

**SOUTIEN A L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DESS
COMMUNAUTES RURALES VIVANT DANS LES ZONES MONTAGNEUSES
DE DJIBOUTI**

PROJET ADAYLOU

Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Environnement

Direction de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

UNDP, Programme de Développement des Nations Unies

Rapport actualisé au 25 mars 2017



Mars 2017

Jean Perrin, Consultant

RESUME ET CONCLUSIONS

La sécheresse qui sévit actuellement en Somalie, à l'est de l'Ethiopie et au Soudan sud, doit rappeler à tous l'importance et l'urgence de mobiliser les ressources en eau.

La crue de juillet 2016 à Adaylou a rappelé la vulnérabilité des ouvrages hydrauliques face à des événements exceptionnels ; elle a démontré aussi –si besoin était- l'intérêt de ces ouvrages pour la ressource en eau. Ils ont permis une recharge importante des nappes phréatiques, probablement aussi des nappes profondes, qui se manifeste encore, sept mois après, par des ressources en eau plus importantes.

On peut actuellement avec plus d'exactitude dimensionner les ouvrages, compte tenu des premières données hydro-climatologiques recueillies et de la crue exceptionnelle enregistrée, compte tenu aussi des levés topographiques maintenant disponibles par site et pour l'ensemble des sous-bassins d'Adaylou.

On insistera sur le fait que les ouvrages hydrauliques sont indissociables de la récupération de terres cultivables en bordure des oueds, des aménagements de pente, seuls capables de diminuer le ruissellement (travaux DRS, lentilles, banquettes...) et d'assurer la pérennité de ces ouvrages.

Le présent rapport a pour but de proposer un renforcement des ouvrages face à des événements qui vont peut' être devenir plus fréquents.

Les ouvrages ont été recalculés en fonction de la crue de 2016 et doivent être renforcés. Certains (P3 et P5) ont été simplifiés et modifiés, d'autres (P11, P12, P13) ont été ajoutés. L'ouvrage P4 doit être construit d'urgence puisqu'il joue un rôle dans les écoulements de l'oued principal et la protection de P5 situé en aval. Il s'agit d'un important travail qui représente un nombre considérable de journées de travail.

Compte tenu des retards pris dans la construction de l'atelier « gabions » et de la pépinière de Daffeniadou, il faut procéder à l'achat de cages de

gabions et de semelles pour les travaux futurs, ainsi que d'autres matériaux et matériel dont la liste est donnée dans ce rapport.

Certains travaux doivent être faits rapidement : c'est pourquoi une liste d'urgence a été établie en fonction des matériaux actuellement disponibles à Adaylou (cages de gabions et semelles) pour procéder sans tarder à des réparations si une autre crue survient. La collecte des pierres doit commencer sans tarder.

L'urgence des travaux à réaliser sur les seuils en amont d'Adaylou ne doit pas faire oublier la nécessité d'aménager les autres sites prévus (jardins d'Aden et Houmed), les bordures d'oueds pour augmenter les surfaces cultivées, où le creusement de puits est possible et aussi l'aménagement des bassins versants pour retarder le ruissellement, faciliter le stockage d'eau pour les plantes, puis l'infiltration. Le projet P10 fait partie de ce programme.

Ce travail, de longue haleine, passe d'abord par une sensibilisation de la population, avec gestion du cheptel, contrôle des zones de pâturage du bétail, nécessité de grillages ou gardiennage des zones reboisées. Des enquêtes et dialogues intra-communautaires devraient être lancés (dans le cadre d'un autre programme ?) afin de faciliter la réalisation de ces programmes d'aménagement, garantir la pérennisation des ouvrages et de leurs résultats.

Il faut rappeler enfin que les travaux d'aménagement des bassins versants –banquettes, lentilles, diguettes, travaux de DRS, reboisements- qui seuls permettent de réguler les crues en retenant les eaux de ruissellement et en facilitant l'infiltration, permettent à long terme de garantir la ressource en eau. Ce projet sur trois ans -2015 à 2018- devra être poursuivi et étendu à la région pour avoir un impact significatif; il constitue une démonstration de ce qui doit être fait pour améliorer la ressource en eau et lutter contre la désertification.

TABLE DES MATIERES

1. Buts de la mission et calendrier	p5
2. Principes d'aménagement	10
3. Travaux à prévoir sur les aménagements existants	15
P2 Guemellou	15
P3 Abalhoita	17
P5 Adaylou-ville	21
P6 Ablehaf	26
4. Les projets nouveaux	28
P4 Jardins d'Ismael	28
P11, P12, P13	32
5. Récapitulation	34
6. Mesures d'urgence	36

ANNEXES

Annexe 1 : dimensionnement des ouvrages ; note de calcul	37
Annexe 2 : atelier gabions	45
Annexe 3 : pépinière	48
Annexe 4 : aménagement des bassins versants	54

1. BUTS DE LA MISSION ET CALENDRIER

La série d'années sèches observée ces dernières années a conduit au déplacement de populations et a fait apparaître le manque criant de ressources en eau. C'est pourquoi différents projets ont été lancés, dont les projets Adaylou (30km au NNW de Tadjoura), destinés à aider les populations des zones montagneuses à reconstituer un couvert végétal dans quelques bassins versants et à accroître la ressource en eau en facilitant l'infiltration des eaux de ruissellement.

Les premiers ouvrages mis en place se sont traduits par une recharge significative de la nappe phréatique qui alimente le grand puits d'Adaylou et quatre autres puits, à la suite des fortes crues de l'été 2016.

Cette recharge permet encore sept mois après un niveau exceptionnellement élevé dans les puits. Malheureusement, ces crues ont entraîné des dégâts importants sur les ouvrages, qui étaient d'autant plus vulnérables que tous n'étaient pas terminés.

En plus de la poursuite du projet, il convient donc maintenant de réparer les dommages faits aux ouvrages déjà construits par la crue exceptionnelle de juillet 2016 et de les renforcer.

1 .1 RAPPEL DES TERMES DE REFERENCE DE LA MISSION

La République de Djibouti a bénéficié d'un financement du Fonds des Pays les Moins Avancés (fenêtre du FEM), géré par le Programme des Nations Unies pour le Développement pour l'exécution du projet. Le Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Environnement à travers la Direction de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement assure la gestion du projet.

Le présent contrat s'inscrit dans le cadre des composantes 2 et 3 du projet portant sur la mobilisation des eaux de surface, la réduction des risques et la diversification des moyens de subsistance, en particulier la construction d'ouvrages hydrauliques de mobilisation des eaux de surface.

Il définit le cadre dans lequel les deux parties concernées s'engagent à exécuter les activités suivantes :

- Diagnostic des ouvrages hydrauliques endommagés à Adaylou ;
- Collecte des différentes données nécessaires pour la réhabilitation des seuils ;
- Concertation et discussion avec les communautés pour une réhabilitation réussie des seuils ;
- Proposition d'un plan de conception pour la réhabilitation.

La présente mission, d'une durée de 16 jours, du 24 février au 12 mars 2017, fait suite aux trois missions déjà effectuées en 2015 et mars-avril 2016.

La zone cible est la région d'Adaylou, où vivent des communautés d'agriculteurs et d'éleveurs dans les zones montagneuses, à plus de 1000 m d'altitude.

La durée de l'ensemble du projet est de 3 ans, de 2015 à 2018, qui devra probablement être étendue étant donnée l'importance des travaux à réaliser.

Dans le cadre de cette composante, il est prévu de réaliser de nombreux ouvrages de mobilisation des eaux de surface.

Les tâches à accomplir sont de :

Guider, assister et former les communautés rurales de Adaylou dans la construction de seuils ;

Guider, assister et former les communautés rurales pour la confection des gabions ;

L'objectif principal de cette mission est l'accroissement des conditions de vie de populations défavorisées à travers l'augmentation de la ressource en eau. Pour cela, une série d'ouvrages hydrauliques est prévue : seuils destinés à ralentir la vitesse de l'eau dans les oueds lors des crues, faciliter l'infiltration de l'eau dans les sols, et par là la recharge des nappes souterraines, phréatiques et aussi parfois profondes.

Enfin, les ouvrages prévus doivent permettre la récupération de terres en canalisant les oueds et créer ainsi des ressources agricoles nouvelles.

La réalisation des ouvrages est confiée à la population elle-même, ce qui permet une injection d'argent dans les régions en créant des emplois temporaires ; quelques emplois permanents devraient être dégagés aussi. Cela permet aussi à la population d'acquérir la maîtrise de ce type d'ouvrages, qui peut ensuite en assurer la maintenance et les réparations.

Les travaux ont démarré à Adaylou en 2015.

1.2 CALENDRIER DE LA MISSION

Vendredi 24 février : départ de Montpellier

Samedi 25 février : arrivée Djibouti ;

Dimanche 26 février : réunion au Ministère de l'Environnement, avec :

Le Secrétaire Général, Mr.Dini Abdallah Omar

Le Directeur Mr.Houssein Rirache Robleh

Le sous-Directeur Mr. Idriss Ismael Nour

Melle Aicha Ahmed Ali, coordinatrice du Projet

Mr.Ahmed Kebir, Point focal régional, Président d'EVA

Mr.Jean Gassani, Consultant hydrologue

Les sujets abordés sont les dommages causés par la crue de juillet 2016, la méthodologie des aménagements, le suite à donner aux travaux, les commandes de matériel à effectuer. Une réunion doit intervenir après la mission de terrain pour préciser tous ces points.

Lundi 27 février : Djibouti-Adaylou, atteint à 16h30 ; entretien avec le Président d'EVA, Ahmed Kebir : programmes de démarrage des projets, les puits, l'atelier gabions, la pépinière, les aménagements en banquettes.

Mardi 28 février : Visite générale de terrain avec MM.Ahmed Kebir, Ismael Houmed Mahamade, Directeur des Travaux, Ahmed Houmed Mohamed du Ministère de l'Environnement.

Mercredi 1er mars : Projet P5 Adaylou ville; étude des réparations et renforcements à effectuer après la crue de juillet 2016.

Jeudi 2 mars ; inspection du projet existant P3 Abhaloita et implantation du futur projet P4 « Jardin d'Ismaïl ».

Vendredi 3 mars : Recherche de sites à l'amont des ouvrages déjà construits, sur les oueds Dara, Syodlé, Raro ; localisation de trois sites sur chacun de ces oueds pour la construction de nouveaux seuils, afin de réduire les vitesses d'écoulement et protéger les ouvrages en aval.

Samedi 4 mars : diagnostic du site P2 de Guemellou; définition d'un ordre de priorité pour les réparations d'urgence à effectuer, dans l'éventualité d'une crue durant l'été prochain.

Dimanche 5 mars : retour sur Djibouti

Lundi 6 mars : réunion au Ministère à 10h

Mardi 7 mars

Mercredi 8 mars : réunion de concertation au PNUD avec :

Jaime de Aguinaga, Représentant Résident Adjoint et
Délégué du PNUD par interim ,

Idriss Hared, ingénieur PNUD, en charge du Projet ;

Le Directeur de l'Environnement, Mr.Houssein Rirache

Robleh

Le sous-Directeur Mr. Idriss Ismael Nour

Melle Aicha Ahmed Ali, coordinatrice du Projet

Mr.Jean Gassani, Consultant hydrologue

Jeudi 9 mars : réunions au Ministère, rédaction du rapport

Vendredi 10 mars : rédaction du rapport

Samedi 11 mars : rédaction du rapport et retour sur Paris à 23h30

2. PRINCIPES D'AMENAGEMENT

2.1 LA CRUE DE JUILLET 2016

Il s'agit d'une crue exceptionnelle :

-des gros arbres (de plusieurs dizaines d'années) ont été arrachés par les eaux ;

-des pans entiers de berges ont été emportés, comme au jardin d'Ismael en amont d'Adaylou;

