



MAROC

EVALUATION DES BESOINS TECHNOLOGIQUES ET PLAN D'ACTION TECHNOLOGIQUE AUX FINS D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

(Note de Synthèse)

Septembre 2012

Pr. Mohamed Sinan

Expert en Ressources en Eau et en Changements Climatiques

Directeur de la Recherche

Ecole Hassania des Travaux Publics.



Introduction

Le projet d'Évaluation des Besoins en Technologies (EBT) est réalisé dans le cadre du Programme stratégique de Poznań sur le transfert des technologies. Il vise à appuyer une quarantaine de pays à mener des évaluations de leurs besoins technologiques dans le cadre de la CCNUCC.

Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) ont initié dans le cadre de la CCNUCC, un nouveau cycle d'Évaluation des Besoins en Technologies (EBT). Cette initiative a pour objectif d'aider les pays en développement à identifier et à analyser leurs besoins technologiques prioritaires en vue d'établir un Plan d'Action Technologique facilitant le transfert des technologies vertes et l'accès au savoir-faire dans la mise en œuvre de l'article 4.5 de la CCNUCC.

Les Évaluations des Besoins Technologiques sont essentielles aux Parties à la Convention pour le transfert et le développement des technologies adaptées au contexte local des pays. Elles permettent d'évaluer les besoins technologiques (en constante évolution) de nouveaux équipements, techniques, connaissances pratiques et compétences indispensables pour atténuer les émissions des gaz à effet de serre et/ou pour réduire la vulnérabilité des différents secteurs socio-économiques aux effets néfastes des changements climatiques.

La mission d'Évaluation des Besoins du Maroc en Technologies Climat (EBT-C) a pour objet l'identification des technologies prioritaires d'atténuation des émissions des GES et d'adaptation aux effets de la variabilité et du réchauffement climatique. Elle vise l'élaboration, à travers un large processus participatif des acteurs clés concernés (parties prenantes), d'un Plan d'Action Technologique en matière de Climat (PAT-C), permettant d'adopter et de diffuser des technologies susceptibles de contribuer à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation du Maroc face aux changements climatiques.

1. Secteurs prioritaires pour le volet adaptation aux changements climatiques

Le Conseil National du Projet (CNP) a défini deux secteurs prioritaires pour le volet adaptation : ce sont les secteurs de l'Eau, l'Agriculture, l'Environnement et le Territoire Durable. Ces secteurs jouent un rôle capital pour le développement socio-économique du pays et sont particulièrement vulnérables aux effets négatifs des changements climatiques, notamment par :

- l'augmentation de la température et de l'évaporation moyennes ;
- l'augmentation de la fréquence des années de sécheresse ;
- la baisse des précipitations, notamment depuis le début de la décennie 80 du siècle dernier, soit depuis plus d'une trentaine d'années ;
- l'augmentation de la fréquence de l'intensité des inondations.

2. Processus de concertation

Le processus de concertation avec les parties prenantes en vue d'évaluer les besoins en technologies, d'identifier et de hiérarchiser ces technologies s'est déroulé dans la période comprise entre janvier 2011 et janvier 2012. Ce processus a été largement participatif avec l'organisation de 68 réunions (tableau 1) avec les parties prenantes et d'interviews des décideurs des départements en charge des secteurs visés.

Les réunions tenues ont porté principalement sur :

- l'analyse des besoins et l'identification des technologies en adéquation avec les priorités nationales sectorielles ;
- le portage institutionnel des technologies ;
- les partenariats requis ;
- les contraintes de mise en œuvre ;
- les financements nécessaires ;

- les mesures d'accompagnement requises pour assurer le succès de la mise en œuvre et le déploiement des technologies identifiées.

Les consultants nationaux du projet ont accompagné et encadré l'intégralité du processus de concertation depuis la première réunion de chaque GT jusqu'à la finalisation des listes des technologies retenues, leur

Maroc

hiérarchisation, l'inventaire des barrières au déploiement, les mesures d'incitation et les cadres propices à leur dépassement.

Tableau 1 : Réunions organisées par les Groupes de Travail dans le cadre du processus EBT-C

	Organismes	Nombre de réunions tenues
Comité National EBT	Comité interministériel avec la participation d'une vingtaine de départements	2
Points Focaux	Points focaux des Groupes de travail	3
Bailleurs de Fonds	Banque Mondiale	1
Energie	Mme La Ministre du MEMEE	1
	M. le Secrétaire Général du MEMEE	3
	Mme la Directrice de la DOP	16
	Groupe Energie: MEMEE-ADEREE-ONE-MASEN-CNRST-AMISOLE-MHUAE-Faculté des Sciences de Tétouan	9
Environnement	MM les Directeurs DEPP et DPCC	5
Industrie	SIE	1
	Groupe Industrie: MICNT-Fédérations	1
	CGEM	2
	APC	2
	Managem	2
Eau	ONEP	3
	SEEE	2
Agriculture	Groupe : MHUAE-ADEREE-Faculté des Sciences de Tétouan	2
	Groupe Agriculture : INRA-IAV-ADA, IAEA	5
Territoire Durable	Directeur Promotion Immobilière MHUAE	2
R&D	Groupe : Représentants d'une dizaine de Facultés et Ecoles d'ingénieurs	7
Total des réunions		68

3. Processus suivi pour la hiérarchisation des technologies identifiées

Le processus de hiérarchisation des technologies identifiées (15 au total) a été mené totalement avec les représentants des parties prenantes des secteurs prioritaires retenus par le CNP.

Des critères de sélection et de hiérarchisation ont été proposés par les consultants nationaux du projet EBT-C et discutés et validés après avec les représentants des parties prenantes des secteurs prioritaires (eau et agriculture).

La sélection initiale (primaire) a été menée sur la base des cinq critères ci-dessous, classés par ordre d'importance décroissant. :

1. Priorité nationale ;
2. Portage institutionnel ;
3. Degré d'adaptation aux conséquences des changements climatiques ;
4. Contraintes de mise en œuvre ;
5. Additionalité (difficulté de financement sans PAT).

Les critères de sélection utilisés ont été classés par ordre de priorité (ou d'importance) avec les représentants des parties prenantes et de façon consensuelle. Le tableau 2 ci-dessous contient les notes et les poids attribués à chacun des cinq critères retenus.

