

Royaume du Maroc

Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Souss-Massa

L'Étude de Vérification auprès du Secteur
Privé pour la Diffusion de Technologies
Japonaises pour l'Agriculture Économe En
Eau En Zone Aride
Rapport final

Novembre, 2017

Japan International Cooperation Agency

Tottori Resource Recycling, Inc.

I. CONTEXTE

Pour le développement de l'agriculture au Maroc, l'utilisation efficace de l'eau est l'une des questions cruciales. Selon les chiffres mentionnés dans "L'AGRICULTURE MAROCAINE EN CHIFFRES" en 2010, le secteur de l'agriculture contribue à 15% du PIB, à 40% de la main-d'œuvre totale et emploie 80% de la population active en milieu rural. L'agriculture irriguée représente 45% de la valeur ajoutée totale de l'agriculture et 75% des exportations agricoles. Comme la plupart des terres arables sont situées en zones à climat arides à semi-aride, l'utilisation efficace de l'eau est un levier essentiel au développement de l'agriculture marocaine.

La région Souss-Massa est l'une des régions les plus productives du Maroc avec 82% des produits agricoles orientés vers l'exportation. Compte tenu de l'importance de cette région, le gouvernement marocain a engagé une politique de promotion des techniques d'irrigation économes en eau notamment à travers la généralisation des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte.

Selon le Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau du bassin du Souss Massa, le déficit en eau de la nappe souterraine dans cette région s'élève à près de 271 millions de mètres cubes annuellement. L'eau pour l'irrigation est souvent pompée à partir des puits individuels, dont la profondeur de l'eau varie en moyenne de 80 - 100 m, et tend de plus en plus à augmenter. Le coût des charges de l'eau, qui constitue de l'ordre de 10% - 15% du coût moyen total de production augmente en conséquence.

Dans cette région, si cette situation perdure, les terres mises en valeur sous irrigation risquent d'être abandonnées progressivement.

Donc, cette région a besoin d'explorer et de mettre en œuvre davantage de technologies pour la promotion des technologies d'économie d'eau.

Le produit agricole dit "Porous Alpha", une invention de la société japonaise Tottori Resource Recycling Inc peut contribuer à économiser l'eau pour améliorer la structure du sol et la capacité de rétention d'eau. Le Porous Alpha a été déjà testé au Kenya, en Mauritanie et au Sénégal où la récolte de produit avec Porous Alpha a substantiellement augmenté et la consommation d'eau a été diminuée. L'introduction de Porous Alpha dans la région de Souss-Massa améliorera la durabilité de la production végétale et accroîtra le revenu des agriculteurs par la réduction des coûts de l'eau et l'augmentation du rendement.

Pour introduire la technologie de Porous Alpha au Maroc à grande échelle, il est nécessaire (1) d'évaluer l'effet de Porous Alpha et trouver la meilleure utilisation dans la situation du Maroc, (2) de coopérer avec un partenaire qui a pour mission le développement de l'agriculture économe en eau et qui se chargera de la vulgarisation de technologie agricole dans cette région, et (3) d'établir la méthode de mise en marché de Porous Alpha avec une manière durable.

C'est dans ce contexte que cette étude a été conduite.

II. Plan de l'Étude

1. Cadre de coopération

- (1) L'Étude se fait en deux phases (1) la première phase porte sur l'expérimentation à la station de l'ORMVASM (ci-après dénommée l'« Expérimentation ») et (2) la deuxième phase concerne les démonstrations chez les agriculteurs pilotes (ci-après dénommée le « Projet Modèle ») qui aura lieu seulement après que les résultats de l'Expérimentation à la station sont concluants.
- (2) Avant l'Expérimentation, les membres de l'équipe d'Étude composée de Tottori Resource Recycling, Inc., de l'Université de Tottori et de PGI Co., Ltd. (ci-après dénommé l'« Équipe d'Étude de la JICA ») met à la disposition de l'ORMVASM une attestation officielle qui montre que le produit Porous Alpha n'a pas d'impact sur l'environnement selon la réglementation du Japon, et qu'il n'a pas d'effet sur la santé humaine, et également la documentation sur le produit relative aux analyses des composantes de ce produit.
- (3) L'Expérimentation est mise en œuvre, au niveau de la station expérimentale de l'ORMVASM. La mise en œuvre effective de l'Étude est exécutée par l'Équipe d'Étude de la JICA, chargé par la JICA et en collaboration avec elle. La JICA en supervise la mise en œuvre globale conformément à ce procès-verbal.
- (4) Le Projet Modèle est mis en œuvre effectif si les résultats de la première campagne de l'Expérimentation sont tellement concluants et s'il y a des agriculteurs qui sont prêts à participer au Projet Modèle.
- (5) Le Projet Modèle est mis en œuvre au niveau des champs des agriculteurs, et est exécuté par Tottori Resource Recycling, Inc., chargé par la JICA et en collaboration avec elle. La JICA en supervise la mise en œuvre globale conformément à l'accord avec le pays.