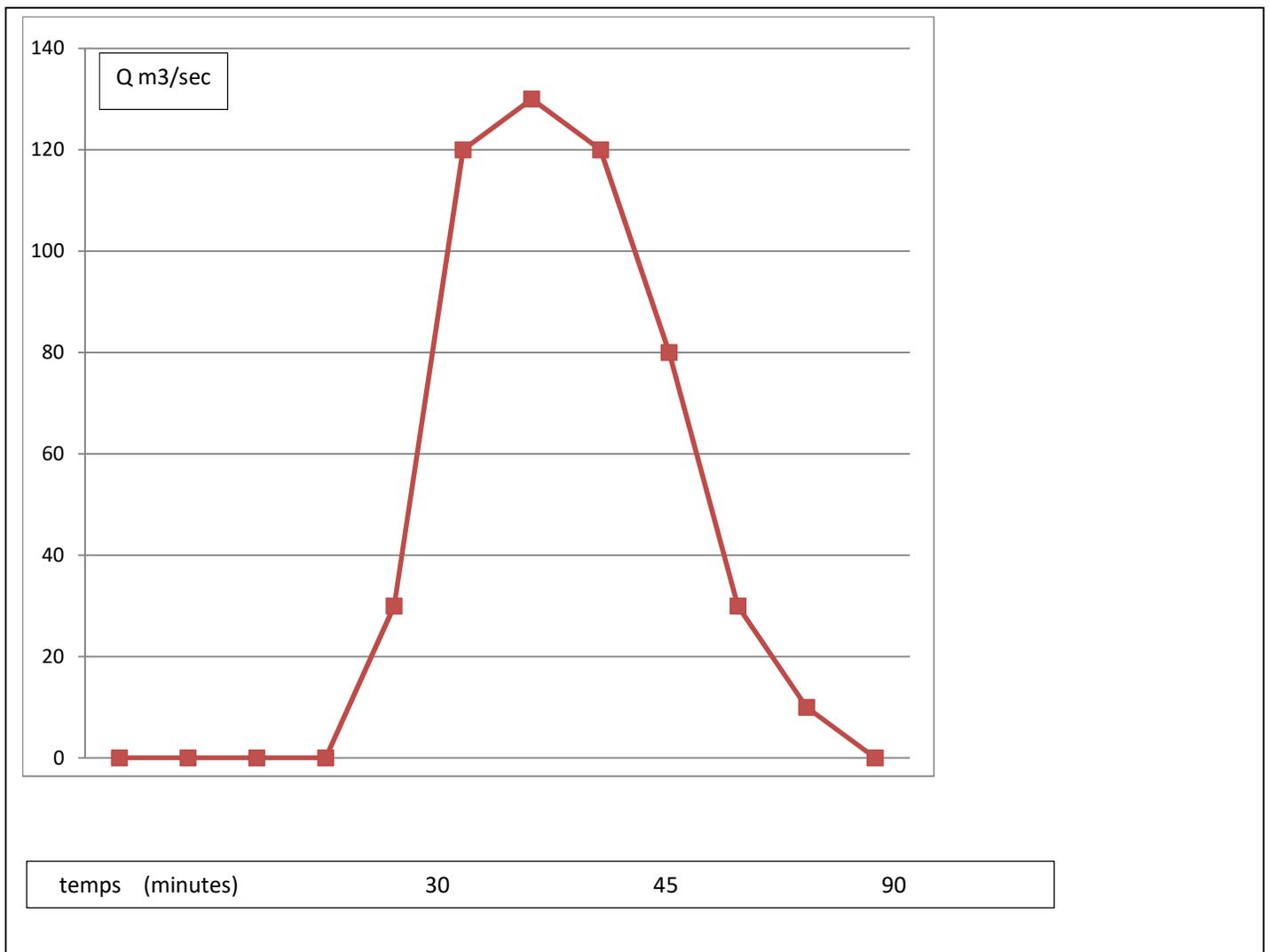
-la route de Tadjoura - Randa- Ethiopie a subi des dégâts considérables.

Les ouvrages du projet déjà construits n'ont pas été épargnés :

- Les deux sous-projets en pierres sèches P2 et P6 n'ont pas résisté ;
- Deux seuils sur douze ont été entièrement emportés ;
- Des dommages ou des contournements ont été constatés sur d'autres seuils.

Des personnes âgées (de l'ordre de 70 ans) interrogées, vivant dans la région, se souviennent de deux événements de même intensité dans leur vie, en 1997 et 2016.

Il n'existait pas dans la région de données pluviométriques ou hydrologiques. Depuis moins de deux ans, des stations pluviographiques destinées à mesurer les intensités d'averses ont été mises en place. Il est trop tôt pour pouvoir donner une estimation statistique de la crue de juillet 2016. Les observations indiquent un débit à Adaylou-ville de l'ordre de 120 à 140 m³/s. Le temps de concentration sur le bassin versant à Adaylou-ville serait de l'ordre de 30 minutes, la fin de crue survient au bout de 90 minutes, la durée totale de crue de 60 minutes.



2.2 DOMMAGES CAUSES AUX OUVRAGES

- les petits ouvrages en pierres sèches (P2 Guemellou et P6 Ablehaf) ont été emportés ;
- deux seuils sur douze ont été emportés, P3.1 et P5.1 ;
- des tassements ont été localement observés à la suite d'affouillements, surtout au niveau des semelles de protection aval.
- certains ouvrages ont été contournés par érosion des berges.

2.3 CAUSES DES DOMMAGES

Au niveau de la conception des projets, on peut faire les constatations suivantes :

-les cages de gabions soudées ont globalement bien résisté, malgré quelques cassures observées au niveau des soudures ; une corrosion nette est observée sur les cages en contact avec l'eau (et non sur les cages à l'air libre, ou celles encore en dépôt près des sites) ce qui témoignerait d'une galvanisation insuffisante et d'une oxydation au contact de l'eau et des sols.

-les attaches entre les cages de gabions et les semelles étaient souvent insuffisantes (fil de fer trop mince, nombre des ligatures insuffisant), d'où un manque de cohésion entre les cages ;

- l'ancrage des seuils sur les berges rocheuses, en rive droite et en rive gauche, était parfois insuffisant, probablement par manque de moyens d'excavation en terrain dur lors des travaux.

-le point peut être le plus important est l'absence de géotextile sous et autour des gabions, ce qui a entraîné le passage de l'eau et des sédiments entre les pierres des gabions, d'où des tassements parfois importants. Le géotextile n'était pas disponible au moment des travaux.

Il faut souligner enfin que tous les ouvrages n'étaient pas construits (P4 jardin Ismael) ou pas terminés (P3 en rive droite, P5 en rive droite), ce qui a aggravé les effets de la crue puisque chaque ouvrage intervient pour ralentir la vitesse de l'eau et protéger les ouvrages plus en aval. En plus, il faut rappeler que les aménagements de pentes (travaux DRS, diguettes, banquettes, plantations...) n'ont pas encore démarré, alors qu'ils devraient aussi participer à l'aménagement et diminuer les débits de crues.

2.4 NORMES D'AMENAGEMENT

Buts recherchés

Il s'agit de ralentir la vitesse des crues en diminuant la pente longitudinale des oueds, pour en faciliter l'infiltration dans le sol et les nappes phréatiques.

Il est probable, bien qu'aucune donnée n'ait pu être recueillie sur le sujet, que cette infiltration participe aussi à la recharge des nappes profondes, compte tenu du nombre d'accidents tectoniques repérés (voir la carte géologique de la région au 1/100 000 ème), spécialement au niveau des oueds qui suivent souvent ces zones de moindre résistance.



Adaylou

Carte géologique au 1/100 000 ème : on remarque les failles nombreuses, qui permettent les relations entre les nappes superficielles et profondes

Il s'agit aussi d'augmenter les surfaces cultivables ou reboisables en bordure des oueds, en contenant ces oueds dans des limites constantes grâce à des points fixes et des « pièges à sédiments » dans lesquels les sédiments doivent s'accumuler.

Ecoulements superficiels, débits et dimensionnement des seuils

On prendra la crue de juillet 2016 pour redimensionner les ouvrages.

Le débit pris en compte à Adaylou-ville (Projet P5) est de 140 m³/sec. On en déduit un débit spécifique pour la région, et le débit au niveau de chacun des ouvrages.

Barrages souterrains

Il a été suggéré au cours des réunions et discussions concernant les aménagements qu'il serait judicieux d'associer les ouvrages aériens (seuils en gabions) à des ouvrages souterrains (barrages d'infero-flux) afin de ralentir les écoulements à l'intérieur des nappes phréatiques et de stocker un maximum d'eau.

Un tel ouvrage figure dans le projet en amont du Projet P 2.8 (amont d'Adaylou-ville). Il a été suggéré d'envisager un deuxième ouvrage un peu en aval du grand puits d'Adaylou, afin d'améliorer le débit de ce puits qui est le plus important et le plus sollicité de la région, comme de diminuer l'écoulement de l'eau dans la nappe phréatique et sous les ouvrages construits.

Calcul des ouvrages

Le but des ouvrages étant de faciliter l'infiltration au niveau des alluvions des lits majeur et mineur des oueds, il faut donc multiplier les surfaces d'infiltration de l'eau, d'où une série de projets (P2, P3, P4, P5...) et sous-projets (P3.1 à P3.4 par exemple) avec une pente faible, voire nulle entre les ouvrages d'un même projet.

Les débits sur les seuils, les dimensions des bassins de dissipation d'énergie sont calculés à partir des formules hydrauliques classiques et données en ANNEXE 1.

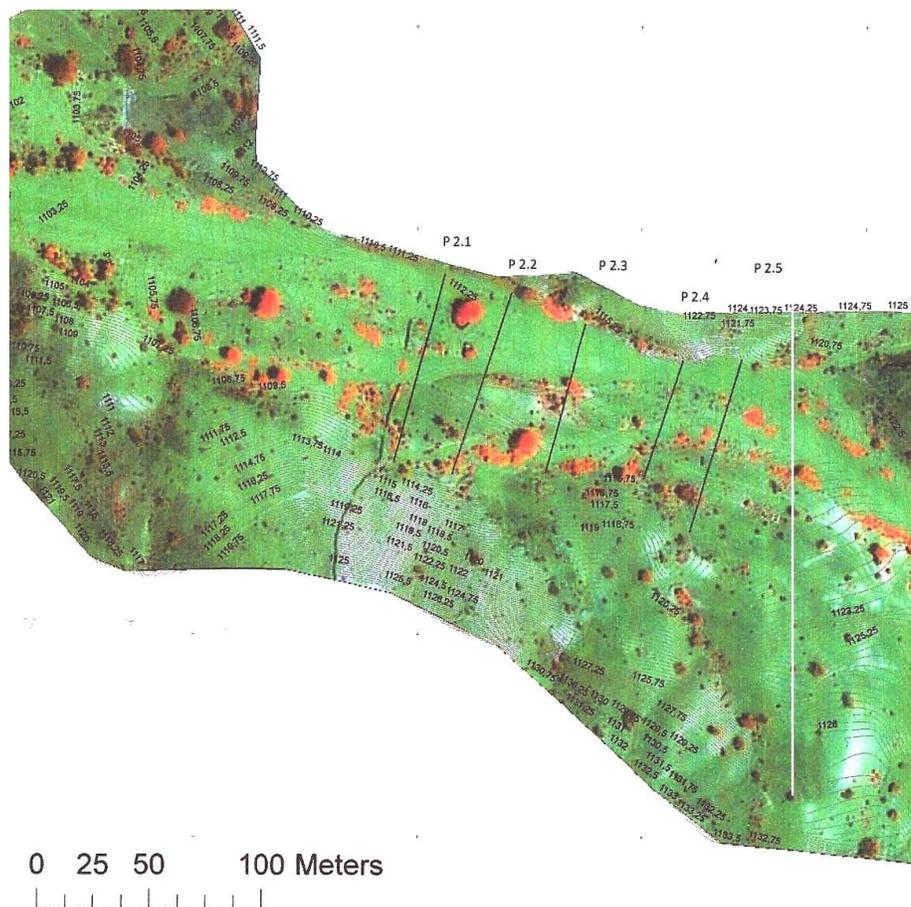
3. TRAVAUX A PREVOIR SUR LES PROJETS EXISTANTS

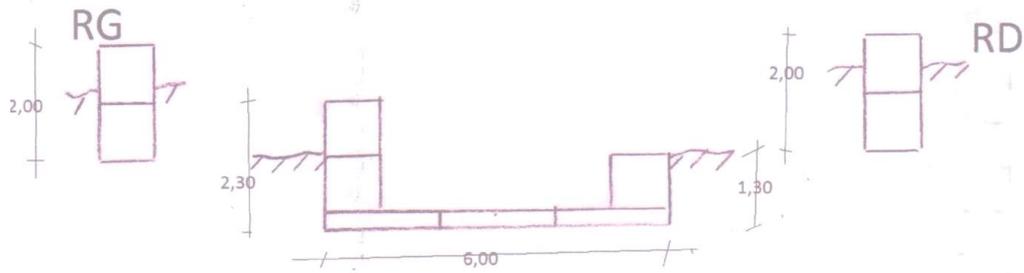
Compte-tenu des données ci-dessus, il s'agit de reprendre pour chaque projet les travaux à réaliser et les quantités correspondantes.

P2 GUEMELLOU

Les huit seuils en pierres sèches ont été emportés, la majorité des pierres ont pu être récupérées.

Il est prévu la reconstruction seulement 5 seuils, P21 à P25 à l'aval, ceux qui présentent un maximum de surface alluviale pour l'infiltration des eaux de crues. Ces seuils seront renforcés selon les schémas ci-dessous :





Projet P2 : coupes transversales, P2.1 à P 2.5

Quantités

mission février-mars 2017 Renforcement des ouvrages GUEMELLOU

Projet:	seuil	ancrage	ancrage	égéotexti	Volume	volume	Volume	exc.	exc.
ss-	principal	rive	rive	ple	total m3	Gabions	Semelles	t.dur	t.tendre
projet		droite	Gauche	surface		m3	m3	m3	m3
P 2 5	XXXX			850	400	249	150		650
		XXXX		9	6	6			3
			XXXX	9	6	6		6	
P 2 4	XXXX			600	288	180	108		400
		XXXX		9	6	6			3
			XXXX	9	6	6		6	
P 2 3	XXXX			600	308	192	116		500
		XXXX		10	6	6			3
			XXXX	10	6	6		6	
P 2 2	XXXX			600	308	192	116		500
		XXXX		20	10	10			10
			XXXX	10	6	6		6	
P 2 1	XXXX			820	444	246	198		640
		XXXX		10	6	6		6	0
			XXXX	20	10	10		0	10
TOTAL				3586	1816	1127	688	30	2719
+10% D.I.				3945	1998	1240	757	33	2991

Comme il reste de l'ordre de 500 m3 disponibles sur les sites, le total de pierres restant à collecter est de l'ordre de 1500 m3.