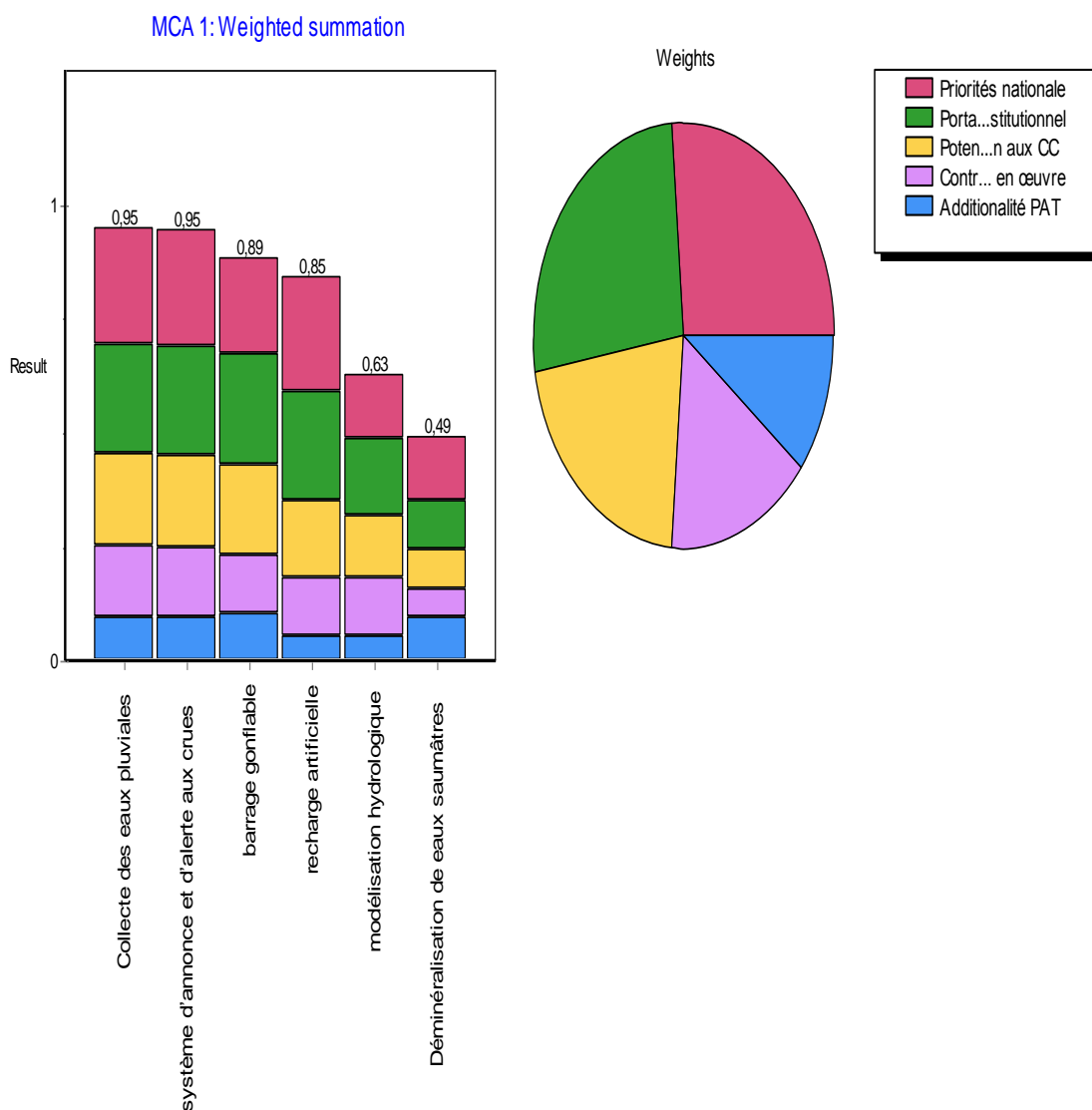
Tableau 2 : Critères et poids utilisés pour la hiérarchisation des technologies proposées par les parties prenantes

Critère	Coefficient de pondération	Echelle de notation
Priorité nationale	5	Faible : 1 - Forte 10
Portage institutionnel	5	Faible : 1- Fort 10
Capacité de réduction des émissions des GES	4	Faible : 1 - Forte 10
Contraintes de mise en œuvre	3	Faibles 10 - Fortes : 1-
Additionalité (difficulté de financement sans PAT)	2	Fiable : 10 - Forte 1

4. Analyse multicritères des technologies d'adaptation

Cette analyse a été faite par utilisation du logiciel Definite 2.0 (Decisions on a Finite set of alternatives), développé par l'Institute for Environment Studies de l'Université d'Amsterdam.

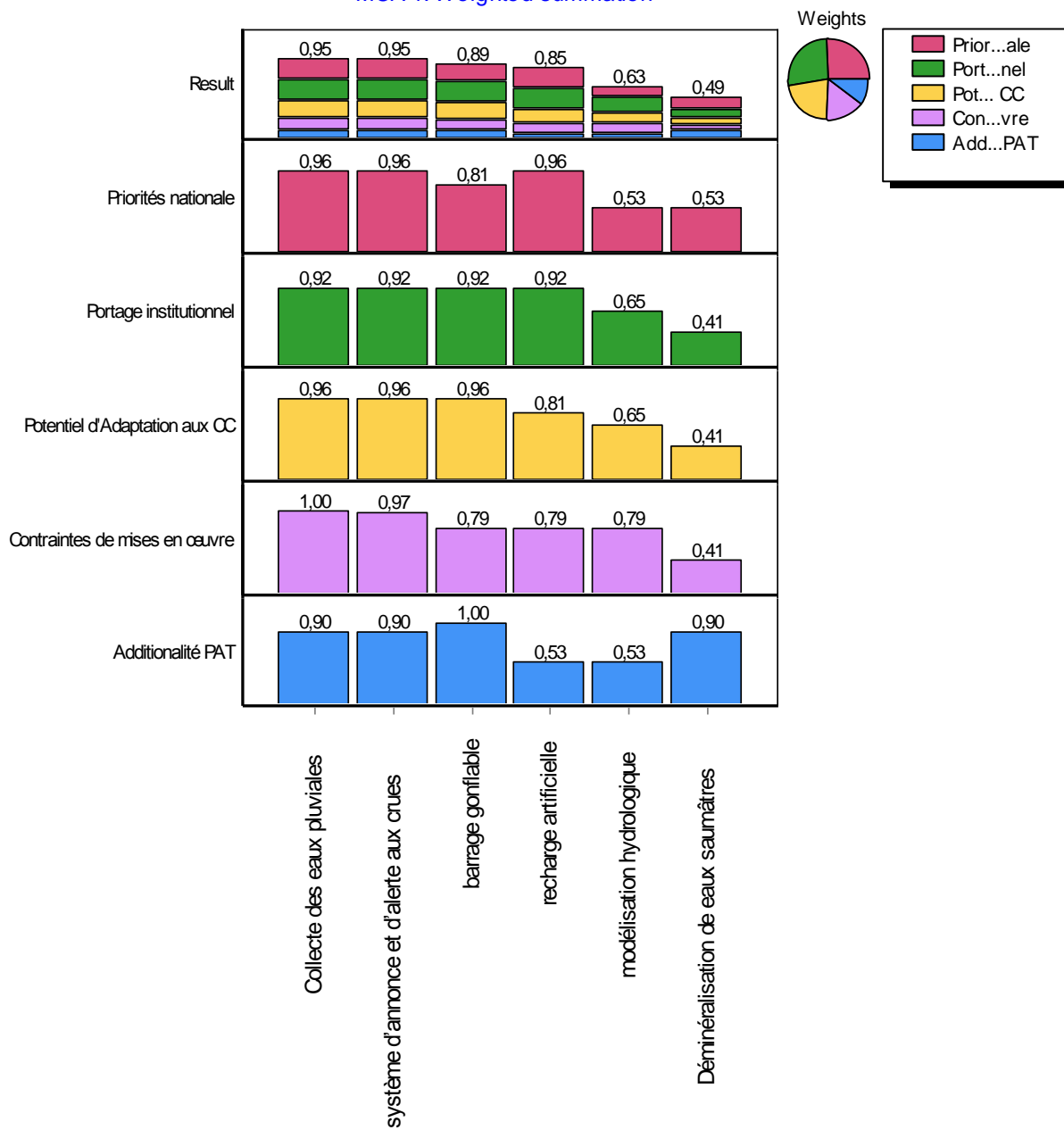
Les résultats de cette analyse multicritères des technologies d'adaptation font l'objet des figures 1, 2 et 3 et du tableau 3 ci-dessous.



