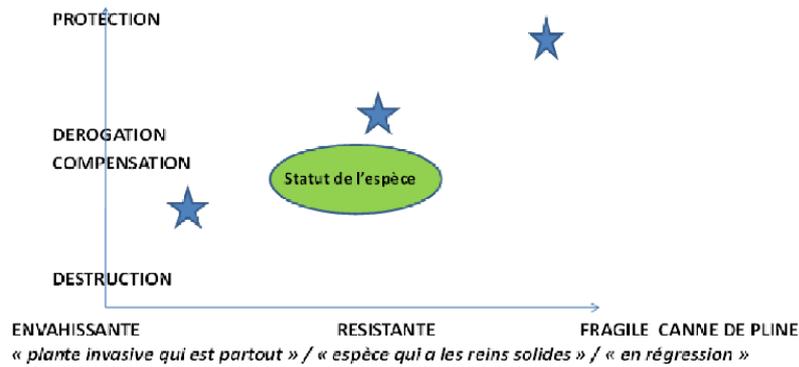


Figure 12. Evocations de l'espèce et de sa prise en charge. D'après Barthélémy *et al.* (2011).

C'est dans ce contexte de difficile d'appropriation politique par les acteurs locaux de la protection de la canne de Pline qu'une enquête ethnobotanique a été réalisée auprès des habitants (Lefebvre 2012). Celle-ci avait pour objectif d'approfondir la question des relations constituées autour de la Canne, dont l'identité est flottante, tant en ce qui concerne le nom qu'on lui donne que la valeur qu'on lui attribue. Seuls des agriculteurs utilisent encore un terme spécifique « canèu » pour distinguer cette « petite » canne, de la robuste Canne de Provence (*A. donax*). Pour la majorité des habitants, elle reste invisible, peu reconnue et très rarement nommée. Cependant, l'enquête révèle un système végétal plus étendu autour du « roseau ». Ainsi, de multiples usages, déjà relevés pour la période antique, ont résisté jusqu'aux années d'après-guerre. La mention « roseau de Fréjus » (associée à la Canne de Provence), soulignant une qualité supérieure du matériau, se retrouve dans maints écrits du XIX^{ème} siècle, jusqu'avant la seconde guerre mondiale. En effet, Fréjus fut longtemps le premier producteur au Monde de chaumes servant à la fabrication de divers instruments à vent et de anches. Pour concurrencer cette production très renommée, des rhizomes furent prélevés et cultivés sur tous les continents. Curieusement, ces transplantations se soldèrent par un échec, car les plantes obtenues ne purent jamais rivaliser avec les populations varoises (Perdue 1958), pire ce clone stérile (Ahmad *et al.* 2008) devint un « envahisseur ». Aujourd'hui, à Fréjus la fabrication d'anches et le développement de certaines activités associatives maintiennent un lien résiduel avec l'utilisation des roseaux. Ainsi, les deux enquêtes en sociologie et en ethnobotanique ont permis de comprendre les liens existants entre les habitants et les acteurs de la ville et le système « Canne de Pline / Canne de Fréjus / Canne de Provence / roseaux ». L'étude approfondie des appellations, scientifiques et profanes, passées et actuelles, permet d'expliquer l'écart entre l'engouement scientifique pour l'espèce et la quasi-invisibilité de celle-ci auprès des habitants (Lefebvre *et al.*, 2013, sous presse).

La canne de Fréjus et ses enjeux

Cette partie a donné lieu à la rédaction :

Consales JN., Goiffon M., 2013. Organisation spatiale, morphologie urbaine, projets et canne de Pline à Fréjus. Rapport interne au programme PIRVE, 5 pages.

Hardion L., Barhthélémy C., Consales JN., Verlaque R. and Vila B. Which future for an endemic weed on the French Riviera: Conservation of *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion et al. (Poaceae) in urban environment. A soumettre.

Hardion., 2013. Evolution et systématique du genre *Arundo* L. (Poaceae), et conservation d'une endémique ligurienne : interactions Homme/Biodiversité en Méditerranée. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille, 264 pages.

Conservation de la biodiversité et aménagements urbains

Au sein de la dynamique de construction intensive, de nos jours la canne de Fréjus se trouve repoussée sur les franges urbaines. Marginale, zonarde, la plante fait partie intégrante de la « Zonzo » fréjussienne, c'est-à-dire de « l'espace exclu, à l'abandon, à la marge, inexploré et portant vivant » (Careri 2013). De fait, à défaut d'être l'emblème biologique de la ville, elle est devenue caractéristique d'une urbanisation débridée récente ou à venir (Figure 13).



Figure 13. Stations de canne de Fréjus devenues lieu de décharge en zone industrielle (A) ou « aménagée » en centre-ville (B).

Dans ce contexte, rien d'étonnant de constater la rareté de la canne des documents publics de planification et d'urbanisme locaux. En effet, les pièces du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Fréjus la mentionnent seulement : trois fois dans le rapport de présentation (outil de diagnostic et non de projet), deux fois pour signaler positivement sa présence, une fois pour indiquer positivement son absence. Elle demeure absente du Projet d'Aménagement et de Développement Durable qui fixe les orientations de la commune, du cahier des Orientations d'Aménagement définissant les orientations d'urbanisme dans des secteurs à enjeux et des règlements de zonage. Cette absence de mention de la Canne de Pline dans les documents administratifs témoigne des représentations ambiguës des acteurs locaux (aménageurs, gestionnaires) à son égard – ambiguïté d'autant plus forte et préoccupante que les stations de canne sont classées dans le PLU dans des zones AU, c'est-à-dire à urbaniser. Peut-on alors opposer des projets d'urbanisme se faisant sans - ou contre - la canne de Pline, à des projets de paysage qui intègrent cette espèce protégée?

Vers un plan de conservation concerté ?