PROJET 3, ABAHLOITA

Le seuil **P 3.1**, le plus en amont, a été fortement endommagé, l'ancrage rive droite ayant cédé.

Lors de l'excavation, le bed-rock a été rencontré à moins de 0,50 m de profondeur ; l'ancrage était insuffisant, probablement à cause des moyens limités de creusement disponibles.

La nappe phréatique est donc interrompue à ce niveau par un seuil rocheux. Etant donnée la faible incidence d'un ouvrage à ce site, du fait de l'absence de nappe superficielle, il n'est pas apparu judicieux de reconstruire là un ouvrage. Il est donc supprimé.

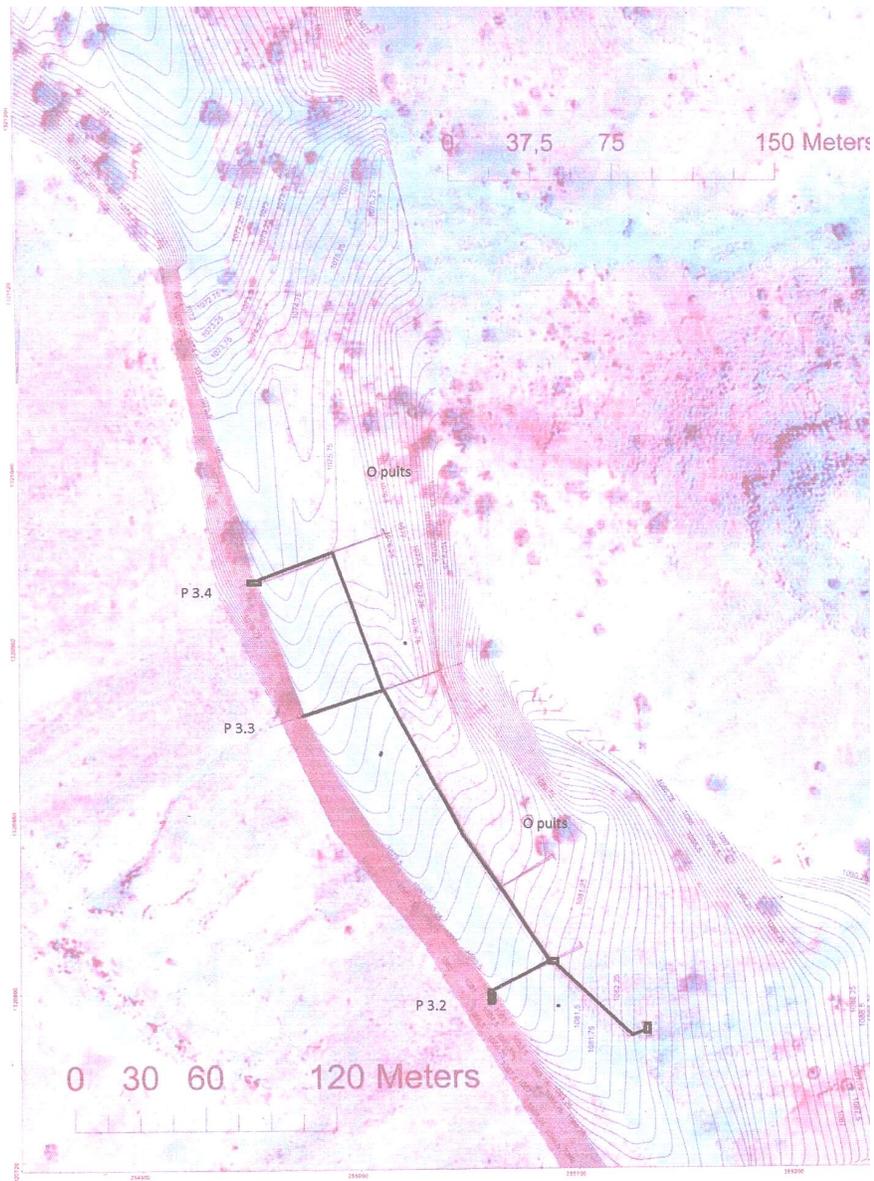
P 3.2 : un ancrage rive droite et rive gauche est prévu. Le seuil doit être renforcé compte tenu des débits pris en compte (97 m³/s). Le bassin de dissipation d'énergie doit être descendu 3m sous le terrain naturel.

Une protection longitudinale en amont rive droite est prévue, pour prévenir les apports de l'affluent rive droite en amont du seuil.

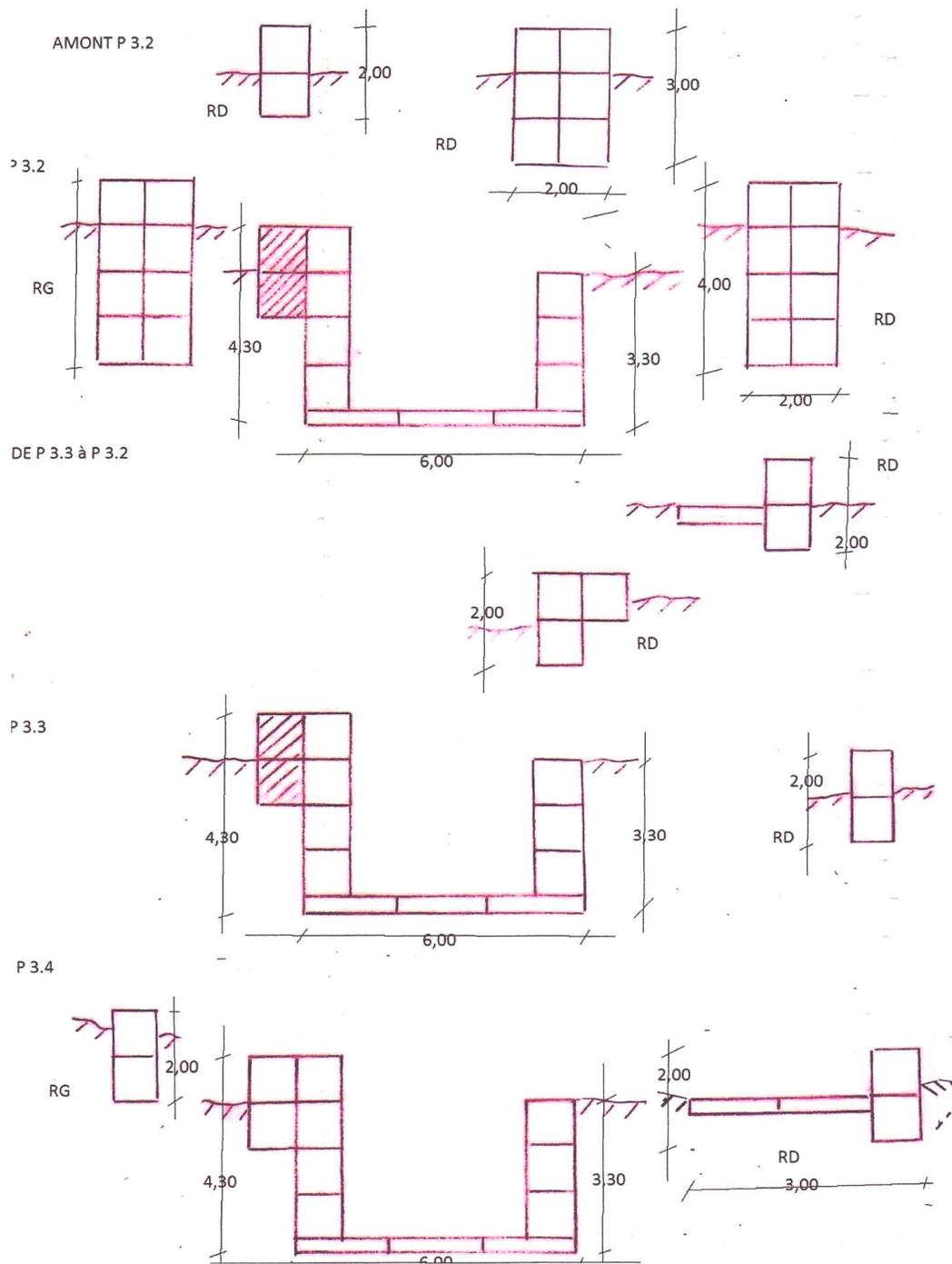
La protection longitudinale rive droite, entre P 3.2 et P 3.3 sera renforcée.

P 3.3 : le seuil sera renforcé, du même type que P.3.2

P 3.4 : le seuil sera renforcé, ainsi que les protections latérales rive gauche et rive droite.



Projet P 3 : situation



PROJET P3 ; coupes transversales

Quantités, Projet P3

Projet:	Seuil	ancrage	ancrage	prot	Prot	é géotex	vol	vol	vol	exc.	exc.
ss-projet	Principal	rive	rive	latérale	Latérale	surface	total	Gabion	semelles	t.dur	t.tendre
		droite	gauche	RD	RG	m2	m3	m3	m3	m3	m3
amont P3.2				XXXXX		200	100	100			50
		XXXX				30	60	60			30
P 3.2		XXXX				20	32	32			20
			XXXX			20	32	32			16
				XXXXX		25	12	12			
	XXXX					400	264	210	54		600
P 3.2 à P 3.3				XXXXX		120	80	80			30
P 3.2 à P 3;3				XXXXX		100	62	62			30
	XXXX					480	308	245	63		735
P 3.3		XXXXX				90	54	54			27
P 3.4			XXXX			130	60	36	24		42
	XXXX					600	352	280	72		840
				XXXXX		60	64	40	24		20
TOTAL						2275	1480	1243	237	0	2440
+10% D.I.						2503	1628	1367	261	0	2684

P5 ADAYLOU VILLE

Le projet **P5**, dit « Adaylou ville » est situé juste en amont d'Adaylou. Huit seuils ont été prévus au départ ; les seuils amont et aval ont été les plus touchés : le seuil le plus en amont **P5.8** a été fortement endommagé et contourné sur sa rive gauche; le seuil le plus en aval a été entièrement détruit. Les pentes entre ouvrages sont très faibles, inférieures à 1/1000. L'ouvrage aval a le plus souffert, à cause de la pente plus forte à l'aval d'Adaylou et à cause d'un ancrage insuffisant en rive droite.

P 5.8 : le seuil sera renforcé en amont de l'existant sur toute sa longueur. L'ancrage rive gauche sera de 32m de long, avec trois rangées de gabions ; l'ancrage rive droite sera de 10m, ancré en terrain dur. Le bassin de dissipation constitué d'une semelle de gabions de 0,30m d'épaisseur sera suivi à l'aval d'une rangée de gabions de 1m² de section.

P 5.7: la protection rive gauche sera réparée par une double rangée de gabions sur 16m de longueur.

P 5.6 : le bassin de dissipation sera renforcé à l'aval par une rangée de gabions de 1m².

L'ancrage rive droite sera prolongé sur 23m, l'ancrage rive gauche sur 8m. La protection latérale entre P 5.6 et P 5.5 sera réparée.

P 5.5: le bassin de dissipation sera renforcé par une rangée de gabions de 1m²; les ancrages rive droite et rive gauche seront renforcés.

P 5.4 : les protections rive gauche et rive droite seront réparées sur 14m; les ancrages rive gauche et rive droite seront renforcés, respectivement sur 10 et 5m.

P 5.2 : compte-tenu de la pente plus forte à l'aval, donc du débit plus élevé et du risque d'érosion au niveau du bassin de dissipation, compte tenu aussi des apports importants du petit affluent de rive droite (sous l'école) il a été décidé d'étendre le seuil en rive droite : ceci a pour

conséquence de réduire considérablement le débit spécifique sur le seuil, et la hauteur d'eau. La longueur de ce seuil est ainsi portée à 85m.

En rive gauche, face au grand puits d'Adaylou, il sera efficace d'aménager le terrain disponible (1,2ha) en banquettes et reboisement, afin de stabiliser la berge rive gauche. Ce périmètre doit servir aussi de démonstration puisqu'il est situé sur un lieu de passage.