a. Hiérarchisation globale des technologies

Figure 1 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées du secteur des Ressources en Eau

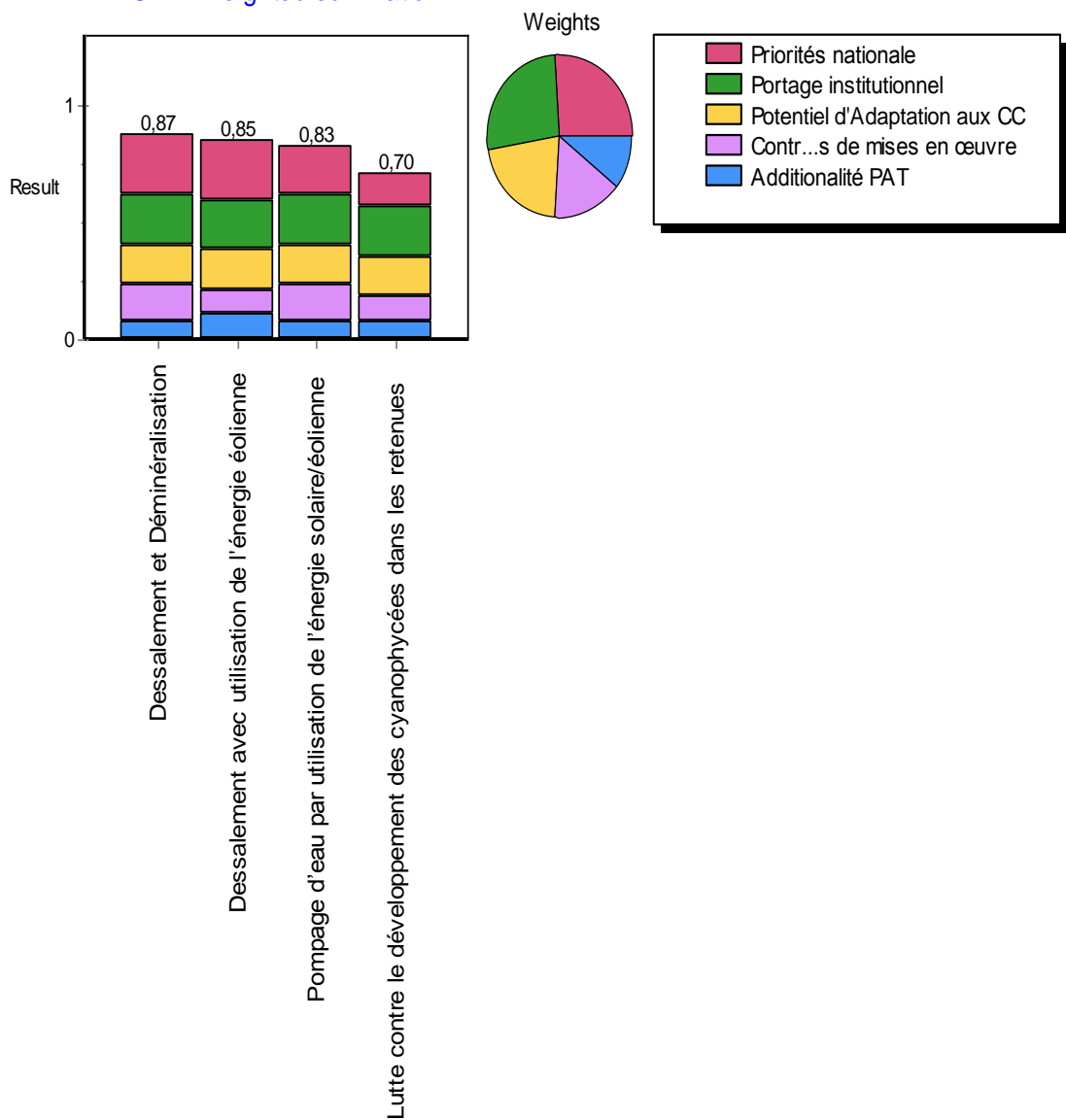
MCA 1: Weighted summation



b. Hiérarchisation par critère de sélection

Figure 1 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées du secteur des Ressources en Eau