Son absence de variabilité génétique, sa résistance, sa persistance et sa culture facile devraient permettre une conservation aisée d'*A. donaciformis*. En fait, divers facteurs compliquent l'élaboration d'un plan de conservation. L'espèce est aujourd'hui quasi-exclusivement située dans un contexte urbain ou péri-urbain, subsistant dans les délaissés et zones en profondes mutations. S'il n'est pas toujours évident de réaliser un plan de conservation pour un taxon de milieu « naturel », cela devient très complexe lorsque l'espèce protégée n'est même pas intégrée aux schémas d'aménagements du territoire communal. A la différence d'espèces emblématiques, *A. donaciformis* n'évoque plus aucun lien avec ses usages antiques, ou même traditionnels assez récents. Pire, son statut de protection étant devenu un obstacle à l'aménagement, aujourd'hui sa présence est vécue comme une contrainte. Et ceci d'autant plus que la plante est repoussée dans les friches : lieux souvent insalubres et de non droits où les détritiques s'entassent et les rats prospèrent. Ainsi, les enquêtes révèlent une fracture où deux conceptions s'opposent : d'un côté une forte valeur scientifique, d'*Arundo plinii* vers l'espèce nouvelle *A. donaciformis*, et de l'autre l'état indifférencié de la plante dans la vision courante. Enfin, d'un point de vue biologique, l'espèce s'avère hors normes : endémique rare, clonale, urbaine... Loin d'être un exemple unique, *A. donaciformis* représente un cas d'école de la confrontation entre l'aménagement urbain et la conservation de la biodiversité. Les menaces d'extinction et les tensions entre les acteurs du développement local et de la protection nécessitent donc la mise en place d'un plan concerté de conservation.

Premières recommandations

S'il s'avère aujourd'hui inconcevable de détruire de nouvelles stations de canne, il n'est pas non plus possible de bloquer l'aménagement d'une ville touristique de la Côte-d'Azur. Compromis et consensus devraient donc être les maîtres mots pour la gestion future de la Canne de Fréjus.

Si la génétique n'a pas permis de distinguer des stations à conserver en priorité, l'étude souligne la diversité des biotopes occupés. Les deux plus grandes stations actuelles, Valescure et Pagode, doivent être conservées car représentatives de l'habitat principal de la canne : milieux ouverts de talus au bord des canaux. Elles abritent de nombreux taxons et plusieurs espèces protégées, et constituent une véritable trame « verte et bleue ». A ces localités, il faut ajouter celles qui offrent un habitat particulier : arrière plage (Villepey, Boucharel...), ripisylve (cimetière, Reyran, péage...), pelouses et friches... L'ensemble forme un réseau de stations et de milieux variés représentant une « assurance » pour la conservation.

Les compromis peuvent avoir lieu au sujet des stations « artificielles » (par exemple un promontoire de terre issu de travaux) sans avenir écologique et qui pourraient être utilisés pour renforcer des stations fortement endommagées.

Il convient maintenant de « stabiliser » juridiquement certains espaces occupés par la canne. Une première avancée, importante, a été réalisée avec la proposition de transformer certaines parcelles AU en non urbanisable, notamment au niveau de la zone du Valescure. Pourra-t-on aller jusqu'à la cessation de ces parcelles à un gestionnaire indépendant ?

D'un point de vue pratique de la gestion, il faut mettre en place un cahier des charges sur « l'entretien » des stations, en particulier vis-à-vis du fauchage (fréquence et saison appropriées) et tenir un registre des interventions afin de pouvoir réaliser un suivi sur le long terme...

Enfin, il faut patrimonialiser l'espèce en informant les gestionnaires de terrain, le grand public, les associations... : la canne de Fréjus est unique au monde.

Conclusion - La canne de Pline, ou plutôt la canne de Fréjus, sous un regard interdisciplinaire : quand la biodiversité urbaine nous parle de l'histoire entre les villes et leur environnement naturel

Le croisement des disciplines engagées dans ce programme aboutit à trois résultats majeurs.

La compréhension des interactions entre la ville et son environnement doit tout d'abord s'inscrire sur le long terme. Ainsi, l'approche historique révèle la grande importance économique jusqu'à un passé récent de la Canne de Pline *s.l.* La présence de cette canne, capitale dans l'antiquité, a certainement conduit les Romains à s'installer là où elle poussait. La mise en évidence des limites de l'ancien rivage à l'époque romaine a également permis de souligner la faible dynamique d'*A. donaciformis* qu'on ne retrouve toujours pas, deux millénaires plus tard, en deçà de cette zone.

Les sciences sociales et celles de l'environnement sont deux approches complémentaires et indispensables pour comprendre les interactions socio-naturelles de l'espèce afin d'élaborer un plan de conservation. Jusqu'à présent, les mesures de conservation reposaient presque exclusivement sur les études de l'environnement, tandis que les dimensions sociales et historiques étaient peu, voire jamais, prises en compte. De ce fait, la réussite de nombreux plans de gestion a souvent été compromise, conduisant même parfois à de véritables échecs. Seule la concertation avec les acteurs locaux permettrait de bâtir des plans rationnels et concertés de gestion qui seront à long terme les meilleurs garants de la réussite finale.

Enfin, le travail de terrain s'est révélé comme un véritable lieu de médiation. Propriétaires, habitants, promeneurs... questionnent les scientifiques, sociologues, écologues et ethnologues sur la « Canne de Pline ». Ces derniers expliquent les raisons de leur présence, leurs travaux, parfois interrogent à leur tour et partagent leurs résultats... Forts de ces récentes données, nos recherches donneront lieu en 2013-2014 à des actions de formation auprès des personnels techniques, et de sensibilisation auprès des habitants, dans le cadre d'un financement avec la DREAL PACA.

Sur le plan théorique, ce programme apporte plusieurs informations capitales sur les relations Ville-Environnement, au travers de la relation Homme-Canne.

Suivre la canne de Fréjus dans le temps et l'espace met en lumière un patrimoine végétal qui se rappelle, malgré l'urbanisation, à la ville et à ses habitants. En outre, l'histoire ancienne mêle plusieurs espèces de cannes longtemps confondues. En effet, nos recherches sur leur origine révèlent des liens tout à fait surprenant entre leurs utilisations et les civilisations antiques. Pour les taxons autochtones utilisés pour la fabrication des fûts de flèches, l'endémique *A. donaciformis* marque le territoire de la civilisation Ligure, alors que l'endémique Italo-Balkanique *A. plinii s.s.* correspond à la civilisation Gréco-Romaine. Très particulière, la distribution d'*A. micrantha* complète celle d'*A. plinii* en Méditerranée, et presque toutes ses stations correspondent à des régions soumises à l'influence Phénicienne. L'introduction de ce taxon en Occident a donc dû se réaliser au début du premier

millénaire av. JC., motivée par le même usage fondamental : les flèches. Ainsi, lors de leur conquête, les Romains s'installèrent en priorité dans ces zones où préexistaient les cannes (ceci explique notre erreur initiale sur les stations et villes romaines). Enfin, la dernière espèce *A. donax*, mal nommée Canne de Provence, présente l'aire d'un quelconque taxon méditerranéen. Indissociable des paysages et de la vie en Méditerranée, elle constitue un auxiliaire naturel de l'agriculture et de l'élevage, notamment dans les zones sèches (Gélard 2007). Son introduction depuis l'Orient remonte pourtant fort loin, après la révolution du Néolithique (sans doute avec la vigne).