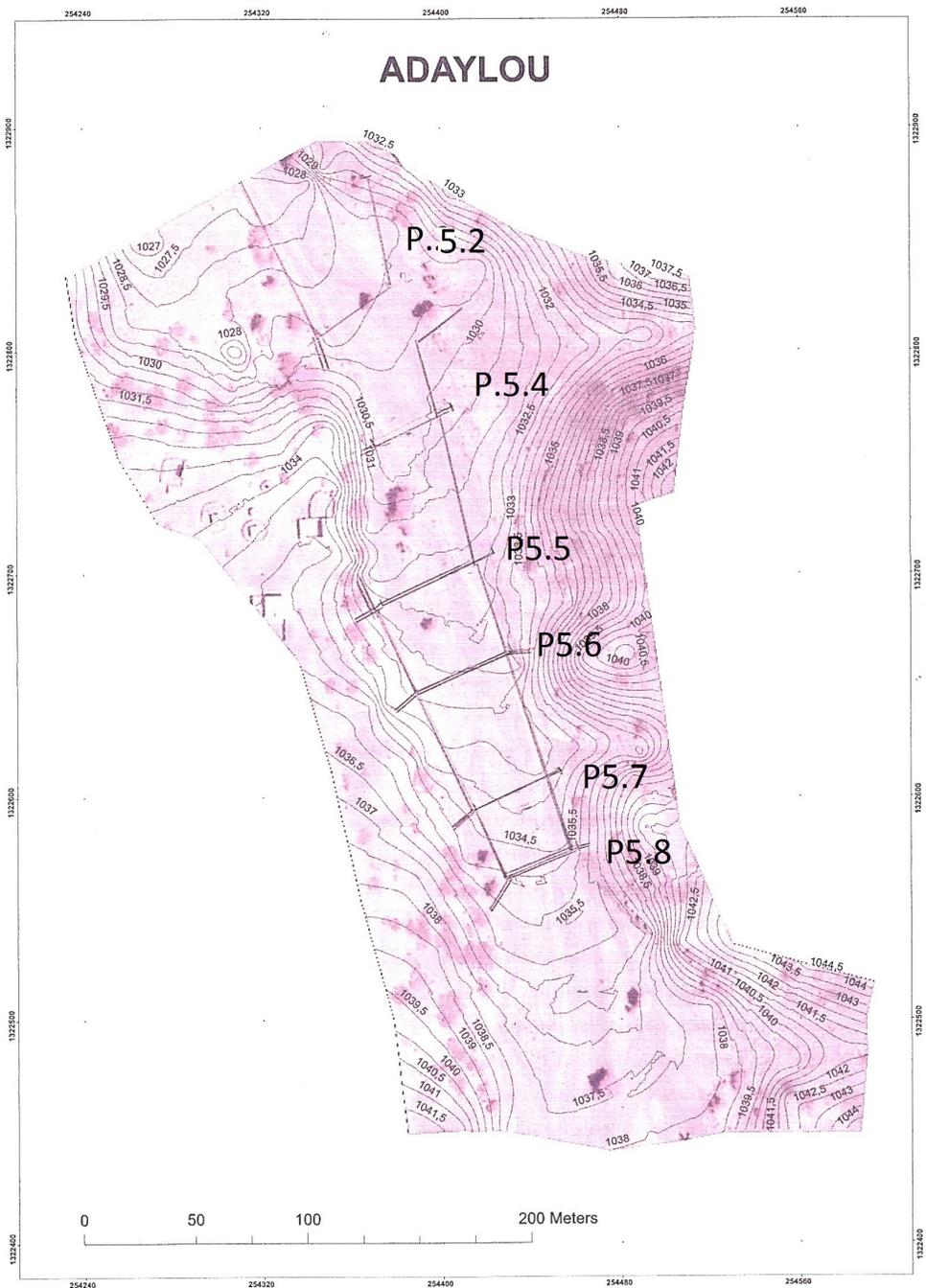
Le seuil aval **P.5. 1** ne sera pas reconstruit. La construction de banquettes avec plantation d'arbres est prévue en rive gauche sur 1,2ha pour stabiliser les sols en face d'Adaylou et de son puits.

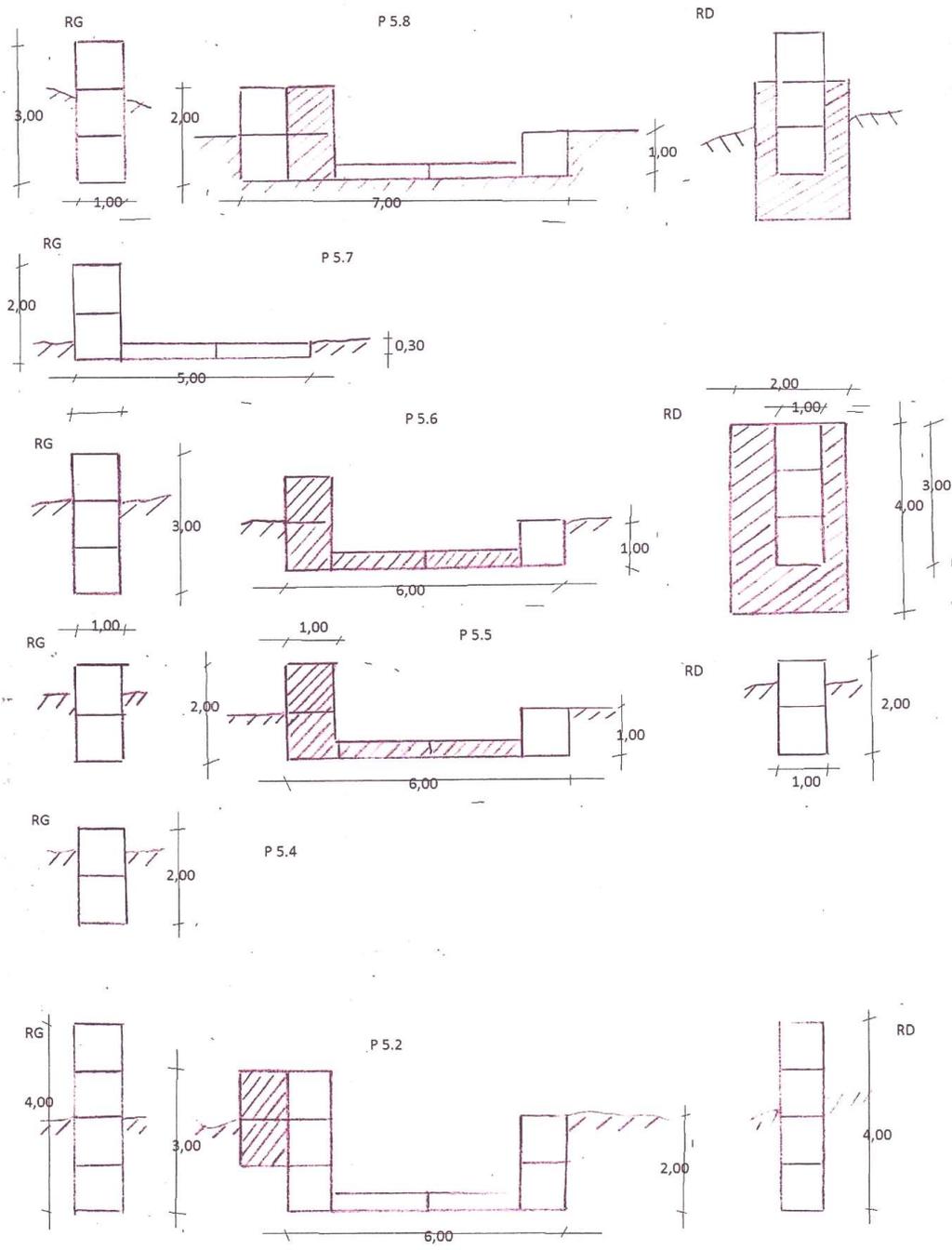
BARRAGE SOUTERRAIN (BARRAGE D'INFERO-FLUX)

A la suite des réunions et concertations avec les différents responsables du projet, il a été suggéré de privilégier le projet de barrage souterrain qui a été prévu initialement au niveau de P5.8, ceci afin d'accroître la ressource en eau au niveau de la nappe phréatique située à l'amont d'Adaylou.

Une mesure des résistivités, avec transects horizontaux de 128m de largeur, pour une profondeur d'investigation de 50m, sur longueur de 1km environ permettrait de connaître l'épaisseur du bed-rock et de localiser le barrage avec plus de précision.

L'ouvrage sera constitué d'une tranchée, descendue jusqu'au bed-rock si possible, remplie ensuite d'un remblai compacté (matériau argileux compacté à la dame à main), jusqu'à deux mètres environ de la surface du sol. Les quantités à prévoir concernent essentiellement la main d'œuvre pour l'excavation et le compactage du matériau argileux, éventuellement une membrane imperméable au cas où le matériau argileux ne serait pas trouvé sur place, ou en quantité insuffisante. Elles seront évaluées en fonction des données de la géophysique.





P5 : sections transversales

Projet:	seuil	ancrage	ancrage	Protection	Protection	é	Géotext	volum	volume	volume	excav.	excav.
ss-projet		rive	rive	latérale	latérale		surface	total	gabions	semelle	t.dur	t.tendre
		droite	gauche	RD	RG		m2	m3	m3	m3	m3	m3
P5 8			xxxxxx				160	96	96			64
	xxxx						320	136	96	39		96
		xxxxx					70	30	30		20	
P5 7			xxxxxx				120	52	32	20		80
P5 6		xxxxx					180	78	78		20	20
			xxxxxx				30	24	24			15
	xxxx						150	45	45			45
				xxxxx			100	184	184			46
av P5.6				xxxxx			60	30	30			36
P5 5		xxxx					18	6	6		6	
			xxxxxx				50	20	20			10
	xxxx						150	47	47			47
P5 4					xxxxx		42	28	28			14
				xxxxxxxx			42	28	28			14
		xxxxxxxx					20	20	20		10	
			xxxxxx x				45	10	10		5	
P 5.2		xxxxxxxx					30	12	12		12	
			xxxxxx x				30	12	12		12	
					xxxx		170	110	110			55
	xxxx						1092	527	425	102		850
TOTAL							2879	1495	1333	161	85	1392
+10% D.I.							3167	1645	1466	177	94	1531

P5 : QUANTITES

Plantation au droit du puits d'Adaylou :

Construction de 2400m de banquettes ;

Pose de 700m de grillage et 350 piquets ;

Plantation de 1200 plants.

P6 ABLEHAF

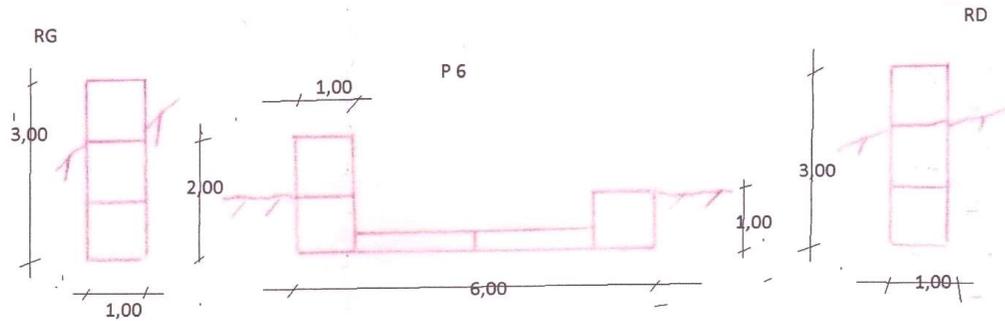
Le bassin versant est de l'ordre de 1km² ; il est situé à 3 km au NNE d'Adaylou ville.

Il s'agit d'un ouvrage de petite taille, dont les quatre seuils en pierres sèches ont été cassés dans leur partie centrale. L'aménagement en banquettes n'est pas encore commencé.

Il est prévu la reconstruction de seuils en gabions. Les pierres seront récupérées.



Projet P6 ABLEHAF



Projet 6 : sections transversales

Renforcement des ouvrages P6

ABLEHAF

Projet:	seuil	Ancrage	Ancrage	Géotextil	volume	volume	volume	exc.	exc.
ss-projet	principal	rive	rive	surface	total m3	gabions	semelles	t.dur	t.tendre
		Droite	Gauche	m2	pierres	m3	m3	m3	m3
P 6 1	XXXXX			140	72	51	21		102
		Xxxxx		15	6	6			4
			Xxxxx	15	6	6			4
P 6 2	XXXXX			160	80	57	23		114
		Xxxxx		15	6	6			4
			Xxxxx	15	6	6			4
P 6 3	XXXXXX			190	93	66	27		132
		Xxxxx		15	6	6			4
			Xxxxx	15	6	6			4
P 6 4	XXXXX			230	113	81	32		162
		XXXXXX		15	6	6			4
			Xxxxx	15	6	6			4
TOTAL				840	406	303	103	0	542
+10% D.I.				924	447	333	113	0	596