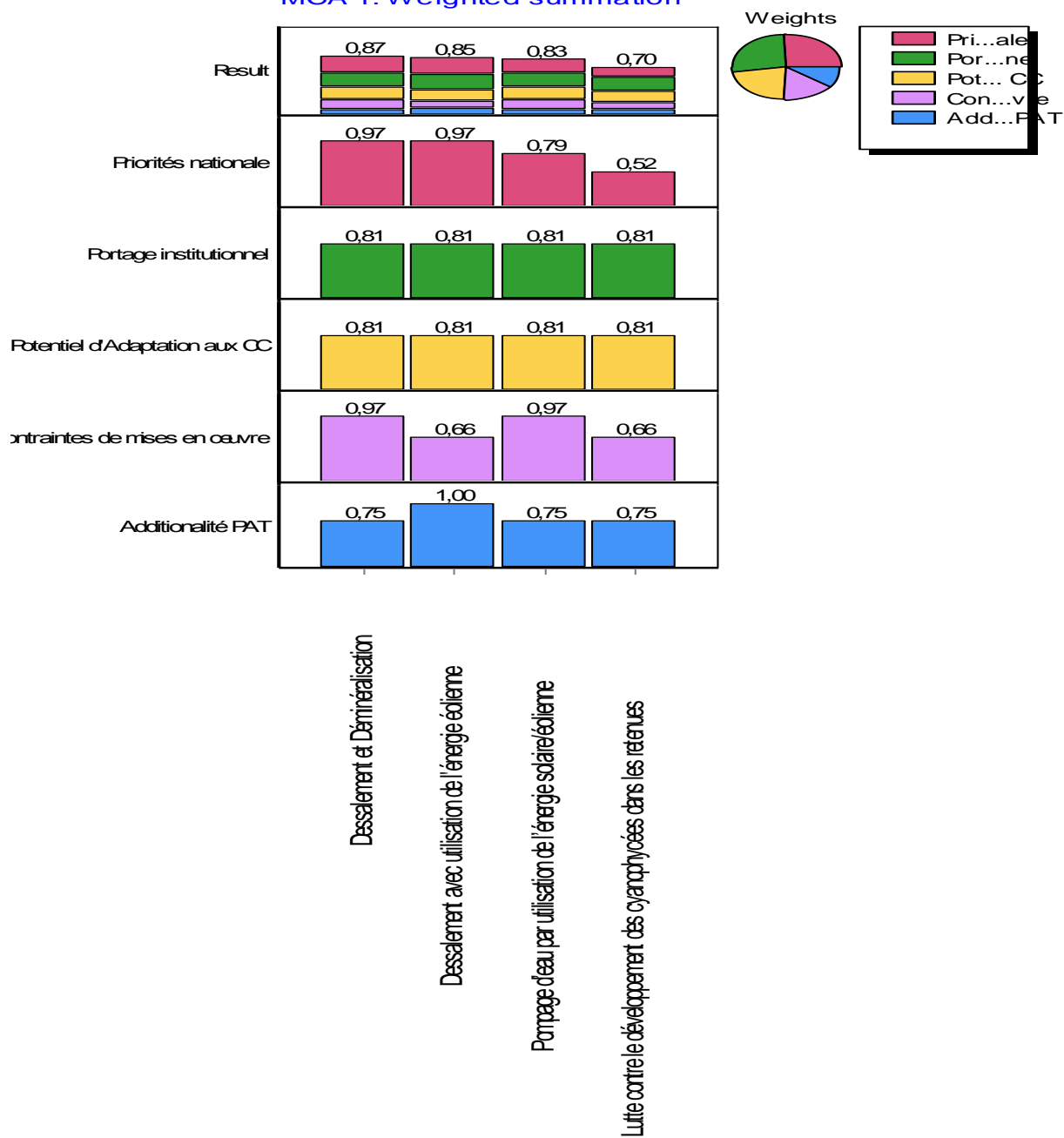
MCA 1: Weighted summation



a. Hiérarchisation globale des technologies

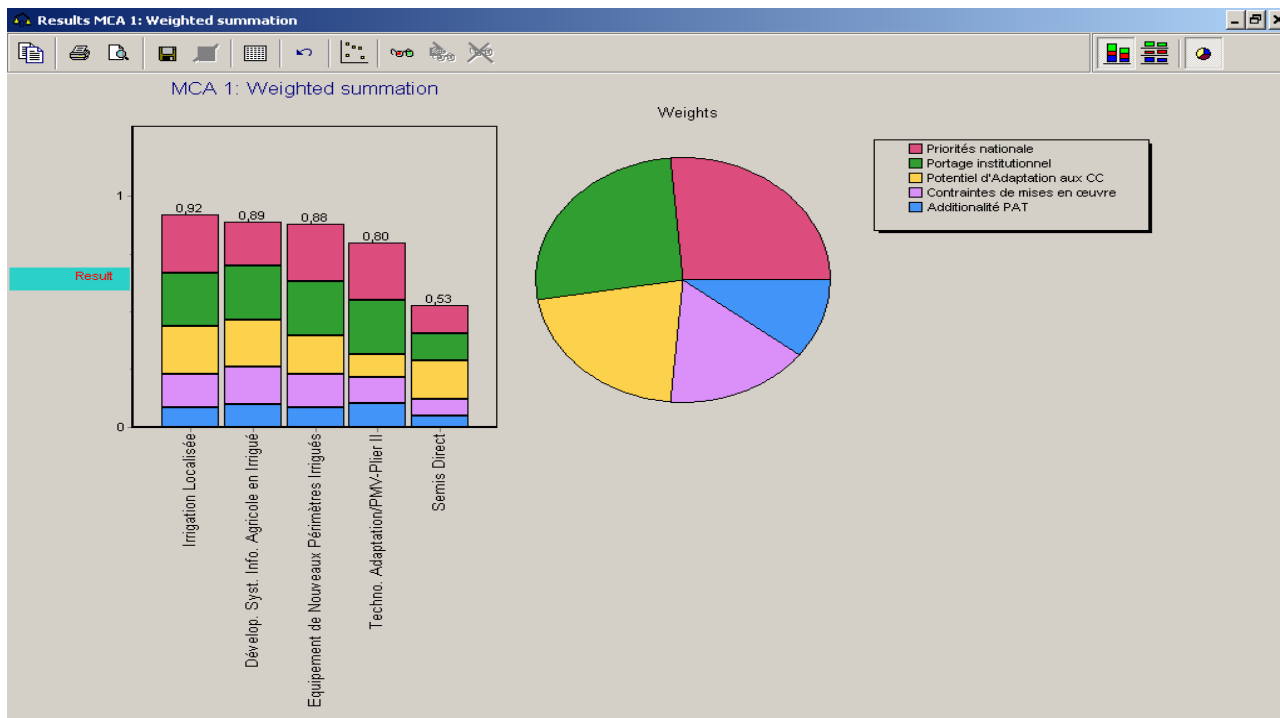
Figure 2 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées du secteur de l'Eau Potable