Bibliographie

- Ahmad R., Liow P., Spencer D., Jasieniuk M. 2008. Molecular evidence for a single genetic clone of invasive *Arundo donax* in the United States. *Aquatic Botany* 88: 113-120.
- Barthelemy C., Lizee C., Geneys C. 2012. *La Canne de Pline à Fréjus, révélatrice des "lieux d'apprentissage" de la relation entre la nature et la ville*. Rapport de recherche, Programme PIRVE, C2PSY, LPED, 34 p.
- Bony G., Morhange C., Bruneton H., Carbonel P., Gébara C. 2011. 2000 ans de colmatage du port antique de Fréjus (*Forum Julii*), France : une double métamorphose littorale. *C. R. Geoscience* 343 : 701–715.
- Careri F. 2013. *Walkscapes, la marche comme pratique esthétique*. Edit. J. Chambon, Coll. Rayon Art.
- Caton l' Ancien (3e siècle av. J-C.). *De l'agriculture*. Paris, C.U.F., Les Belles Lettres, 1975. Texte établi et traduit par R. Goujart.
- Columelle (1er siècle ap. J-C.). *Les agronomes Latins (Columelle-Varron)*, sous la direction de M. Nisard, Paris, 1864.
- Cruon R. *et al.* 2008. *Le Var et sa Flore : les espèces rares ou protégées*. Naturalia édit.
- Danin A. 2004. *Arundo (Gramineae) in the Mediterranean reconsidered*. *Willdenowia* 34: 361-369.
- Danin A., Raus T., Scholz H. 2002. Contribution to the flora of Greece: a new species of *Arundo* (Poaceae). *Willdenowia* 32: 191-194.
- Gélard M-L. 2007. Le roseau protecteur : Techniques et symboliques d'une plante dans le Sud marocain. *Technique et Cultures* 48-49 : 61-84.
- Hardion L. 2010. *Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'Arundo plinii à Fréjus*, Rapport de master 2 Recherche Biodiversité et Ecologie Continentale, Master Sciences de l'Environnement Terrestre, Institut Méditerranéen d'Ecologie et Paléoécologie.
- Hardion L., Verlaque R., Baumel A., Juin MA., Vila B. 2012. Revised systematic of Mediterranean *Arundo* (Poaceae) based on AFLP fingerprints and morphology. *Taxon* 61: 1217-1226.
- Hardion L., Verlaque R., Callmander M.W., Vila B. 2012. *Arundo micrantha* Lam. (Poaceae), the correct name for *A. mauritanica* Desf. and *A. mediterranea* Danin. *Candollea* 67: 131-135.
- Hardion L., Verlaque R., Fridlender A., Vila B. 2011 - in Marhold K. (ed.), IAPT/IOPB Chromosome data. *Taxon* 60: 1221.
- Jullian C. 1920. *Histoire de la Gaule. Tome VI- La civilisation Gallo-Romaine*. Chap. V. En Narbonnaise. Hachette édit., Paris.
- Lefebvre J. 2012. Les roseaux et la canne de Pline, de l'indésirable à l'exceptionnelle : un terrain ethnobotanique à Fréjus. Mémoire de Master 2 Recherche, Master Environnement Développement Territoire et Sociétés, Muséum national d'histoire naturelle, 102p.
- Lefebvre J., Lizet, Barthélémy C., sous presse. La canne de Pline et le concert des disciplines, Ethnographies.org. Numéro Spécial : "« Biodiversité(S). Conservation et pluridisciplinarité : quelle place pour l'ethnologie ? »
- Olivier L., Galland J.P., Maurin H., Roux J.P. 1995. Livre rouge de la flore menacée de France. Espèces prioritaires. Coll. Patrimoine nat. vol. 20. MNHN, CBN Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Paris.
- Olivieri I., Vitalis R. 2001. La biologie des extinctions. *Médecine Sciences* 17: 63-69.

- Perdue R.E. 1958. *Arundo donax*, source of musical reeds and industrial cellulose. *Econ. Bot.* 12: 368-404.
- Pline L'Ancien (1er siècle ap. J.-C.). *Histoire Naturelle*, Livres XVI à XXI, Paris, C.U.F., Les Belles Lettres, 1981. Texte établi et traduit par J. André.
- Renoux G. 2006. Les archers de César. Recherches historiques, archéologiques et paléométallurgiques sur les archers et leur armement dans l'armée romaine du Ier s. av. J.-C. au Ier s. ap. J.-C. De César à Trajan. Thèse, Université de Toulouse Le Mirail.
- Théophraste (IV^e siècle av. J.-C.). *Recherches sur les plantes*, Livres III-IV, Paris, C.U.F., Les Belles Lettres, 1989. Texte établi et traduit par S. Amigues.
- Turra A. 1765. *Farsetia, novul Genus. Venetiis*.
- Verlaque R. 1999. L'endémisme en Méditerranée : caractéristiques et menaces. *Biosystema* 17: 45-52.
- Verlaque R., Aboucaya A., Michaud H. 2005. Rarity and extinction in the Mediterrean flora of the South-eastern France. Inter. Symp. "Mediterranean plant Conservation in a changing world". Hyères.
- Verlaque R., Médail F., Aboucaya A. 2001. Valeur prédictive des types biologiques pour la conservation de la flore méditerranéenne. *C.R. Acad. Sc., Sc. Vie* 324: 1157-1165.
- Vitruve Pollion M (1^{er} siècle av. J.-C.). De l'architecture, *Livre VII*. Paris, C.U.F., Les Belles Lettres, 1986. Texte établi et traduit par L. Callebat.

2. Rapport - Dynamiques du projet

Risques encourus,

Conditions de l'avancée du projet,

Déviations par rapport au projet initial et raisons de celles-ci, prolongements,

Communications et publications, actions de valorisation.

Risques encourus

Toute étude scientifique comporte un certain nombre de « risques ». Dans le cas présent, ceux-ci étaient de deux natures : scientifique et pratique.

Les « risques » scientifiques

Les « risques » scientifiques rencontrés lors de notre programme sont classiques en recherche. Ils concernent des difficultés de mises en œuvre pratiques lors de l'étude et les réorientations qui découlent des premiers résultats obtenus.

Dans notre cas, le problème de mises en œuvre pratiques concernait les difficultés :

- 1) de réunir suffisamment de matériel d'étude pour pouvoir délimiter les taxons,
- 2) de conduire, chez certains taxons, des analyses génétiques,
- 3) d'aborder l'écologie d'une espèce intimement liée à l'Homme et dans un cadre urbain,
- 4) d'interagir sur une espèce très sensible de par les enjeux d'urbanismes, sociaux et de conservation.