PROJET P6 : QUANTITES

4. LES PROJETS NOUVEAUX

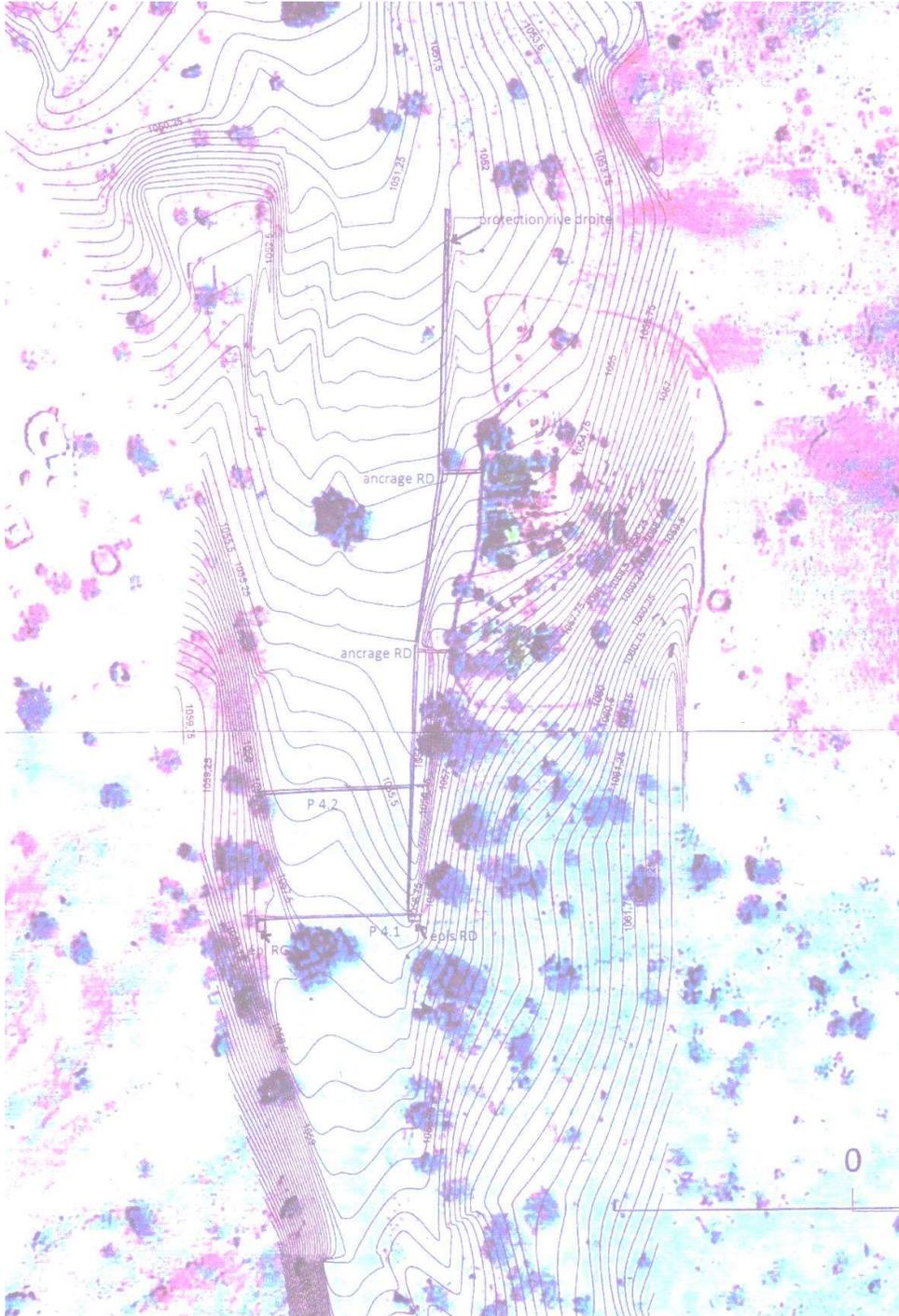
P4 JARDINS D' ISMAEL

Le projet n'a pas encore été lancé.

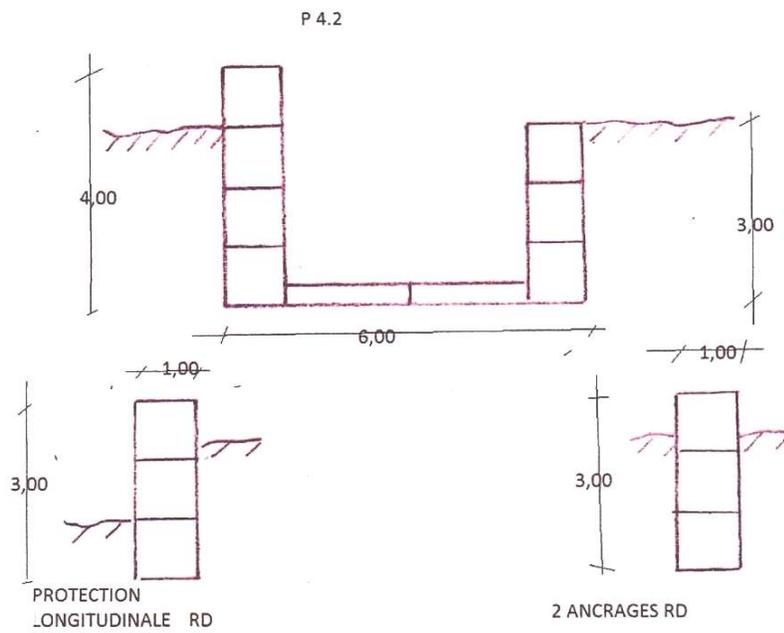
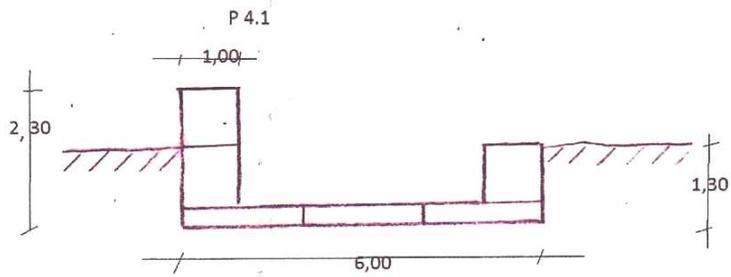
Lors de la crue de juillet 2016, une forte érosion a été observée en rive droite où 5m de berge ont été emportés. Un gros arbre a été arraché ; les jardins se trouvent immédiatement menacés.

Il est à craindre que les jardins disparaissent lors d'une prochaine crue. C'est pourquoi une première étape de protection de berge rive droite a été inscrite au niveau des urgences (voir chapitre 5). Des plantations d'arbres devaient être installées d'urgence et sont prévues dans le programme.

Compte tenu du débit de crue à prendre en compte (120 m³/s) et de la pente aval obligeant à un bassin de dissipation aval de grande taille (3m de profondeur), le nombre de seuils a été ramené à 2.



Projet P 4 ; jardins d'Ismael



Projet P 4 ; sections transversales

**Renforcement des ouvrages
ouvrages**

P4

JARDINS ISMAEL

Projet:	seuil	Ancrage	Ancrage	Protecti on	Protecti on	ép i le	géotexti le	volume	volu me	volume	exc.	exc.t
ss-projet		rive	rive	latérale	latérale		surface	total m3	gabio ns	semelles	t.dur	tendre
		Droite	Gauche	RD	RG		m2	pierres	m3	m3	m3	m3
P 4.1	XXX						600	279	174	105	0	522
épis en RD et RG						X	40	64	64			32
P4.2	XXX						780	517	441	76		1134
				XXXXXX			1000	720	720	0		240
		Xxxxxx					100	60	60			30
TOTAL							2520	1640	1459	181	0	1958
+10% D.I.							2772	1804	1605	199	0	2154

PROJET P4 : QUANTITES

Plantation au droit des jardins d'Ismael :

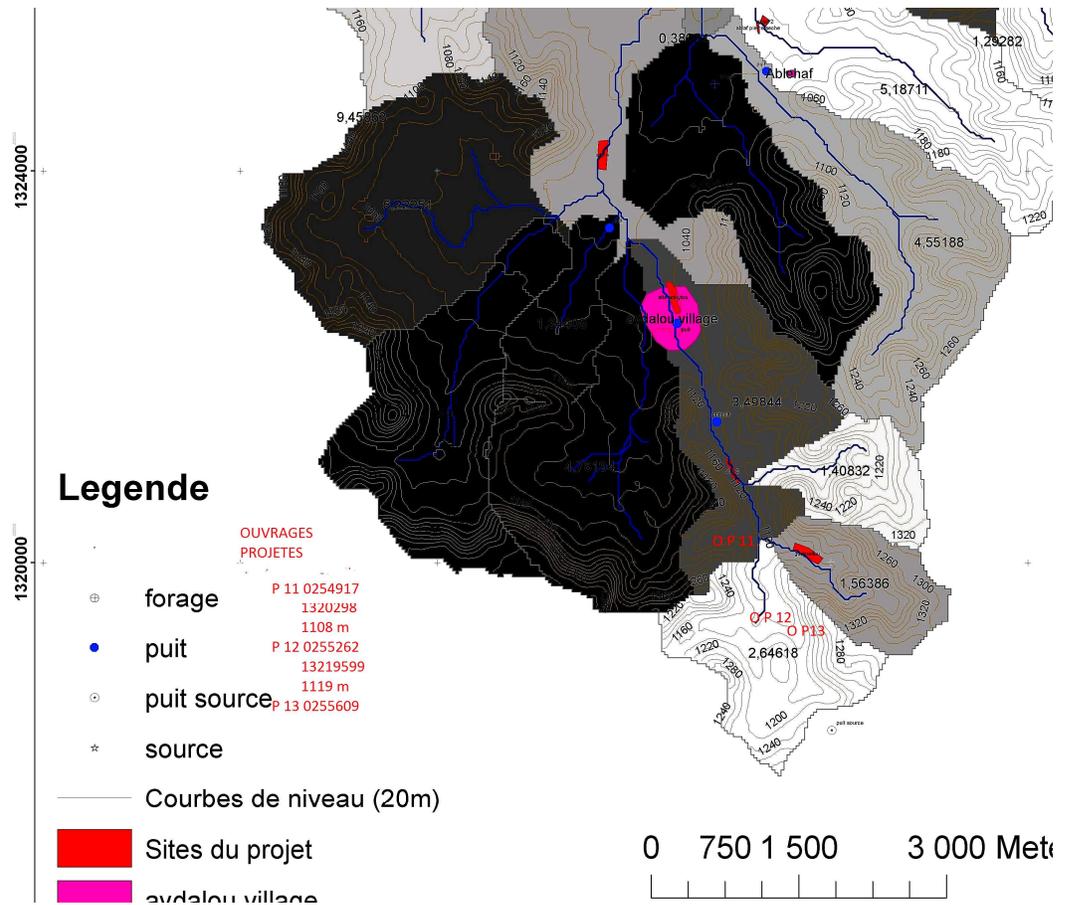
Construction de 500m de banquettes ;

Pose de 530m de grillage et 265 piquets ;

Plantation de 250 plants.

PROJETS P 11, P 12, P 13

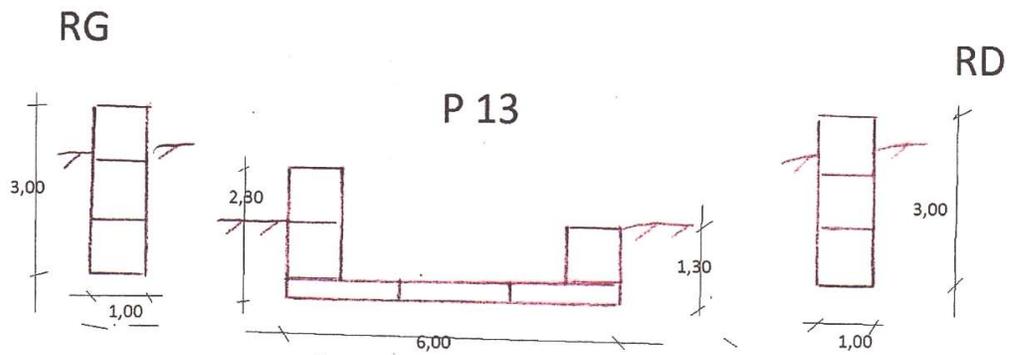
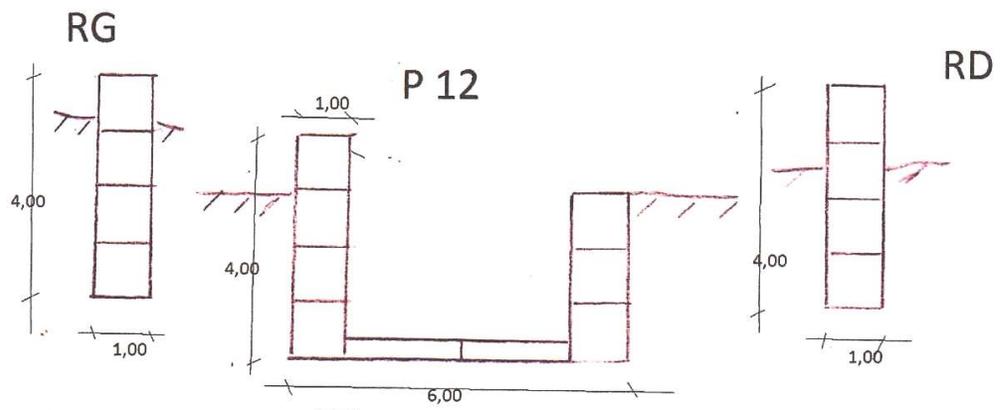
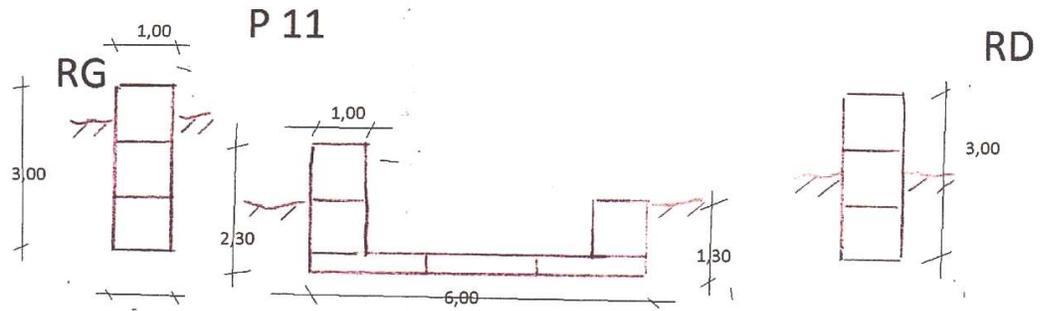
Ces trois projets ont été ajoutés en tête du bassin versant afin de ralentir la vitesse des crues et de participer aussi à l'alimentation de la nappe phréatique en amont.