MCA 1: Weighted summation

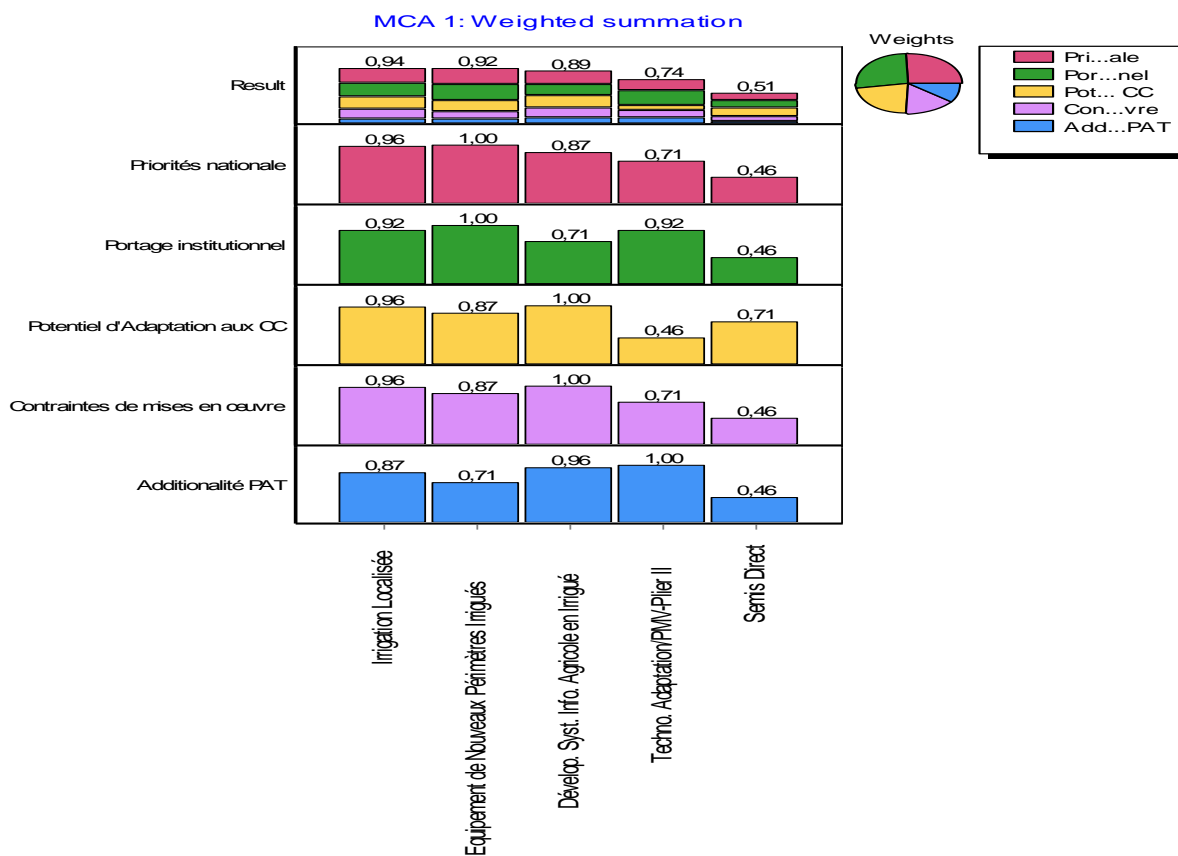


b. Hiérarchisation par critère de sélection

Figure 2 : Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation identifiées du secteur de l'Eau Potable



a. Hiérarchisation globale des technologies

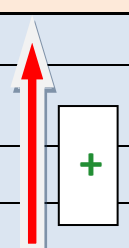


b. Hiérarchisation par critère de sélection

Figure 3: Résultats de la hiérarchisation des technologies d'adaptation du secteur agricole


Tableau 3 : Classement final des technologies d'adaptation retenues après le processus de hiérarchisation

Secteur	Technologie	Priorité
Ressources en Eau (Technologies recommandées par le SEEE)	Collecte des eaux pluviales	1
	Système d'annonce et d'alerte aux crues	2
	Barrage gonflable	3
	Recharge artificielle des nappes	4



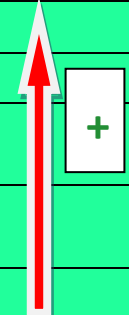
a. Secteur des ressources en eau

Secteur	Technologie	Priorité
Eau Potable (Technologies recommandées par l'ONEP)	Dessalement de l'eau de mer et déminéralisation des eaux saumâtres pour la production de l'eau potable	1
	Dessalement avec couplage des énergies renouvelables	2
	Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable	3



b. Secteur de l'eau potable

Agricole	Techniques d'irrigation localisée	1
	Equipement des Nouveaux Périmètres Irrigués	2
	Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion de Bonnes Pratiques de Conduite de Cultures en Dry Land	3
	Technologies d'Adaptation des petits agriculteurs au changement climatique en appui au Plan Maroc Vert	4
	Technique du semi direct	5



c. Secteur de l'agriculture

5. Technologies d'adaptation retenues après la hiérarchisation des technologies identifiées

Les technologies retenues à l'issue du processus de hiérarchisation sont :

A. Secteur de l'Eau :

A.1. Sous-secteur des ressources en eau :

- ✓ *Collecte des eaux pluviales ;*
- ✓ *Systèmes d'annonce et d'alerte aux crues ;*
- ✓ *Barrages gonflables ;*
- ✓ *Recharge artificielle des nappes.*

A.2. Sous-secteur de l'eau potable:

- ✓ *Dessalement de l'eau de mer pour la production de l'eau potable;*
- ✓ *Dessalement avec couplage des énergies renouvelables;*
- ✓ *Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable.*

B. Secteur de l'Agriculture :

- ✓ *Technique d'irrigation du goût à goût ;*
- ✓ *Equipement des Nouveaux Périmètres Irrigués situés en aval de barrages existants ;*
- ✓ *Technique agricole du semis direct ;*
- ✓ *Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion de Bonnes Pratiques de Conduite de Cultures en Dry Land ;*
- ✓ *Mesures d'adaptation des petits agriculteurs au changement climatique en appui au Plan Maroc Vert*

6. Barrières, mesures de dépassement et cadres propices pour le déploiement à grande échelle des technologies retenues

Pour chacune des technologies ci-dessus, une liste exhaustive des barrières à leur déploiement a été élaborée, ainsi que les mesures de leur dépassement et le cadre propice. Les principales mesures de dépassement sont résumées ci-dessous :

- *le développement d'outils réglementaires incitatifs ;*
- *la facilitation du financement des investissements et le soutien financier de l'Etat ;*
- *l'assouplissement de procédures d'import des technologies économes d'eau ;*
- *l'amélioration de la coordination entre les ministères concernés et les parties prenantes ;*
- *le renforcement de la formation des techniciens spécialisés et des usagers ;*
- *l'encouragement de la recherche-développement ;*
- *l'organisation des usagers dans le cadre d'associations et/ou de fédérations professionnelles ;*
- *le renforcement de la sensibilisation et de l'information du grand public ;*
- *le renforcement des compétences des agences d'exécution des projets agricoles ;*
- *l'organisation de la profession agricole et la mise à niveau des sociétés privées.*

7. Plan d'action et idées de projets

A. Secteur de l'Eau :

Les différentes idées à projet du secteur de l'eau proposées par les parties prenantes sont synthétisées dans le tableau 4 ci-dessous.