Matériel d'étude - Afin de définir convenablement les limites des taxons nous avons dû nous procurer plusieurs centaines d'échantillons, soit en herbier, soit vivants (mis en culture en serre pour réaliser les fixations en cytogénétique et les analyses de génétique). Il nous a donc fallu : 1) démêler l'imbricatio taxonomique, les différents taxons étudiés étant connus sous 238 noms différents ; 2) rechercher et localiser des stations dans l'ensemble du pourtour méditerranéen, 3) échantillonner ces stations en réalisant des mesures sur le terrain, en collectant des échantillons mis en herbier et en prélevant du matériel vivant (pour culture en serre) ; 4) localiser et demander en prêt plusieurs centaines d'échantillons d'herbier en Europe... Le risque principal étant de ne pas parvenir à couvrir l'ensemble de l'aire de distribution des différents taxons constituant le complexe de *A. plinii*...

Analyses génétiques - L'étude de la diversité génétique peut se révéler parfois complexe. Après analyses des données bibliographiques et différents essais, nous avons dû utiliser des méthodes fines d'analyse de la diversité génétique telle que l'AFLP. Initialement prévues en sous-traitance, ces analyses génétiques ont été conduites au laboratoire. Nos objectifs étaient d'étudier l'effet de la fragmentation liée à l'urbanisation sur la diversité génétique et de définir les populations à conserver en priorité. Or nos recherches ont montré qu'il n'y avait pas de diversité génétique entre les différentes stations donc pas de stations à conserver en priorité de ce point de vue. Cela nous a amené à réorienter nos recherches afin de déterminer les causes de la non-fructification de l'espèce à Fréjus et donc à mettre en place de nouvelles expériences (germination pollinique...)....

Ecologie dans un contexte urbain - Il ressort également qu'il est très complexe d'appréhender l'écologie des espèces dans des milieux fortement anthropisés, toujours rudéraux (bordure de chemin, de route, bords de champs...). En effet, malgré nos très nombreux échantillonnages de stations

(plusieurs centaines), nous n'avons pas trouvé avec certitude de station « naturelle », la presque totalité étant liée de près ou de loin à l'Homme. Il devient dès lors plus difficile de déterminer le préférendum écologique de l'espèce et de dire si elle pousse là par défaut ou bien si cela constitue un habitat « optimal ». Ce problème s'est rencontré pour l'ensemble des espèces du genre *Arundo*.

Espèce sensible par les enjeux liés - Enfin, l'espèce de Fréjus se trouve au sein d'importants enjeux d'urbanisation. Au début de l'étude, des travaux de rénovation d'un quartier de la Gabelle, zone sensible de reclassement, se trouvaient bloqués par la présence de la canne. Nous avons débutés notre travail alors que le CNPN avait bloqué cette rénovation dans l'attente de l'avis des scientifiques sur le plan de transplantation proposé par la Communauté d'Agglomération (CAFSR). Ce blocage momentané des travaux de rénovation est à l'origine d'une très mauvaise perception de l'espèce par la population. Certains ont donc tenté de l'éradiquer en y mettant le feu et en y jetant de l'huile et de l'essence... Il en a découlé une certaine animosité de la population envers les scientifiques qui réalisaient l'étude même si nous avons immédiatement désamorcé les tensions. Un rapport de force s'est ensuite installé, la CAFSR préconisant, dans son schéma d'urbanisation, la transplantation de tout ce qui posait problème sans que l'on ait aucune connaissance sur la diversité génétique des différentes stations, sur l'écologie de l'espèce et sur les modalités de ces éventuelles transplantations....

Le deuxième type de « risques » est lié à une coopération difficile, au départ, avec la communauté d'agglomération de Fréjus-Saint-Raphaël. Ce blocage initial était lié à :

- la différence d'interprétation des textes réglementaires (exemple de la transplantation au bassin écréteur du Castellas),
- aux enjeux d'aménagements urbains « bloqués » par la présence de l'espèce.

Ces deux faits ont conduit à la non communication des données SIG de la CAFSR relatives à la répartition de la canne. Ces données SIG n'ont pu être récupérées plus d'un an et demi après le début du programme grâce à l'aide de la DREAL. Cela a retardé d'autant nos campagnes de terrain qui se font essentiellement au printemps. Au final, nous n'avons pu compiler et analyser toutes nos données qu'en début de troisième année...

De plus, la durée que nécessitent de telles investigations n'a également pas été comprise par les acteurs de l'aménagement de la ville. Le temps des scientifiques n'est pas celui des aménageurs...

Conditions de l'avancée du projet

Nous avons prévu un calendrier sur deux années (cf ci-dessous). Cependant la récupération tardive des données SIG nous a conduits à repousser les études de terrains en deuxième et troisième année, plusieurs analyses dépendant directement de ces données liées à la distribution de l'espèce. De fait, notre étude initialement prévue sur deux ans s'est en réalité étendue sur trois années.

Semestre	1	2	3	4	5	6
Biologie –écologie						
Génétique et cytométrie de flux	X	X	X	X		
Biologie de la reproduction	X	X	X			
Ecologie (phytosociologie, pédo...)	X	X	X	X	X	
Analyses et comparaisons				X	X	
Géographie et urbanisme						
Cartographie des populations sous SIG	X	X	X	X		
Intégration aménagement urbain sous SIG	X	X	X	X		
Analyses et comparaisons			X	X	X	X
Sociologie						
Pré-enquête en sociologie et recherche de documents	X					
Analyse des documents et élaboration de la grille d'entretien		X				
Enquête qualitative			X			
Approche historique						
Recherches de documents historiques	X	X				
Analyse des documents historiques		X	X	X	X	X
Lectures pluridisciplinaires	X	X	X	X		
Synthèse			X	X	X	X

En noir les actions initialement prévues et réalisées en temps voulu. En rouge les actions initialement prévues et qui ont dû être retardées aux semestres suivants en bleu.