Projets P 11, P 12, P 13 : situation

Coordonnées :

Projet	X	y
P 11	1320 298	0254 917
P 12	1319 599	0255 262
P 13	1319 461	0255 609



Projets P11, P12, P13 : coupes transversales

QUANTITES

Ouvrage nouveau OUED SW

Projet P11

Projet:	Seuil	ancrage	ancrage	géotextile	volume	volume	volume	excav.	excav.
ss-projet	principal	Rive	rive	Surface	total m3	gabions	semelles	t.dur	t.tendre
		Droite	gauche	m2	pierres	m3	m3	m3	m3
P 11	Xxxxx			200	96	60	36		156
		XXXXXX		30	9	9		10	
			XXXXXX	30	15	15		20	
TOTAL				260	120	84	36	30	156
+10% D.I.				286	132	93	40	33	172

Ouvrage nouveau

Projet P12

OUED

Projet:	seuil	Ancrage	ancrage	protection	Géotextile	volume	volume	volume	excav.	excav.
ss-projet		Rive	rive	latérale	Surface	total m3	gabions	semelles	t.dur	t.tendre
		Droite	Gauche	RD	m2	pierres	m3	m3	m3	m3
P12	XXXX				200	123	105	18		270
		Xxxxx			30	12	12		12	
			Xxxxx		30	12	12		12	
TOTAL					260	147	129	18	24	270
%10%D.I.					286	162	142	20	26	297

mission février-mars 2 Ouvrage nouveau

P 13

OUED SE

Projet:	seuil	ancrage	ancrage	géotextile	volume	volume	volume	excav.	excav.
ss-proje		rive	rive	surface	total m3	gabions	semelles	t.dur	t.tendre
		droite	gauche	m2	pierres	m3	m3	m3	m3
P13	XXX			300	147	87	53		161
		XXXX		20	9	9		12	
			XXXXX	20	9	9		12	
TOTAL				340	165	105	53	24	161
+10% D.I.				374	182	115	58	26	177

5. RECAPITULATION

Les quantités par site et les journées de travail nécessaires à la réalisation du programme sont résumées ci-dessous :

PROJET ADAYLOU
mission février-mars 2017 récapitulation quantités

ss-projet	principal	total m3		semelles m3	t.dur m3	t.tendre m3
		pierres	gabions m			
REHABILITATION ET RENFORCEMENT DES PROJETS EXISTANTS						
P5		1645	1466	177	94	1531,2
P3		1628	1367	261	0	2684
P2		1998	1240	757	33	2991
P6		447	333	113	0	596,2
total		5717	4407	1308	127	7802
PROJETS NOUVEAUX						
P4		1804	1605	199	0	2154
P11		132	93	40	33	172
P12		162	142	20	26	297
P13		182	115	58	26	177
total		2280	1955	317	85	2800
TOTAL		7997	6362	1625	212	10602

P2 :500m3 de pierres disponibles déjà sur le site
P6: 200 m3 de pierres disponibles déjà sur le site

JOURNEES DE TRAVAIL

ss-proje	JT	JT	JT	JT	t.dur JT	t.tendre JT	TOTAL JT
REHABILITATION ET RENFORCEMENT DES PROJETS EXISTANTS							
P5	159	3289	2933	354	281	1531	5260
P3	125	3256	2735	521	0	2684	6065
P2	197	3995	2479	1514	99	2991	7282
P6	46	893	667	226	0	596	1535
total	527	11433	8813	2615	380	7802	20142
PROJETS NOUVEAUX							
P4	139	3608	3210	398	0	2154	5901
P11	14	264	186	80	99	172	549
P12	14	264	284	40	78	297	653
P13	19	364	230	116	78	177	638
total	186	4560	3910	634	255	2800	7801
TOTAL	713	15993	12723	3250	635	10602	27943
P2 :500m3 de pierres disponibles déjà sur le site							
P6: 200 m3 de pierres disponibles déjà sur le site							

JT: journées de travail

normes: ramassage et transport de pierres: 2JT/m3
excavation en terrain tendre: 1JT/m3
excavation en terrain dur:3JT/m3
pose de gabions ou semelles: 2JT/m3
pose de géotextile:1JT/20m2

6. MESURES D'URGENCE

Les besoins en matériel sont importants (voir tableaux ci-dessus) et nécessiteront sans doute plusieurs mois pour les commandes et la livraison jusqu'aux sites.

Certains travaux demandent à être faits rapidement pour éviter de nouveaux dommages en cas de nouvelles crues à la saison des pluies prochaines.

Les mesures d'urgence ont été définies en fonction du matériel disponible (cages de gabions et semelles) pour les ouvrages directement menacés dans l'éventualité d'une prochaine crue.

mission février-mars 2017

Renforcement des ouvrages

URGENCES

Projet:	ordre	seuil	ancrage	ancrage	protectio	épi	géotextile	volume	volume	volume	exc.	exc.
ss-projet	de		rive	rive	latérale	laté	surface	total m3	gabions	semelles	t.dur	t.tendre
	priorité		droite	gauche	RD	RG	m2	pierres	m3	m3	m3	m3
P 5.2	1	XXXX					1092	527	425	102		850
				xxxxxx			30	12	12		12	
Adaylou ville			XXXX				30	12	12		12	
Jardin Isr	2		xxxxxx				100	60	60			30
TOTAL							1252	611	509	102	24	880
+10% D.I.							1377	672	560	112	26,4	968

Sont disponibles à Adaylou :

500 m3 de cages de gabions ;

936 m3 de semelles de gabions ;

400 m3 de géotextile (magasin Tani à Djibouti).

Est à acquérir d'urgence :

1000m2 de géotextile

40 pelles, 40 manches de rechange ;

40 pioches, 40 manches de rechange ;

10 barres à mine ;

**1 marteau piqueur, moteur thermique, avec lot de
mèches de rechange**

ANNEXE 1. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ;

NOTE DE CALCUL

La crue de projet choisie après les dégâts causés sur les ouvrages est la crue de juillet 2016. Compte tenu des données hydrologiques maintenant disponibles et de l'interrogation de quelques habitants parmi les plus âgés, la période de retour de cette crue peut être estimée de l'ordre de 20 à 30 ans. Elle sera prise comme crue de projet dans les calculs ci-dessous. Cette crue ne tient pas compte des aménagements de pentes des bassins versants, par lentilles, travaux de DRS, etc.. qui sont prévus au projet et qui devraient se traduire par une infiltration plus grande, un ruissellement moins important et donc une diminution sensible du débit au bout de quelques années.

DEBITS SPECIFIQUES SUR LES SEUILS

Le débit de la crue estimé dans le rapport hydrologique (Dr. Jean Gassani) est de 120 à 140 m³/s à Adaylou. On retiendra la valeur de 140 m³/s, pour un bassin versant de 8,8 km², soit un débit spécifique de 15,91 m³/s/km². Le débit spécifique sera calculé sur chacun des ouvrages du projet.

HAUTEURS D'EAU SUR LES OUVRAGES

On assimilera les ouvrages à des seuils épais. Le moyen simple de mesure des débits est le déversoir à profil rectangulaire dit « déversoir de Bélanger » : pour une valeur de charge en amont de H, sur le seuil du déversoir, le débit qui s'écoule est le débit maximum compatible avec cette charge, c'est-à-dire que l'écoulement sur le déversoir est critique. La hauteur de la veine liquide h_c sur le déversoir est donné par :

$$h_c = 2/3 H$$

[on rappellera que le régime critique correspond au nombre de Froude

$Fr = U^2/g.h = 1$ où U = vitesse sur le seuil ; g= accélération de la pesanteur ; h= hauteur d'eau sur le seuil]

Le débit sur le seuil est alors donné par l'expression classique :

$$Q = \mu.l. (2g)^{1/2}.H^{3/2} = 4,429.\mu.l.H^{3/2}$$

On prendra comme valeur approchée $\mu = 0,385$, d'où :

$$Q = 1,7. L.H^{3/2}$$

Il y a lieu d'éviter les contractions : la largeur du canal (ou le lit mineur de l'oued) doit être égale à la largeur du déversoir.

Le tableau ci-dessous donne les débits aux seuils en fonction de la surface des bassins versants, la hauteur à l'amont du seuil et sur le seuil et la hauteur de la protection latérale du seuil en fonction de la lame d'eau déversante :

PROJET ADAYLOU: SURFACES DES BASSINS VERSANTS ET DEBITS AUX SITES

Site	surface du sous-bassin	surface Cumulée	débit max. sur seuil	hauteur maxi à l'amont du seuil	hauteur critique sur seuil	largeur du seuil	hauteur protection Latérale
	Versant						
	km2	km2	m3/s	M	m	m	M
P11		0,23	4	0,24	0,13	20	1
P12		1,75	28	1,1	0,73	15	1
P13		0,73	12	0,39	0,26	29	1
P2 8 (amont)		1,27	20	0,56	0,37	28	1
P2.8 à P2.1	0,14						
P2.1 (aval)		1,41	22	0,29	0,19	82	1
bassin intermédiaire	0,92						
P3.1 amont		5,04	80	1,11	0,74	40	1,3
P3.1 à P3.4	0,25						
PX	1,023						
P3.4 (aval)		6,31	100	1,29	0,86	40	1,3
P3.4 à P4.1	1,24						
P4.1(amont)		7,55	120	1,14	0,76	58	1,3
P4.1 à P4.4	0,1						
P4.4 (aval)		7,65	122	1,13	0,75	60	1,3
P4.4 à P5.8	0,895						
P5.8 (amont)		8,55	136	1,84	1,23	32	2
P5.8 à P5.1	0,25						
P5.2 (aval)		8,8	140	0,98	0,65	85	2

POUSSEE DE L'EAU ET DES SEDIMENTS SUR LES SEUILS

On considérera un ouvrage de 1m de hauteur, déversant avec une lame d'eau maximum de 2m (cas des ouvrages aval avec un débit maximum de 140m³/s). Le diagramme des poussées est un trapèze et la poussée totale est :

$$Pe = 0,5 \cdot Dw \cdot (H+2h) \cdot H$$

Avec : Pe =poussée résultante

$$Dw = \text{poids volumique de l'eau} = 1 \text{T/m}^3$$

H = hauteur de l'ouvrage

h = lame d'eau déversante

On trouve $Pe = 2,5 \text{ T/m}$

Si des sédiments (sables fins et silts) s'accumulent à l'amont de l'ouvrage sur une hauteur maximum de 1m, il en résulte une poussée des terres horizontale :

$$Pt = 0,5 \cdot Di \cdot h^2 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \phi/2)$$

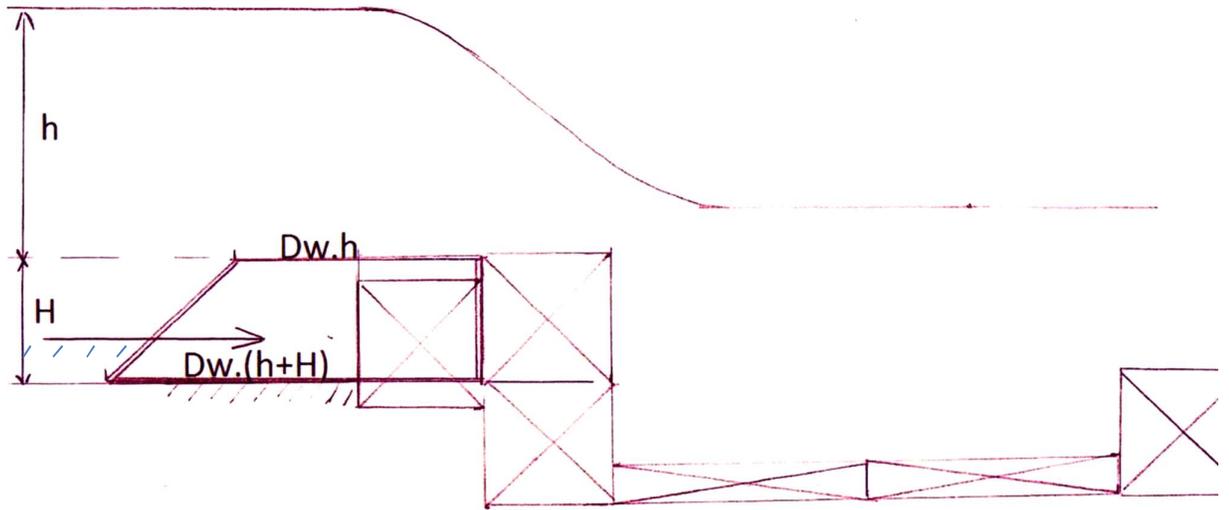
Avec : Di = poids volumique immergé des sédiments (environ 1T/m³)

H = épaisseur de la couche de sédiments = 1m

ϕ = angle de frottement interne des sédiments = 20° en première approximation

On trouve $Pt = 0,245 \text{ T/m}$

La poussée totale est alors de 2,745 T/m



Le poids propre de l'ouvrage s'oppose à cette poussée. Le poids volumique du basalte étant de 3T/m³, on admettra que le poids volumique du gabion est 80% de cette valeur (20% étant occupés par des vides entre pierres). Le poids volumique du gabion est donc de 2,4 T/m³ ; l'ancrage se fera dans le sol à 1m de profondeur afin de limiter les sous-pressions.