On dénombre treize idées à projets réparties en :

- 5 du sous-secteur des ressources en eau (proposées par la Direction Générale de l'Hydraulique) ;

Maroc

- 8 du sous-secteur de l'eau potable (proposées par l'Office National de l'Eau Potable (ONEP).

Le coût unitaire prévisionnel de ces projets varie entre 2 et 50 millions de DH. **Le coût global de ces projets est d'environ 1.5 milliards de DH (soit environ 168 millions de dollars US), réparti en :**

- environ 118 millions de DH (environ 13 millions de dollars US) pour les projets de développement et de mobilisation des ressources en eau et ;
- environ 1.4 milliards de DH pour les projets d'Eau Potable (soit environ 155 millions de dollars US).

Tableau 4 : Liste des idées à projets du secteur de l'eau

Sous-secteur	Num	Idée à projet	Porteur du projet	Coût (Millions DH)	Echéancier
Ressources en eau	1	Collecte des Eaux Pluviales	Direction Générale de l'Hydraulique/DRPE	Coût total du Plan National de Collecte des Eaux Pluviales: 50 millions DH (5.5 millions de dollars US)	2008 et 2030
Ressources en eau	2	Renforcement du système d'annonce de crues	Direction Générale de l'Hydraulique/DRPE	4.4 (0.5 millions de dollars US)	2013-2014
Ressources en eau	3	Barrage gonflable de la commune de Skoura	Direction Générale de l'Hydraulique/DRPE	30 (3.3 millions de dollars US)	2013-2014
Ressources en eau	4	Recharge Artificielle de la Nappe de Guelmim	Direction Générale de l'Hydraulique/DRPE	30 (3.3 millions de dollars US)	2013 – 2014 pour le cas de la nappe de Berrechid Après 2014 (date de réalisation du barrage sur l'oued Essayad) pour le cas de la nappe de Guelmim
Ressources en eau	5	Recharge Artificielle de la Nappe de Berrechid	Agence de Bassin Hydraulique du Bouregreg et de la Chaouiâ	3.5 (0.4 millions de dollars US)	2013-2014

Maroc

Eau potable	6	Renforcement de l'AEP de la Ville de Boujdour par dessalement d'eau de mer ; Q= 120 l/s. Lot 1 : Station de dessalement et équipements des forages : en cours de jugement.	ONEP	150 (16.7 millions de dollars US)	2013-2014
Eau potable	7	Renforcement de l'AEP de la ville de Dakhla ; Q= 200 l/s.	ONEP	250 (27.8 millions de dollars US)	Fin de l'étude : Fin 2014
Eau potable	8	Renforcement de l'AEP de la ville d'Al Hoceima et sa région par dessalement de l'eau de mer ; Q=200 l/s.	ONEP	330 (36.7 millions de dollars US)	Etudes : Mai 2012- Avril 2014 Travaux : Avril 2015- Décembre 2016.
Eau potable	9	Renforcement de l'AEP de la ville de Laâyoune par dessalement d'eau de mer ; Q= 300 l/s.	ONEP	350 (38.9 millions de dollars US)	Achèvement études et mobilisation financement : 2013 Début travaux : 2014 Mise en service : 2015.
Eau potable	10	Renforcement de l'AEP de la ville de Sidi Ifni, centres et douars avoisinants par dessalement d'eau de mer ; Q= 200 l/s	ONEP	230 (25.5 millions de dollars US)	Etude de faisabilité en cours. Début Travaux : 2014 Mise en service prévisionnelle : 2015-2016.
Eau potable	11	Renforcement de l'AEP de la ville de Zagora par déminéralisation des eaux souterraines ; Q = 60 l/s.	ONEP	50 (5.5 millions de dollars US)	Etudes : Fin 2012 Travaux : Vingt et Un (21) mois.
Eau potable	12	Renforcement de l'AEP De La Ville de Tarfaya par dessalement d'eau de me et utilisation des énergies renouvelables; Q= 40 l/s	ONEP	35 (3.9 millions de dollars US)	Achèvement des études et mobilisation financement : 2014 Début travaux : 2015 Mise en service : 2016

Maroc

Eau potable	13	Lutte contre le développement des cyanophycées toxiques dans les ouvrages d'eau potable	ONEP	2 (0.22 millions de dollars US)	Lancement de l'étude : mi- 2013 Fin de l'étude : début 2014
-------------	----	---	------	------------------------------------	--

B. Secteur de l'Agriculture :

Les différentes idées à projet du secteur de l'agriculture proposées par les parties prenantes sont synthétisées dans le tableau 5 ci-dessous. On dénombre sept idées à projets agricoles, avec des coûts prévisionnels unitaires variant entre 60 millions de DH (6.7 millions de dollars US) et 37 milliards de DH (4.1 milliards de dollars US). **Le montant total de tous ces projets s'élève à environ 59 milliards de DH (soit environ 6.6 milliards de dollars US).**

Tableau 5 : Liste des idées à projets du secteur de l'agriculture

Secteur	Num	Idée à projet	Porteur du projet	Coût Global	Echéancier
Agriculture	9	Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI).	MAPM/Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole	37 milliards de DH (4.1 milliards de dollars US)	2008 - 2020
Agriculture	10 A	Projet d'Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre de Dar Akoubaa dans la province de Chefchaouen.	MAPM/Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole	60 Millions de DH. (6.7 millions de dollars US)	2011-2014
Agriculture	10 B	Projet d'Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre du Ksob dans la province d'Essaouira	Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole	100 Millions de DH. (11 millions de dollars US)	2011 - 2014
Agriculture	10 C	Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre du Mharjat-Arjat dans la province de Tétouan	Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole	180 Millions de DH. (20 millions de dollars US)	2011 - 2014
Agriculture	11	Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion des Bonnes Pratiques Agronomiques en Dry land	Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV)	153 millions de DH (17 Millions de dollars US)	2013-2017
Agriculture	12	Développement et commercialisation des semoirs pour le Semis Direct au Maroc, à un prix abordable pour petits et moyens agriculteurs.	Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)	270 millions de DH (30 millions de dollars US).	2013-2020
Agriculture	13	Adaptation des petits agriculteurs au changement climatique en appui au Plan Maroc Vert	MAPM/ADA	21.3 milliards de DH (2,37 milliards de dollars US)	2008-2020

ANNEXE :

**DESCRIPTION SOMMAIRE DES TECHNOLOGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES
RETENUES DANS LE CADRE DU PLAN D'ACTION TECHNOLOGIQUE**

1. Technologies d'adaptation du sous-secteur des ressources en eau

1.1. Collecte des eaux pluviales

Cette technologie consiste à récupérer l'eau de pluie sur les toitures des maisons et son transport par des gouttières et d'autres canalisations jusqu'à des réservoirs de stockage, en vue de son utilisation pour la satisfaction des besoins en eau domestiques, agricoles, urbaines, etc.