Ainsi, en **Biologie-écologie**, la partie concernant l'écologie de l'espèce à Fréjus, qui dépendait des connaissances relatives à sa distribution et donc aux données SIG a dû être reportée aux semestres 3, 4 et 5. La partie **Géographie et urbanisme** a aussi été, de fait, décalée dans son intégralité à cause de la récupération très tardive des données SIG. La **Sociologie** a été menée en temps voulu. L'**Approche historique** s'est révélée beaucoup plus importante et difficile à réaliser que prévu du fait de l'imbroglio taxonomique faussant pour partie les traductions des textes anciens et du manque de restes archéologiques. De plus nos recherches nous ont amenés sur une échelle de temps et d'espace beaucoup plus importante que la période romaine envisagée initialement. Les **Lectures pluridisciplinaires** se sont faites au fur et à mesure de nos recherches par des rencontres et des échanges réguliers entre les 3 grands axes du programme. **La Synthèse** a dû être décalée au second semestre de la troisième année.

Déviations par rapport au projet initial et raisons de ces déviations, prolongements éventuels

L'espèce étudiée se trouvant au centre d'enjeux majeurs de développement urbain et de conservation de la biodiversité, notre étude visait à acquérir les connaissances nécessaires pour élaborer un plan rationnel de gestion concerté en impliquant les différents acteurs locaux. Par une étude pluridisciplinaire, nous avons cherché à établir :

- (1) la variabilité génétique intra- et inter-populationnelle du groupe taxonomique étudié;
- (2) les caractéristiques biosystématiques des différents taxons constitutifs du groupe;
- (3) des critères d'identification simples et fiables;
- (4) les préférences écologiques de l'espèce présente à Fréjus (phytosociologie, sols...);
- (5) les causes de son apparente stérilité;
- (6) la cartographie de l'espèce à différentes échelles de temps et le parallélisme avec le développement urbain ;
- (7) la réelle perception de cet endémique par les divers acteurs locaux, afin d'améliorer son image et son intégration dans le paysage et l'aménagement urbain;
- (8) l'existence, dans le passé et le présent, des savoirs, savoir-faire et des pratiques propres à la Canne de Pline.

Nous n'avons pas dévié des objectifs initiaux. Seules les conséquences en matière de conservation liées à l'étude de la variabilité génétique intra- et inter-populationnelle de la canne de Fréjus (définition de stations à conserver en priorité) n'ont pas pu être définies du fait de la clonalité de l'espèce. Cela nous a amené à élargir nos investigations sur les différentes espèces constitutives du genre *Arundo*. La comparaison de la diversité génétique inter et intra-spécifique au sein du genre *Arundo* nous a alors permis de comparer les taxons et de mettre en relation diversité génétique et modes de propagation (reproduction sexuée-multiplication végétative) avec leurs utilisations par l'Homme.

Toutefois de nombreuses actions connexes se sont greffées sur notre programme et sont à l'origine **de plusieurs « prolongements »** appliqués dans la biologie de la conservation. Nous nous sommes fortement impliqués dans la conservation de l'espèce en participant activement aux différentes actions de transplantations et de restauration entreprises par la CAFSR (Vila, 2013 ; Vila *et al.*, 2013 a et b). Ainsi, nous avons participé à une première action de transplantation (en 2010) puis co-dirigé une action de restauration (2013) et une seconde action de transplantation (2013). Par ailleurs, l'étude sociologique a souligné l'importance des actions de communication sur l'espèce auprès de la population et des acteurs publics et privés (Barthelemy *et al.*, 2012). Nous poursuivons

donc notre implication grâce à un nouveau financement de la DREAL PACA (2013-2014) dans lequel nous avons proposé de concilier les logiques urbaine et environnementale par des actions d'informations et de formation des différents acteurs. Un premier ensemble d'actions doit s'adresser aux services techniques et aux chefs de chantier (publics, privés et l'association Clarisse). Un second ensemble d'actions visera à sensibiliser la population (Vila, 2013). Enfin, à la lumière de toutes les données scientifiques recueillies, nous nous impliquons pleinement dans l'élaboration du plan de conservation en cours avec la DREAL PACA et la CAFSR.

D'autres développements se traduisent par **des élargissements en matière de recherche** fondamentale notamment en archéologie et en systématique.

En archéologie, nos recherches sur les *Arundo* nous ont conduit à nous pencher sur les utilisations passées des cannes en général, au travers de très nombreux documents grecs, romains et même mésopotamiens. Même s'il s'agit d'un matériel très résistant, il devient périssable après un ou deux millénaires. Les recherches à partir de restes archéologiques s'avèrent presque impossibles, cependant nous avons pu confirmer certains textes anciens, en déterminant par exemple la présence d'*Arundo* ssp. dans les restes de calfatage sur une épave romaine du 1^{ier} siècle. Par ailleurs, nos observations sur des coupes anatomiques des différents taxons de *Phragmites* et *Arundo* montrent clairement que les différents charbons trouvés dans les thermes d'Égypte et les fermes gallo-romaines du Languedoc appartiennent à des *Arundo* utilisés comme combustibles et non à des *Phragmites*, alors que les auteurs de ces fouilles les nomment *Arundo/Phragmites*. Il ressort de ces investigations que les différentes espèces d'*Arundo* constituent tant en Méditerranée qu'au Proche et Moyen-Orient des « marqueurs de civilisations ». Nous finalisons la synthèse de l'ensemble de ces données dans un rapport (Verlaque *et al.*, 2013) qui constituera la base article.

Du point de vue de la recherche fondamentale sur les différents taxons du complexe *A. plinii* s.l. présents en méditerranée, nous avons élargi nos recherches sur les origines des différents taxons notamment par les investigations en phylogéographie. Ceci nous a permis d'expliquer la formation et la présence naturelle d'*A. donaciformis* à Fréjus et par là même de trancher : les romains ne l'ont pas transplantée à Fréjus mais pourrait s'y être installée pour sa présence. Par ailleurs, nos recherches en biosystématique sur l'origine des espèces nous ont conduits vers les *Arundo* d'Asie et de nouvelles opportunités de recherche s'offrent à nous. Nous avons ainsi emprunté plusieurs dizaines d'échantillons d'herbier d'Asie et nous poursuivons nos recherches en systématique et sur l'origine d'*A. donax* et d'*A. formosana* par des analyses de morphologie et de génétique.

Communications et publications issues du projet, actions de valorisation.