Le calcul s'applique aux ouvrages aval, au débit maximum de 140 m³/s. Le dimensionnement des autres ouvrages sera fait au cas par cas en fonction du débit calculé pour chaque sous-bassin.

Les faces des gabions en contact avec le sol seront toujours revêtues de géotextile afin de limiter l'entraînement des particules de sol.

BASSINS DE DISSIPATION D'ENERGIE

Le US Bureau of Reclamation donne pour de petits ouvrages la formule de Véronèse :

$$Y = 1,90 \times h \exp^{0,225 \times q, \exp^{0,54}}$$

Avec : y = profondeur limite du bassin sous le niveau aval, en mètres

H = hauteur de chute libre en mètres

q = débit unitaire sur le seuil en $m^3/s/m$

Dans le cas du seuil aval P.5.2, on a : $q = 1,65 m^3/s/m$

$$Y = 1,08m$$

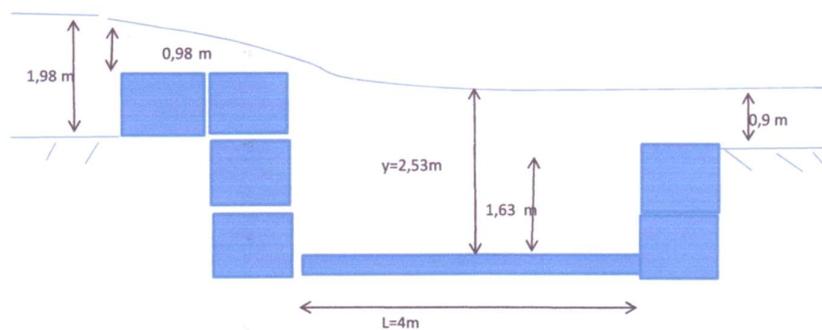
$$H = 0,9m$$

$$\text{D'où } y = 2,53m$$

La profondeur du bassin par rapport au terrain naturel (aval du seuil) est :

$$2,53 - 0,9 = 1,63m$$

Bassin de dissipation d'énergie : P 5.2



NB : en cas de seuil noyé à l'aval, la réduction de débit sera de l'ordre de 10%

GABIONS : CARACTERISTIQUES ET SPECIFICATIONS

Les normes ISO 9001, ISO 14001 et NF EN 10223-3 seront respectées.

Deux tailles sont retenues pour les ouvrages :

Cages de 2 x 1 x 1 m

Semelles de 2 x 1 x 0,30m

Matériaux de remplissage

Les matériaux de remplissage seront durs et insensibles à l'eau, non friables. Les basaltes sont excellents; les calcaires et grès durs peuvent être utilisés. La granulométrie conseillée est comprise entre 200 et 500mm.

Structure

Le grillage sera de type double torsion à maille hexagonale 80x100mm ou 100x100 mm. Le fil sera galvanisé et plastifié de 2,70/3,00mm de diamètre, avec fils de renfort longitudinaux et de lisière sur le pourtour et sur toutes les arêtes de la structure respectant les diamètres suivants :

Diamètre	Mini mm	Maxi mm
Dia maille	2,70	3,00
Dia lisière	3,90	4,40
Dia longitudinal	3,40	3,90
Dia ligature	2,40	2,40

Les fils de ligature et les tirants (diamètre minimum 2,70mm) devront avoir les mêmes caractéristiques que les fils de la structure.

Caractéristiques des fils utilisés

Le fil employé sera en acier doux sur recuit, exempt de tout défaut de résistance à la traction de 38 à 50 kg/mm² et un allongement avant

rupture d'au minimum 12% sur une éprouvette d'au moins 30cm (essai effectué avant tissage).

Tolérance sur le diamètre de fil : plus ou moins 0,10 sur le diamètre 2,70mm et plus ou moins 12 sur le diamètre 3,00mm

Les fils employés seront à galvanisation très riche sur recuit. Le revêtement doit être homogène, sans aucune discontinuité de la couche de zinc.

La galvanisation devra répondre aux normes suivantes : 260g/m² pour dia 2,70mm et 275 g/m² pour dia 3,00mm

L'adhérence du zinc doit résister à l'enroulement de dix spires jointives autour d'un mandrin cylindrique de diamètre égal à quatre fois celui du fil même. Après enroulement, le fil ne doit pas présenter de craquelures permettant de détacher la couche de zinc.

Essai de torsion : des échantillons de fil (avant tissage) devront supporter sans se rompre et sans que le revêtement de zinc ne s'écaille, 30 tours complets, l'axe du fil restant en ligne droite.

Essai de flexion : l'échantillon doit supporter sans se rompre dix pliages à angle droit alternativement dans un sens et dans l'autre, chaque pliage étant compté dans un angle de 90°, tous réalisés dans le même plan et avec une amplitude de 180°.

LES GEOTEXTILES

Il s'agit de toile de matière synthétique, non tissée, formée de filaments continus entrelacés par aiguilletage, perméables et totalement imputrescibles.

Les principales fonctions des géotextiles sont :

- La séparation et l'anti-contamination ;
- La filtration ;
- Le drainage ;
- Le renforcement mécanique.

La filtration est la prévention de la migration des particules de sol dans un filtre lors de l'écoulement de l'eau.

Les caractéristiques minimales requises pour les travaux de génie civil sont :

Épaisseur supérieure ou égale à 1,5mm ;

Masse spécifique : 250 g/m² ;

Résistance à la traction supérieure ou égale à 20 kN/m ;

Perméabilité : norme NF EN 150 11058, soit une vitesse de filtration de 0,03 à 0,04 m/s ;

Les rouleaux de grande largeur (4m) sont conseillés, afin de limiter les raccords lors de la pose ; un recouvrement d'au moins 20cm est nécessaire lors de ces raccords.

Le vieillissement des géotextiles a été signalé; ils ne doivent pas être exposés à la lumière du jour ce qui accélérerait le vieillissement ; ils doivent être recouverts dès leur mise en place.

ANNEXE 2 ATELIER « GABIONS »

Il faut rappeler l'urgence de la construction de l'atelier « gabions » destiné à fournir le secteur en cages de gabions et semelles. Cette production doit permettre à terme la réparation et l'entretien des ouvrages existants, la mise en place de nouveaux seuils de gabions, peut être la vente à l'extérieur et la création de quelques emplois stables (une dizaine).

Un site a été identifié à Adaylou –ville sur une surface de l'ordre de 0,5ha, disponible et facile d'accès.

Ce projet, considéré comme prioritaire, doit être privilégié. Le matériel suivant est à commander :

	Dénomination		Adaylou
D1	Clous 100 mm long pour tables gabions	Kg	10
D2	Madriers 5m long, 12cm épaisseur, largeur env 20cm	Unité	4
D3	Tréteaux solides pour tables à gabions	Unité	8
D4	armoire métallique env 2m x 1,2m x 0,6m	Unité	1
D5	Grosses pinces coupantes	Unité	8
D6	grosses tenailles	Unité	4
D7	fil de fer galvanisé 2mm	MI	230000
D8	fil de fer galvanisé 4mm	MI	13000
D9	gants de chantier	Unité	16

GABIONS : CARACTERISTIQUES ET SPECIFICATIONS

Les normes ISO 9001, ISO 14001 et NF EN 10223-3 seront respectées.

Deux tailles sont retenues pour les ouvrages :

Cages de 2 x 1 x 1 m

Semelles de 2 x 1 x 0,30m

Matériaux de remplissage

Les matériaux de remplissage seront durs et insensibles à l'eau, non friables. Les basaltes sont excellents; les calcaires et grès durs peuvent être utilisés. La granulométrie conseillée est comprise entre 200 et 500mm.

Structure

Le grillage sera de type double torsion à maille hexagonale 80x100mm ou 100x100 mm. Le fil sera galvanisé et plastifié de 2,70/3,00mm de diamètre, avec fils de renfort longitudinaux et de lisière sur le pourtour et sur toutes les arêtes de la structure respectant les diamètres suivants :

Diamètre	Mini mm	Maxi mm
Diamètre maille	2,70mm	3,00mm
Diamètre lisière	3,90mm	4,40mm
Diamètre longitudinal	3,40mm	3,90mm
Diamètre ligature	2,40mm	2,40mm

Les fils de ligature et les tirants (diamètre minimum 2,70mm) devront avoir les mêmes caractéristiques que les fils de la structure.

Caractéristiques des fils utilisés

Le fil employé sera en acier doux sur recuit, exempt de tout défaut de résistance à la traction de 38 à 50 kg/mm² et un allongement avant rupture d'au minimum 12% sur une éprouvette d'au moins 30cm (essai effectué avant tissage).

Tolérance sur le diamètre de fil : plus ou moins 0,10 sur le diamètre 2,70mm et plus ou moins 12 sur le diamètre 3,00mm

Les fils employés seront à galvanisation très riche sur recuit. Le revêtement doit être homogène, sans aucune discontinuité de la couche de zinc.

La galvanisation devra répondre aux normes suivantes : 260g/m² pour dia 2,70mm et 275 g/m² pour dia 3,00mm

L'adhérence du zinc doit résister à l'enroulement de dix spires jointives autour d'un mandrin cylindrique de diamètre égal à quatre fois celui du fil même. Après enroulement, le fil ne doit pas présenter de craquelures permettant de détacher la couche de zinc.

Essai de torsion : des échantillons de fil (avant tissage) devront supporter sans se rompre et sans que le revêtement de zinc ne s'écaille, 30 tours complets, l'axe du fil restant en ligne droite.

Essai de flexion : l'échantillon doit supporter sans se rompre dix pliages à angle droit alternativement dans un sens et dans l'autre, chaque pliage étant compté dans un angle de 90°, tous réalisés dans le même plan et avec une amplitude de 180°.

ANNEXE 3. PEPINIÈRE DE DAFFENIATOU

Ce projet lui aussi est considéré comme prioritaire puisqu'il doit permettre la re-végétalisation des versants et le reboisement.

Le site de Daffeinaitou répond aux critères demandés.

Le creusement du puits a été réalisé ; reste à acheter et installer l'équipement de pompage (pompe solaire).

La commande pour la construction du bâtiment de la pépinière elle-même, ainsi que du matériel, est en cours.

En plus des outils habituels (pelles, pioches,binettes...),le matériel spécifique suivant est à commander :

C	AMENAGEMENT PEPINIÈRE			
C1	voile protecteur	m2	400	400
C2	tube polyéthylène 12mm dia pour goutte à goutte	MI	800	800
C3	goutteurs réglables (ou tube polyéthylène avec trous)	Unité	2000	2000
C4	Arrosoirs 10 l	Unité	10	10
C5	sacs plastiques pour semis	Unité	5000	5000
C6	plants et semences selon sélection	Unité	10000	10000

Il est recommandé, afin d'accélérer l'entrée en fonction de cette pépinière, de préparer les semis de plants dans les jardins autour d'Adaylou. Les besoins immédiats sont de l'ordre de 10 000 plants, choisis sur les listes déjà communiquées parmi les espèces locales.

ORGANISATION

(Document CIRAD 00429257 du 2 novembre 2009 par GM Gnahoua et D Louppe)

Choix du site : à proximité d'un point d'eau, d'accès aisé;

L'espace doit être divisé en plusieurs zones de tailles différentes :

Emplacement pour la préparation du mélange de terre et remplissage des pots (ou sachets),

Planches avec ombrière pour stockage des pots (de 10m x 1,25m pour 1 000 pots),

Point d'eau : puits avec réservoir,

Compostière,

Local fermant à clé pour le matériel et les produits phytosanitaires,

Le site doit être clôturé et entouré de haies et de brise-vents. Quelques arbres peuvent être conservés à l'intérieur de la pépinière, mais seules les ombrières permettent de doser correctement l'ombrage.

Une pente générale de 1 à 2% de la pépinière est conseillée. Les planches de pépinières doivent être nivelées ; sur les pentes, on peut aménager des terrasses.

Elevage des plants en pots

Les graines sont semées directement dans des pots, c'est-à-dire des sachets en polyéthylène noir ou transparent de 80 microns d'épaisseur, 25cm de haut et 12 de large à plat. Une fois rempli, le pot a 7,5cm de diamètre et 21cm de haut, soit un volume de l'ordre de 1 litre et un poids de 1,2kg. Les sachets doivent comporter des trous dans le tiers inférieur pour assurer un bon drainage : une partie des trous doit être impérativement à moins de 3,5cm de la base du sachet.

Préparation du sol

Pour remplir les sacs, la composition dépend des disponibilités locales en terres ; on essayera de mettre 1 /3 de terre forestière riche en matières organiques, ou du compost (1/5 seulement) ; pour le reste, sols de texture limoneuse ou limono-sableuse.

Les terres sont tamisées (mailles du tamis de 0,8 à 1 cm)

Remplissage et rangement des pots

Le remplissage se fait lorsque la terre est sèche (plus facile à manipuler). On utilise une petite boîte de conserves dont on a enlevé les 2 couvercles. On tapote le sac sur le sol pour tasser la terre, puis on complète le niveau. On utilise des parcelles de 10 x 1,25 m, soit de l'ordre de 1000 sachets.

On complète alors le niveau de terre des sachets, puis on arrose. Les pots doivent être bien remplis de terre pour éviter que le plastique ne se rabatte à l'intérieur.