Cette technologie permettra :

- d'économiser un volume d'eau important par an, de soulager les nappes surexploitées et de réduire le nombre de captages (barrages, puits, forages...) à réaliser ;
- de mettre à disposition de la population rurale une ressource en eau, permettant de satisfaire les besoins de son développement socio-économique (besoins domestiques, agricoles, etc);
- d'améliorer les conditions de vie de la population rurale.

1.2. Systèmes d'annonce de crues

Ces systèmes englobent :

- le renforcement des réseaux d'observation hydro-climatiques au sol et en altitude, ainsi que des moyens de la télédétection (radar, satellite, foudre) ;
- l'équipement des bassins versants vulnérables au risque d'inondations par des systèmes de télémessure hydrologique et d'annonce de crues (radar, satellite, foudre) adaptés (à chaque bassin) ;
- l'équipement des ABHs par du matériel et des logiciels de modélisation numérique de prévision à très courte échéance et à très haute résolution ;
- l'équipement des services centraux du SEEE avec du matériel permettant la consolidation et la gestion intégrée des données d'annonce de crues au niveau national.

Ces technologies permettront :

- d'anticiper la connaissance de la genèse des crues ;
- de prévenir des inondations et de leur importance;
- de limiter les conséquences désastreuses des inondations sur la sécurité de la population et sur ses biens ;
- une gestion optimale des retenues des barrages (lâchers, vidange, etc).

1.3. Barrages gonflables

Ces ouvrages (barrages gonflables, du type "Rubber Tube Dam") sont constitués d'une membrane en caoutchouc renforcé (gonflée à l'air ou à l'eau), accrochée par une ligne d'ancrage sur un massif en béton.

Cette technologie permettra :

- de mobiliser des ressources en eau superficielles à faible coût (par rapport aux barrages classiques) ;
- d'avoir une bonne capacité de régulation des eaux superficielles;
- d'utiliser des matériaux conventionnels ;
- de faire une maintenance réduite et moins coûteuse ;
- de lutter contre l'envasement des retenues des barrages ;
- de mieux valoriser les ressources en eau superficielles mobilisées en milieu rural ;
- d'améliorer les conditions socio-économiques de la population rurale.

1.4. Recharge artificielle des nappes

Cette technologie consiste à stocker dans le sous-sol de grands volumes d'eau excédentaires d'origines diverses (eaux superficielles des cours d'eau, eaux des barrages, eau de pluie récupérée, eau usée épurée, etc) pour qu'ils soient prélevés et utilisés ultérieurement pendant les périodes déficitaires (sécheresses prolongées).

Plusieurs dispositifs de la recharge artificielle des nappes (RAN) sont utilisés dans le monde, chacun est adapté à un contexte hydrogéologique et climatique particulier (nappe superficielle, nappe profonde, nappe côtière, nappe en milieu poreux, nappe en milieu fissuré, etc).

La recharge artificielle des nappes devra se faire à chaque fois qu'il y'a un excédent d'eau superficielle (années pluvieuses). Elle permettra de:

Maroc

- ✓ faire une gestion intégrée des ressources en eau des bassins hydrauliques ;
- ✓ de reconstituer les réserves d'eau des nappes déficitaires : un objectif de stockage de 180 Mm³/an a été fixé par la stratégie nationale de l'eau ;
- ✓ considérer les nappes en réservoirs souterrains stratégiques, à utiliser uniquement en cas de besoin (sécheresse, pollution des eaux superficielles, etc) ;
- ✓ lutter contre l'invasion des eaux marines dans les nappes côtières.
- ✓ éviter les pertes d'eau par évaporation dans les retenues de barrages et les lacs d'eau, notamment dans les zones semi-arides et arides (grande partie du territoire national);
- ✓ maintenir ou soutenir le débit des cours d'eau et le niveau des lacs naturels;
- ✓ lutter contre les risques d'inondations, en vidant partiellement (ou totalement) les retenues des barrages situées en amont des zones inondables ;
- ✓ améliorer la qualité de l'eau des nappes saumâtres en la mélangeant avec l'eau moins minéralisée.

2. Technologies d'adaptation du sous-secteur de l'eau potable

2.1. Dessalement de l'eau de mer

Le dessalement de l'eau de mer est une technologie éprouvée, basée sur la séparation du sel et de l'eau par des membranes semi-perméables, avec utilisation d'une haute pression (qui oblige l'eau à traverser ladite membrane) : osmose inverse.

L'énergie requise par l'osmose inverse est d'origine électrique, consommée principalement par les pompes de haute pression.

Cette technologie permettra de :

- ✓ utiliser une ressource en eau non conventionnelle pour prévenir la saturation des ressources en eau conventionnelle du pays à l'horizon 2020 ;
- ✓ soulager les nappes surexploitées, dont le niveau de certaines a baissé de plus de 70 m (nappes de Souss, du Haouz, du Lias du bassin du Saiss, etc) ;
- ✓ satisfaire les besoins en eau potable et industrielle en perpétuelle augmentation ;
- ✓ améliorer les conditions socio-économiques de la population concernée.

2.2. Elimination des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable.

Cette technologie a pour but d'éliminer des cyanobactéries toxiques au niveau des unités de traitement de l'eau potable, tout en intégrant le volet impact des changements climatiques sur la prolifération de ces bactéries.

Cette technologie permettra de :

- ✓ améliorer la qualité de l'eau des retenues des barrages destinées à la production de l'eau potable ;
- ✓ réduire le coût de production de l'eau potable ;
- ✓ augmenter le degré d'adaptation du secteur de l'eau potable aux effets néfastes des changements climatiques, caractérisés par une augmentation des températures de l'air, favorisant le développement des cyanophycées toxiques dans les retenues des barrages.