Synthèse

	Articles publiés	A. soumis, en révision ou en prep.	Comm.	Rapports
2010				1
2011	1		5	1
2012	2		7	4
2013	2	3	6	8
TOTAL	5	3	18	14

- + Description d'une nouvelle espèce pour la flore Française
- + Organisation d'un séminaire avec 8 communications
- + Constitution d'un SIG « Canne de Fréjus »
- + Chapitre de livre PIRVE

Articles publiés

- Hardion L., Verlaque R., Fridlender A., Vila B. 2011 - in Marhold K. (ed.), IAPT/IOPB chromosome numbers 11. *Taxon* 60(4): 1221, E6-E8.
- Hardion L., Verlaque R., Callmander M.W., Vila B. 2012. *Arundo micrantha* Lam. (Poaceae), the correct name for *A. mauritanica* Desf. and *A. mediterranea* Danin. *Candollea* 67: 131-135.
- Hardion L., Verlaque R., Baumel A., Juin MA., Vila B. 2012. Revised systematic of Mediterranean Arundo (Poaceae) based on AFLP fingerprints and morphology. *Taxon* 61(6): 1217-1226.
- Hardion L., Verlaque R., Fridlender A., Zehzad B. and Vila B. 2013 - in Marhold, K. (ed.), IAPT/IOPB chromosome numbers 15. *Taxon* 60(4): 1075, E9-11.
- Lefebvre J., Lizet, Barthélémy C., sous presse. La canne de Pline et le concert des disciplines, Ethnographies.org. Numéro Spécial : "« Biodiversité(S). Conservation et pluridisciplinarité : quelle place pour l'ethnologie ? »

Articles soumis - en révision, à soumettre, en préparation

- Hardion L., Verlaque R., Baumel A. and Vila B. Distinct patterns of persistence between peninsulas for the lowland *Arundo plinii* and Quaternary speciation of *A. donaciformis* (Poaceae). **En révision** dans J. of biogeography
- Hardion L., Barthélémy C., Consales JN., Verlaque R. and Vila B. Which future for an endemic weed on the French Riviera: Conservation of *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* (Poaceae) in urban environment. **A soumettre.**
- Impact of polyploidy on the balance between clonality and fertility in the genus *Arundo*. Laurent Hardion, Régine Verlaque and Bruno Vila. In collaboration with Marcela Rosato and Josep A. Rosselló. **En préparation**

Communications orales

- Hardion L., Verlaque R. et Vila B. La canne de Pline, *Arundo plinii* Turra, un complexe méditerranéen. Séminaire scientifique du Réseau de Systématique, Outil de caractérisation

moléculaire et phénotypique d'organismes d'intérêts (R-Syst), INRA Avignon-Montfavet, 7-8 novembre 2011.

- Vila B., Barthelemy C., Consales JN., Hardion L., Renoux G et Verlaque R. Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii*. Journée de Restitution de la Fédération de Recherche ECCOREV, Europôle de l'Arbois, Aix-en-Provence, 14 octobre 2011.
- Hardion L., Verlaque R., Baumel A. et Vila B. 2011. Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii*. Turra (Poaceae) Congrès de l'école doctorale 251, Sciences de l'Environnement, Aix-en-Provence, 14 avril 2011.
- Vila B., Barthelemy C., Consales JN., Hardion L., Renoux G et Verlaque R. Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii*. Programme Interdisciplinaire de Recherche Ville Environnement. Ecole Centrale de Nantes, 5 et 6 mai 2011.
- Hardion L., Verlaque R. et Vila B. 2011. *Arundo plinii* Turra, a reed which bends but does not break. Mediterranean Conservation Science Conferences, Tour du Valat, 8-10 décembre 2011.
- Vila B., Barthelemy C., Consales J-N., Hardion L., Renoux G et Verlaque R. Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii*. Programme Interdisciplinaire de Recherche Ville Environnement. Paris, le 12 mars 2012.
- Hardion L., Verlaque R. et Vila B. 2012. Espèce méditerranéenne menacée et aménagement urbain: *Arundo plinii* Turra, un roseau qui plie mais ne rompt pas. 4ème réveil du Dodo, journées des Sciences de la conservation, Dijon, 2-4 avril 2012.
- Barthélémy C., Lizet B. 2012. Les débordements urbains d'une espèce végétale protégée : la canne de pline à Fréjus (France), 13th congrès de la Société Internationale d'Ethnobiologie, « Diversité culturelle et diversité biologique pour le développement durable : explorer le passé pour construire le futur », 20-25 mai 2012, Montpellier.
- Hardion L., Verlaque R., Baumel A. et Vila B. 2012. Systématique, phylogéographie et évolution dans le genre *Arundo* (Poaceae). 34ème réunion du Petit Pois Déridé, groupe d'étude de biologie et de génétique des populations, Avignon, 28-21 août 2012.
- Vila B., Barthelemy C., Consales JN., Hardion L., Renoux G et Verlaque R. Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii*. Programme Interdisciplinaire de Recherche Ville Environnement. Paris, le 14 décembre 2012.
- Hardion L., Verlaque R. et Vila B. Nouvelles espèces, nouvelles distributions: l'apport des herbiers dans la systématique du genre *Arundo*. Colloque Herbiers publics et privés, Dignes-les-Bains, 28 septembre 2012.
- Hardion L. Systematics, phylogeography and evolution of the genus *Arundo* L. (Poaceae). Conférence au "Jardi botanic de la Universitat de Valencia », Valencia, November 2012.
- Vila B. «Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii* Turra à Fréjus » Introduction au séminaire « *Arundo plinii*, une espèce végétale à la croisée d'enjeux d'aménagement urbain, de conservation de la biodiversité et de patrimoine culturel », Marseille, le 10 janvier 2013.
- Hardion L. « Systématique des *Arundo* méditerranéens : découverte d'une nouvelle espèce ». Séminaire « *Arundo plinii*, une espèce végétale à la croisée d'enjeux d'aménagement urbain, de conservation de la biodiversité et de patrimoine culturel », Marseille, le 10 janvier 2013.
- Verlaque R. et G. Renoux. « Les cannes en Méditerranée, marqueurs de civilisations ». Séminaire « *Arundo plinii*, une espèce végétale à la croisée d'enjeux d'aménagement urbain, de conservation de la biodiversité et de patrimoine culturel », Marseille, le 10 janvier 2013.
- Consales J-N. et Goiffon M., « Un présent urbanisé ». Séminaire « *Arundo plinii*, une espèce végétale à la croisée d'enjeux d'aménagement urbain, de conservation de la biodiversité et de patrimoine culturel », Marseille, le 10 janvier 2013.

Barthélémy C., Lizée C. et Geneys C. « L'urbanisation et la protection de la nature : un horizon indépassable ? ». Séminaire « *Arundo plinii*, une espèce végétale à la croisée d'enjeux d'aménagement urbain, de conservation de la biodiversité et de patrimoine culturel », Marseille, le 10 janvier 2013.

Lefèvre J. « La canne de Pline : une richesse locale qui reste largement méconnue ». Séminaire « *Arundo plinii*, une espèce végétale à la croisée d'enjeux d'aménagement urbain, de conservation de la biodiversité et de patrimoine culturel », Marseille, le 10 janvier 2013.