Il faut prévoir devant la planche un panneau avec le nom de l'espèce, la date de semis, le nombre de pots semés. Ces informations sont reportées aussi sur le carnet de la pépinière, ainsi que les temps de travaux et toutes opérations effectuées pour en évaluer le prix.

Semis directs en pots

La plupart des espèces se sèment directement en pot. Certaines doivent cependant être pré-traitées ou extraites du noyau.

Le semis s'effectue à raison de 2 graines par pot : on creuse avec un bout de bois un trou profond de 3 fois l'épaisseur de la graine, on place les graines puis on recouvre de terre et on arrose.

On peut mettre un paillage (couche d'herbes sèches) sur les planches pour éviter une trop forte dessiccation. Le paillage est enlevé le soir et remis le matin, ce qui permet de contrôler la germination. Lorsque les graines commencent à germer, le paillage doit être enlevé complètement.

Les planches doivent être protégées des fourmis, des rongeurs et des insectes avec des traitements adéquats. Il y a aussi les attaques de champignons qui attaquent les jeunes plants au niveau du sol : il faut alors réduire les arrosages et traiter avec un antifongique (oxyquinoleine à 50g pour 10l d'eau).

Un démariage est fait lorsque les semis sont assez vigoureux, vers 6 à 8 cm de hauteur : on enlève les plants excédentaires. Il n'est pas conseillé de repiquer les plants excédentaires car la reprise est difficile et la croissance souvent faible.

Entretien des plants

Désherbage et sarclage doivent être faits régulièrement ; la croute qui se forme sur les pots doit être cassée pour que l'eau pénètre. Il ne faut pas laisser le système racinaire se développer à l'extérieur du pot : il faut sectionner les racines qui dépassent du pot, toutes les 2 semaines. On trie aussi les plants en éliminant les plus chétifs.

Préparation des plants pour le transport

Un dernier tri peut conduire à éliminer 20 à 30% des plants. On arrose abondamment avant de transporter les plants, si possible aux heures fraîches.

DONNEES AGRONOMIQUES, ADEN ATTEYEH SOUGAL, 1er novembre 2015

Variétés proposées pour jardins, banquettes, lentilles :

Sesame, quinoa, amarante, millet, soudan grass, Guinea grass,(herbe de Guinée)

Jardins : beaucoup de variétés possibles avec l'irrigation

Céréales à utiliser en rotation avec le maraichage, faciles à cultiver et résistant à la sécheresse : sésame, pois chiche, sorgho fourrager, sarrasin, épeautre, millet, quinoa, avoine...

Activité possible 12mois/12 au niveau des jardins

Pas de vendeurs d'intrants agricoles à Djibouti ; il y en a beaucoup au Kenya.

PLANTS RECOMMANDES

FLORE DJIBOUTI fév
2014

source:A.D.Laurent,2002

Nom		Habitat
genre	Espèce	
		boisements et steppes d'altitude
genévrier		Day
terminalia	Browni	
olea	Africana	Dadar et Moussa Ali
tarconanthus	camphoratus	Goda
		steppes arborées d'altitude
acacia	Etbaica	Assamo
buxus	hildebrandtii	Mabla
aizoon	canariense	reliefs N du golfe de Tadjoura,Arta,Hémed,Ali Sabieh
acacias		
balanites		
		steppes des hauts plateaux
dragonnier		grands plateaux ouest:Gamarré,Yaguer
aloes		
euphorbes		
sanseveria		
cissus		
		steppes arbustives
acacia	Mellifera	Goda, Dadar, Mabla, Moussa ali;aussi plateaux et
		pénéplaines du SE,sauf zones maritimes,Gamarré,
		Amailé,Garbi, Siyyarou
		steppes à Rhigozum
rhigozum	somalense	
caesalpinia erianthera		
		steppes arborées à acacia tortilis
acacia	Tortilis	

acacia	Azak	plaines cotières,vallées,zones à écoulement lent
		steppes buissonnantes à Acacia horrida
acacia	Horrida	massifs du NE et Assamo
salsola		
caralluma		
suaeda		
		steppes herbeuses
lasiurus	Scindicus	SO
panicum	Turgidum	
cymbopogon	schoenanthus	
aerva	Javanica	
		Palmeraies
hyphaene thebaica		Allols, Hagandé, Agna,dépressions

ANNEXE 4. AMENAGEMENT DES BASSINS VERSANTS

L'urgence des travaux à réaliser sur les seuils ne doit pas faire oublier la nécessité d'aménager les bords des oueds en vue du reboisement et de l'augmentation des surfaces cultivables, comme l'aménagement des bassins versants pour retarder le ruissellement, faciliter le stockage d'eau pour les plantes, puis l'infiltration.

Ce travail, de longue haleine, passe d'abord par une sensibilisation de la population, avec contrôle des zones de pâturage du bétail, nécessité de grillages ou gardiennage des zones reboisées.

Deux petits projets ont été proposés dans les rapports précédents .Il conviendrait de les réaliser d'urgence.

AMENAGEMENT EN BANQUETTES P10.1 et P10.2

Deux sites ont été localisés pour des aménagements en banquettes. Il s'agit de petites surfaces qui permettront de tester quelques espèces sélectionnées. Ces espèces seront implantées en semis direct, puis par repiquage dès que les pépinières seront entrées en production.

Il est prévu d'implanter des banquettes selon les courbes de niveau, chaque mètre de dénivelée.

Ces deux sites sont actuellement grillagés, ce qui mettra les jeunes plants à l'abri des troupeaux. Les besoins en matériel sont les suivants :

N°	Désignation	unité	Quantités		
			Adaylou		
A	MATERIEL, MATERIAUX				
A19	grillage 1,5m haut pour cloture	ml	pm		
A20	piquets métalliques 2m pour cloture	unité	pm		
B	OUTILS				
B1	Pelles	U	5		
B2	Pioches	U	5		
B3	Barres à mine	U	5	5	

B7	Masses	U	5	5
----	--------	---	---	---

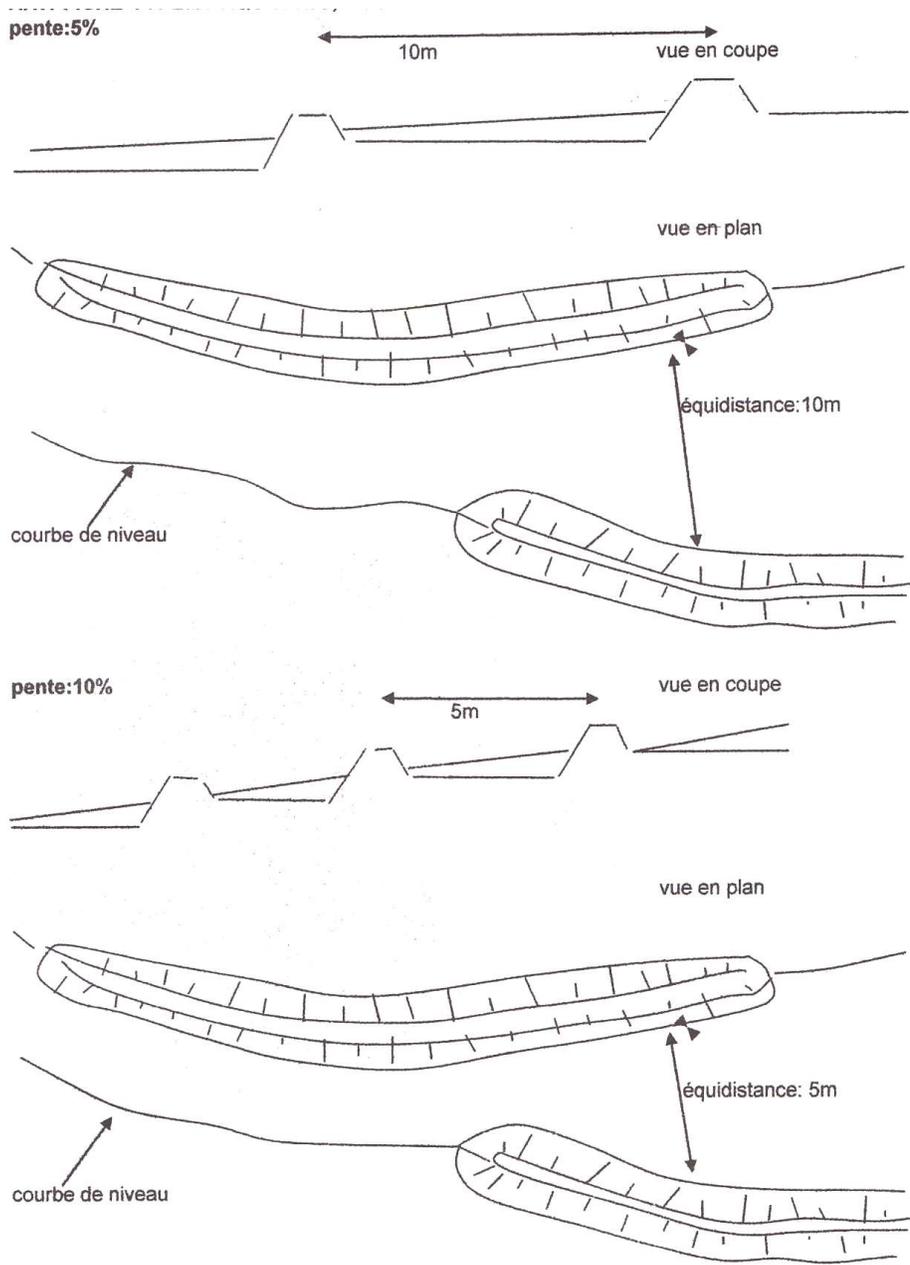


Schéma-type d'aménagement en banquettes

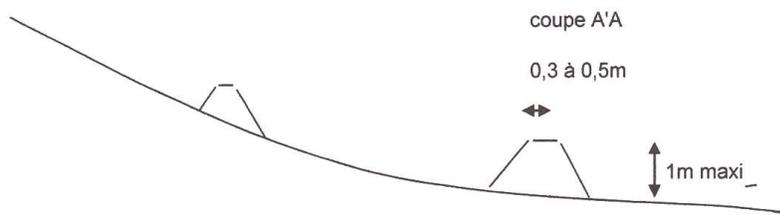
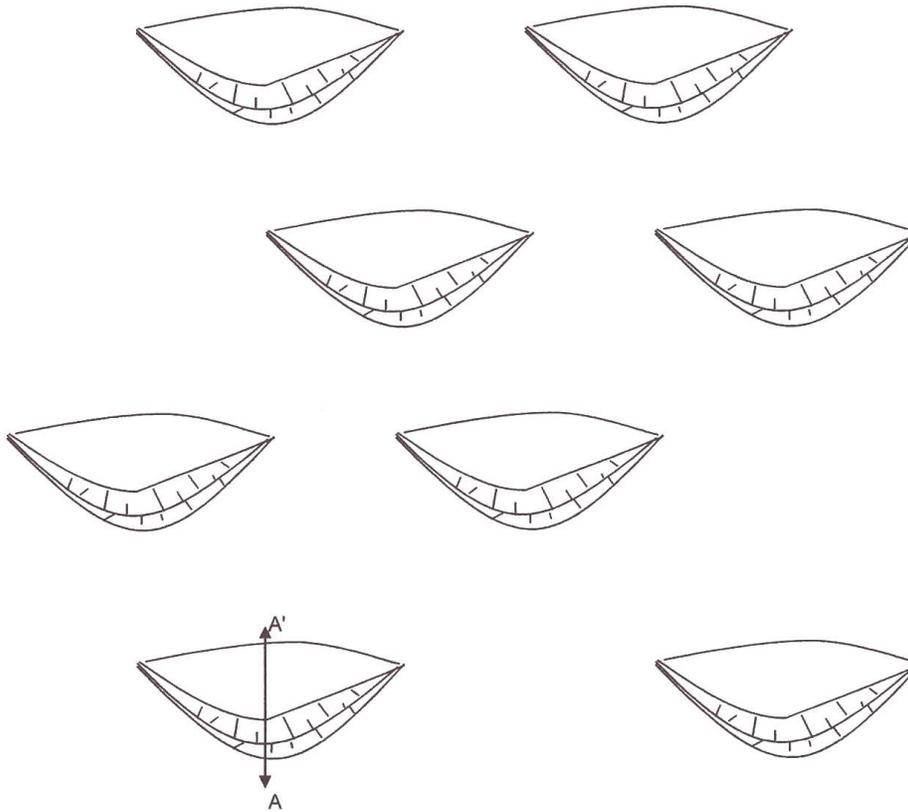


Schéma-type d'aménagement en lentilles

PROJETS P4 ET P5

On rappellera ici pour mémoire les deux composantes déjà indiquées dans le texte aux projets P4 et P5 et au chapitre 5, Récapitulation :

P4 : Plantation au droit des jardins d'Ismael :

Construction de 500 m de banquettes ;

Pose de 530m de grillage (largeur : 2m) et 265 piquets (hauteur : 2,30m)

Plantation de 250 plants.

P5 : Plantation au droit du puits d'Adaylou :

Construction de 2400m de banquettes ;

Pose de 700m de grillage (largeur : 2m) et 350 piquets (hauteur : 2,30m)

Plantation de 1200 plants.