3. Technologies d'adaptation de l'agriculture

3.1. Irrigation localisée

L'irrigation localisée est le moyen le plus efficace pour économiser l'eau en irrigation. Elle apporte la quantité d'eau requise directement à la plante par le biais d'un tuyau en caoutchouc, empêchant de ce fait des pertes dues à l'évaporation, le ruissellement ou l'infiltration.

Les systèmes d'irrigation localisée sont généralement plus efficaces que les techniques d'irrigation gravitaires et par aspersion, avec une efficacité potentielle à la parcelle de 90 % par rapport aux systèmes d'irrigation gravitaire dont l'efficacité potentielle est de 70 %.

Maroc

Même si le système d'irrigation localisée requiert de l'énergie pour la mise en pression (2 bar), il est moins exigeant en énergie que l'irrigation par aspersion (3,5 bar).

Le système de goutte à goutte permet de :

- faire des économies substantielles sur les ressources en eau. Le programme National d'Economie de l'Eau en Irrigation (PNEEI) prévoit une économie d'environ 1,4 milliard de m³/an;
- valoriser le m³ d'eau mobilisé ;
- réduire la pollution des ressources en eau par la maîtrise des apports d'eau et des fertilisants ;
- réduire la vulnérabilité du milieu rural aux changements climatiques ;
- créer l'emploi à travers l'intensification de la mise en valeur agricole à l'amont et à l'aval de l'activité agricole.

3.2. Equipement de nouveaux périmètres irrigués

Ces technologies visent l'extension et la réhabilitation des périmètres d'irrigation associés aux barrages existants ou programmés et portant sur près de 140 640 ha. Elles permettront de valoriser près de 1,2 Milliard de m³ d'eau actuellement sous valorisés ou perdus à la mer. Le coût global du programme est estimé à 18,2 milliards de Dh.

Les périmètres d'extension de l'irrigation sont conçus en réseau basse pression et avec prise sur les barrages pour l'adoption des techniques d'irrigation économes d'eau et pour l'utilisation de la pression hydraulique disponible au niveau des barrages.

Ces technologies permettront de :

- étendre et réhabiliter des périmètres d'irrigation associés aux barrages existants ou programmés et portant sur près de 140 640 ha ;
- valoriser près de 1,2 Milliard de m³ d'eau actuellement sous valorisés ou perdus en mer ;
- améliorer la valeur ajoutée agricole;
- créer de l'emploi en milieu rural et de réduire l'exode rural;
- améliorer la balance commerciale du pays;
- contribuer à la sécurité alimentaire par la stabilisation de la production ;
- avoir une meilleure adaptation de l'agriculture marocaine aux changements climatiques par une meilleure maîtrise des ressources en eau.

3.3. Développement d'un Système d'Information Agricole en Irrigué et Diffusion des Bonnes Pratiques de Conduite de Cultures en Dry Land

Il s'agit de mettre en place un package technologique hard et soft, ayant un impact important sur l'adaptation aux changements climatiques. Ces technologies comportent deux composantes principales :

Composante I : Agriculture irriguée : Développement d'un Système d'Information Agricole pour le transfert de l'innovation, l'économie d'eau et la gestion de l'irrigation ;

Composante II : Agriculture pluviale : Diffusion des bonnes pratiques de conduite des cultures pour l'adaptation du secteur agricole marocain pluvial au Changement Climatique.

Ces technologies permettront :

- une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau ;
- une augmentation de la réserve utile du sol ;
- le développement de nouvelles spéculations ayant des faibles besoins en eau ;
- une meilleure protection de l'environnement (technologie verte, non polluante) ;
- une restauration des terres dégradées ;
- une meilleure lutte contre la désertification et l'érosion ;
- une meilleure préservation des ressources naturelles et le maintien de la biodiversité.

3.4. Semi direct

Le semis direct est un système de production agricole qui permet la conservation de l'eau et des sols. Il est réalisé à l'aide d'opérations culturales simplifiées, basé sur l'utilisation de la technologie du semoir spécial pour le semis direct. Cette machine permet de déposer l'engrais et les semences dans le sol en un seul et unique passage sans aucun travail des sols au préalable (zéro labour ou non labour).

De ce fait, cette technologie permet de réduire le nombre de passages sur les parcelles agricoles et par conséquent la consommation en carburant, de réduire les émissions de carbone dues aux travaux de manipulation et de préparation des sols et l'utilisation d'un nombre limité de machines dans la production agricole.

Le semis direct permet de produire plus avec moins d'interventions sur les parcelles et de mieux valoriser les ressources limitées en eau et en sol. De même, il permet de réduire les émissions de CO₂ et d'en fixer plus par les plantes pour de meilleures productions agricoles.

Le développement d'un semoir national de semis direct et sa mise en vente sur le marché national à un prix abordable pour les agriculteurs et les entrepreneurs des services agricoles s'avère nécessaire pour la promotion et la diffusion du semis direct et d'une agriculture de conservation durable au Maroc.

Cette technologie permettra:

- de réduire l'investissement agricole dès le début de la campagne par la réduction du nombre de passages, la réduction des doses de semis, des besoins en main d'œuvre agricole (qui devient de moins en moins disponible);
- le non retournement des sols, qui réduit l'évaporation des eaux reçues de la pluviométrie et par conséquent augmente la probabilité de meilleures productions agricoles (grains et matières sèches d'affouragement) ;
- une meilleure utilisation de l'eau et donc une meilleure valorisation ;
- de contrôler l'érosion des sols et par conséquent les infrastructures (routes, assainissement, barrage, etc.) situés plus en aval.

3.5. Technologies d'adaptation au changement climatique au titre du Pilier II du Plan Maroc Vert

Les principales technologies d'adaptation à intégrer dans les projets pilier II du Plan Maroc Vert sont :

- Acquisition des unités de fabrication et de valorisation des aliments de bétail à base des sous-produits agricoles (cactus, grignon des olives,...) ;
- Recours aux technologies d'adaptation au changement climatique ci-après :
- Génétiques (la variété améliorée, les plants fruitiers certifiés et la semence certifiée) ;
- Economie d'eau (la date de semis précoce, le semis direct, l'irrigation d'appoint, la collecte des eaux pluviales à la surface des parcelles (banquettes, cuvettes,...) ;
- Gestion intégrée des cultures (fertilisation, traitement phytosanitaire, désherbage, etc.).

Pr. Mohamed Sinan

Expert en Ressources en Eau et en Changements Climatiques

Directeur de la Recherche. Ecole Hassania des Travaux Publics.

Rabat, Maroc, Septembre 2012.