Rapports

Hardion L. 2010. Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii* à Fréjus, Mémoire de master 2 Recherche - Sciences de l'Environnement Terrestre - Université Paul Cézanne. 44 pages.

Renoux G., 2011. Traductions de textes antiques concernant l'exploitation et l'utilisation du roseau. Rapport interne de recherche au programme PIRVE, 10 pages.

Renoux G., 2012. Traduction de Pline l'ancien : Histoire naturelle, livre seize. Rapport interne de recherche au programme PIRVE, 3 pages.

Druez F. et Lhoyer K., 2012. Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas de la canne de Fréjus, *Arundo donaciformis* (Lois.) Hardion *et al.* Master 1, Sciences de l'Environnement Terrestre - Université d'Aix-Marseille. 21 pages.

Barthelemy C., Lizée C., Geneys C. 2012. La Canne de Pline à Fréjus, révélatrice des "lieux d'apprentissage" de la relation entre la nature et la ville. Rapport interne de recherche au programme PIRVE, C2PSY, LPED, 34 pages.

Lefebvre J. 2012. Les roseaux et la canne de Pline, de l'indésirable à l'exceptionnelle : un terrain ethnobotanique à Fréjus. Mémoire de Master 2 Recherche, Master Environnement Développement Territoire et Sociétés, Muséum National d'Histoire Naturelle, 102pages.

Consales JN., Goiffon M., 2013. Organisation spatiale, morphologie urbaine, projets et canne de Pline à Fréjus. Rapport interne de recherche au programme PIRVE, 4 pages.

Renoux G., 2013. Occurrences du terme « roseau » chez Hérodote. Note interne de recherche du programme PIRVE, 1 page.

Verlaque R., Renoux G. Hardion L., et Vila B., 2013. Les cannes, marqueurs de civilisations. Rapport interne de recherche au programme PIRVE.

Hardion., 2013. Evolution et systématique du genre *Arundo* L. (Poaceae), et conservation d'une endémique ligurienne : interactions Homme/Biodiversité en Méditerranée. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille 264 pages.

Rapports et dossiers pour la DREAL

Vila B., 2013. Suivi scientifique des opérations de conservation de la canne de Pline : transplantation expérimentale au Castellans et conservation *in situ* à la Gabelle. Rapport interne de recherche, 20 pages.

Vila B., Verlaque R. et Hardion L., 2013a. Recommandations pour la transplantation - Définition d'un nouveau protocole de transplantation sur la base de celle réalisée en 2009 entre la Gabelle et le Castellans. Rapport interne de recherche, 5 pages.

Vila B., Verlaque R. et Hardion L., 2013b. Etude phyto-écologique du bassin écreteur du Peyron à la réception de transplantations d'*Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* en provenance du petit défend (EPSILON II, zone d'activité de St-Raphael). Rapport interne de recherche, 27 pages.

Vila B., 2012. Dossier de financement DREAL PACA pour une « Etude complémentaire sur *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* – Propositions ». 10 pages.

Autres valorisations

Découverte et description d'une nouvelle espèce pour la flore Française

Nos analyses cytogénétique, génétiques et morphologiques découpent le complexe *A. plinii s.l.* en trois taxons distincts. Celui de Fréjus s'avère être une nouvelle espèce pour la science et a été décrit dans Hardion *et al.* (2012) sous le nom d'*Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* Il s'agit d'une espèce endémique Franco-ligure, rare et menacée dont la majorité des effectifs sont localisés à Fréjus.

Organisation d'un séminaire



Séminaire Jeudi 10 janvier 2013 - 9hs30-17hs

Salle de réunion LPED - Site Saint-Charles - Marseille

« ARUNDO PLINII », UNE ESPECE VEGETALE A LA CROISEE D'ENJEUX D'AMENAGEMENT URBAIN, DE CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE ET DE PATRIMOINE CULTUREL

9hs30 - 10hs : Accueil

10hs - 10hs30 : Bruno Vila, MCF Ecologie, IMBE, Responsable scientifique du programme «Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii* Turra à Fréjus » (Programme Interdisciplinaire de Recherche Ville Environnement 2010/2012)

10hs30 - 11hs : Laurent Hardion, Doctorant en Ecologie, IMBE, « *Systématique des Arundo méditerranéens : découverte d'une nouvelle espèce* »

11hs - 11hs30 : Régine Verlaque et G. Renoux, « *Les cannes en Méditerranée, marqueurs de civilisations* »

11hs30 - 12hs : Jean-Noël Consales, MCF Géographie, TELEMME, Marie Goiffon, ACTIGEO, « *Un présent urbanisé* »

12hs-14hs Pause-déjeuner libre

14hs-14hs30 - Samuel Pauvert, DREAL PACA, « *Le cadre juridique des espèces végétales protégées et les contraintes en matière de préservation en milieu urbain* »

14hs30-15hs : Carole Barthélémy, MCF Sociologie, LPED, Cécile Lizée, Cyril Geneys, C2PSY, « *L'urbanisation et la protection de la nature : un horizon indépassable ?* »

15hs-15hs30 : Jim Lefèvre, Etudiant en Ethnobotanique, MHNH Paris, « *La canne de Pline : une richesse locale qui reste largement méconnue* »

15hs-30 - 16hs : Pause café

16hs - 16hs30 : Bernadette Lizet, D.R. CHRS, MHNH Paris, Ethnobotaniste, « *La nature dans la ville pour quelles patrimonialisations ?* »

16hs30-17hs : Conclusion et débats

Système d'Information Géographique « Canne de Fréjus »

Goiffon M., Hardion L., Lhoyer K., Druetz F. et Vila B. Distribution de la canne de Fréjus (d'*Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.*) et caractéristiques et état des stations. SIG « *Canne de Fréjus* » réalisé par M. Goiffon à partir du SIG « *Canne de Pline* » fournit par F. Walicki, E. Schmaltz and J.M. Prieur (CAFSR) et grâce aux données fournies par Hardion L., Lhoyer K., Druetz F. et Vila B. Ce SIG constitue une source de données élémentaires pour travailler à l'élaboration du plan de conservation de la canne de Fréjus.

Chapitre livre PIRVE

B. Vila, C. Barthélémy, JN. Consales, L. Hardion, J. Lefèvre, B. Lizet, G. Renoux, R. Verlaque. En collaboration avec M. Goiffon, C. Lizée et C. Geneys - Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii* Turra à Fréjus.

3. Résumé - abstract

Résumé

Espèce méditerranéenne menacée et aménagements urbains : le cas d'*Arundo plinii* Turra à Fréjus

B. Vila, C. Barthélémy, JN. Consales, L. Hardion, J. Lefèvre, G. Renoux, R. Verlaque
En collaboration avec M. Goiffon, C. Lizée, B. Lizet et C. Geneys

En croisant plusieurs disciplines, ce programme a pour objectif de comprendre comment sauvegarder une espèce menacée dans un contexte urbain, et par là même préserver la biodiversité urbaine sans compromettre les aménagements d'une ville touristique. Pour cela, il étudie les liens étroits d'une plante endémique rare, la canne de Pline avec les logiques urbaines passées et présentes.

De l'histoire, on retient que Fréjus fut voulue par Jules César pour supplanter *Massalia* (i.e. Marseille). Ce sera un des rares sites en Narbonnaise où l'on trouve la Canne de Pline, si abondante en Italie, et constituant une ressource indispensable pour l'armée romaine (fabrication des flèches). On peut alors se demander si la canne a été amenée et cultivée à Fréjus par les romains ou bien si la canne était présente à Fréjus et les romains s'y seraient installés en partie pour sa présence ! Différents arguments plaident en faveur de l'une et de l'autre de ces deux hypothèses. Aujourd'hui, il en résulte que nous héritons d'une plante et de son lien étroit avec ses usages passés qui se traduit par une très forte imbrication de la canne avec les infrastructures urbaines de la ville.

A Fréjus, la canne est localisée en centre urbain et péri-urbain et la spatialisation met en évidence que sa distribution est très fragmentée le long de diverses structures et les effectifs majoritairement répartis le long du Pédégal et du Valescure. Différentes analyses montrent une forte régression (de 22,2 à 12,2 ha) de la canne entre 1990 et 2010 et qu'elle se trouve aujourd'hui fortement corrélée au contexte pavillonnaire développés sur d'anciennes surfaces agricoles.

Cette érosion très importante de la surface qu'elle occupait et les travaux récents sur son statut taxonomique ont soulevé des questions sur l'espèce présente à Fréjus ce qui a introduit de nouveaux enjeux de conservation. A l'aide de plusieurs analyses, nous avons mis en évidence l'originalité des stations Franco-Ligures ce qui nous a conduit à décrire une nouvelle espèce : *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* Cette découverte qui montre l'existence d'une structuration biogéographique à l'échelle du bassin méditerranéen confère à Fréjus une très grande responsabilité en matière de conservation. Elle nous permet également d'affirmer que les romains n'ont pas introduit la canne à Fréjus mais auraient pu délibérément choisir le site où elle était présente pour s'implanter.

Deux enquêtes, l'une en sociologie et l'autre en ethnobotanique ont permis de comprendre les liens existants entre les habitants et la canne de Pline. La première centrée sur les acteurs directement concernés par la gestion de la canne a montré une ambivalence dans la représentation de l'espèce. Elle est à la fois perçue comme vulnérable mais également comme résistante. Ce statut hybride explique, en partie, les résistances qui semblent freiner un changement de pratiques quant à la conservation de l'espèce. La seconde enquête, en ethnobotanique a mis en évidence le peu de connaissance de la canne de Pline dans une ville déjà peu encline à valoriser son patrimoine végétal.

Le croisement des disciplines engagées concernant la canne de Pline aboutit à un résultat majeur pour comprendre les interactions entre la ville et son environnement. Celles-ci doivent s'inscrire dans un temps long. Suivre la canne de Pline dans le temps et dans l'espace aboutit à révéler un patrimoine végétal qui semble avoir résisté et qui se rappelle, malgré l'urbanisation, à la ville et ses habitants.

Abstract

Mediterranean endangered species and urban development: the case of *Arundo plinii* Turra in Fréjus

B. Vila, C. Barthélémy, JN. Consales, L. Hardion, J. Lefèvre, G. Renoux, R. Verlaque

With the collaboration of M. Goiffon, C. Lizée, B. Lizet and C. Geneys

Our multidisciplinary program aims to optimize the conservation of an endangered species in an urban context, and thereby to preserve urban biodiversity without compromising the planning of a touristic town as Fréjus. In this goal, we studied the close relationships of a rare endemic species, the Pliny Cane (*A. plinii* Turra *s.l.*), with past and present urban planning.

Historically, Fréjus was desired by Jules Caesar in order to supplant *Massalia* (Marseille). If Pliny Cane is widespread in Italy, Fréjus was one of the few sites in the Narbonnaise (South-Eastern France) where the Pliny cane occurred, constituting an indispensable resource for the Roman army to make arrows. Consequently, we can examine the native status of the Pliny Cane, which could influence the installation of Romans in Fréjus, as well as the hypothesis of its transplantation and cultivation by the Romans. Different arguments exist in favor of one or the other of these two assumptions. Today, it follows that we inherit a plant and its close link with its past practice which results in a very strong overlap with urban networks.

In Fréjus, the Pliny Cane is located in urban and peri-urban zones. Spatial analyses show that its distribution is highly fragmented along various structures, and mainly distributed along the Pédégal and Valescure rivers. Moreover, analyses show a sharp decline (from 22.2 to 12.2 ha) of the Pliny Cane between 1990 and 2010. These zones are now highly correlated with residential environment developed on former agricultural land.

The severe decrease species distribution and the recent work on its taxonomic status have raised questions about the species present in Fréjus, introducing new conservation issues. Using several taxonomic markers, we highlighted the originality of the Franco-Ligurian stations in describing a new species : *Arundo donaciformis* (Loisel.) Hardion *et al.* This discovery shows the existence of a biogeographical structure across the Mediterranean that gives Fréjus a great responsibility for the future conservation of the species. It also allows us to affirm that the Romans did not introduce the Pliny Cane in Fréjus but could have deliberately chosen the site where she was present to take hold.

Two surveys, one in sociology and the other in ethnobotany had to understand the links between people and the Pliny cane. The first focusing on people directly involved in the management of the Pliny cane showed the ambivalence human perceptions of the species. The latter is both perceived as vulnerable, but also as resistant. This hybrid perception partly explains the resistances that slow down changes of practices for its conservation. The second investigation in ethnobotany highlighted the rare knowledge associated to the Pliny cane in a city already reluctant to develop its plant heritage.

The crossing of disciplines engaged on the Pliny Cane leads to a major result for understanding the interactions between the town and its surroundings. They must enroll in a long time. Following the Pliny cane in time and the space leads to reveal a plant heritage that seems to have survived and remember to the city and its inhabitants despite the urbanization.