2. Objectif

L'objectif est d'expérimenter et de transférer la technologie agricole d'économie d'eau à l'ORMVASM, en diffuser la méthodologie, et en faire profiter les agriculteurs par l'introduction du produit agricole japonais dit « Porous Alpha » qui améliore la structure du sol et la capacité de rétention d'eau, avec l'objectif global d'améliorer la durabilité de la production végétale dans la région de Souss-Massa et d'accroître le revenu des agriculteurs par la réduction des coûts de l'eau et l'augmentation du rendement.

De manière plus précise, le programme vise à atteindre les résultats suivants :

- L'ORMVASM comprendra l'utilisation de la technologie de « Porous Alpha » ainsi que la

méthode de mesure ;

-Les agriculteurs pilotes comprendront l'utilisation de « Porous Alpha », et échangeront leurs expériences lors des séminaires qui seront organisés par la JICA au profit des autres agriculteurs et responsables des coopératives agricoles.

3. Activités

Cette Étude comprend les activités suivantes :

(1) Le transfert de technologie à l'ORMVASM

Formation au Japon sur l'utilisation de Porous Alpha au profit des cadres et techniciens concernées par le projet. Le contenu de la formation au Japon est comme suit :

- ✓ Mécanisme théorique et la méthode d'installation de Porous Alpha
- ✓ Mécanisme théorique, la méthode d'installation, la méthode de mesure et de maintenance des appareils d'analyse utilisés pour cette Étude
- ✓ Exposés sur l'expérience de la recherche agricole de l'Université de Tottori en zone aride.
- ✓ Visite des lieux de fabrication du produit Porous Alpha
- ✓ Visite des stations de recherches agricoles et des laboratoires d'analyse.
- ✓ Visite des champs des agriculteurs

(2) Expérimentation au niveau de la station de l'ORMVASM pour les cultures de tomates et d'haricots verts dans la 1ère phase

(3) Projet Modèle sur la tomate et le haricot vert chez les agriculteurs dans la 2ème phase. Le Projet Modèle est mis en œuvre effectif si les résultats de la première campagne de l'Expérimentation sont tellement concluants et s'il y a des agriculteurs qui sont prêts à participer au Projet Modèle.

(4) La recherche sur la possibilité d'un accès optimisé au Porous Alpha par les agriculteurs à travers la production locale, la mise en marché efficace et la collaboration avec des financiers, dont la subvention gouvernementale

- La vérification de l'environnement réglementaire pour la production et l'investissement local

- L'étude de marché, y compris la segmentation, l'analyse des besoins, recherche de distributeur, possibilité de financement des ventes en collaboration avec les institutions de microfinance et la subvention gouvernementale
- La recherche sur les marchés de matières premières, de production de base, et des moyens de collecte de fonds pour l'investissement pour la réalisation de la fabrication locale de Porous Alpha

4. Produit/Technologie à fournir

Produit	Information
Porous Alpha	Le Porous Alpha est un matériau agricole qui peut améliorer la structure du sol et sa capacité de rétention d'eau. Le Porous Alpha est un produit recyclé à partir de verres et de coquillages au Japon. Son composant principal est le silicate (SiO ₂) et le calcium. Il est déjà vérifié par une institution publique japonaise (Association des services de santé de Tottori) qu'il n'y a pas d'impact négatif tel que la contamination du milieu et des sols par les métaux lourds.
pH mètre	Cet appareil est utilisé pour mesurer le pH du sol avant et après l'utilisation de Porous Alpha
Conductimètre	Cet appareil est utilisé pour mesurer la conductivité électrique qui a une incidence sur le rendement des légumes
Humidimètre	Cet appareil est utilisé pour vérifier l'humidité dans le sol. Il est supposé que le sol avec Porous Alpha a une humidité plus élevée que le sol sans Porous Alpha.

5. Organisation de la mise en œuvre

Côté japonais :

Supervision : JICA

Réalisation : Tottori Resource Recycling, Inc.,

Conseil : Université de Tottori, PGI, Co., Ltd.

Rôle et responsabilité du côté japonais

- Fournir les connaissances pertinentes à l'agriculture dans les zones arides et Porous Alpha durant la formation au Japon
- Être en charge du coût de transport, le logement et l'interprète.

- Fournir Porous Alpha, y compris le coût de transport à la station de l'ORMVASM
- Être en charge du coût de VAT et coût douanière
- Être en charge du coût de personne de Tottori Resource Recycling et conseilles japonais
- Être en charge de la location de tracteur pour l'installation de Porous Alpha pour l'Expérimentation au niveau de la station de l'ORMVASM et le Projet Modèle

Côté marocain :

Supervision à l'échelle nationale : Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (« DIAEA »)

Supervision à l'échelle régionale : Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Souss-Massa (« ORMVASM »)

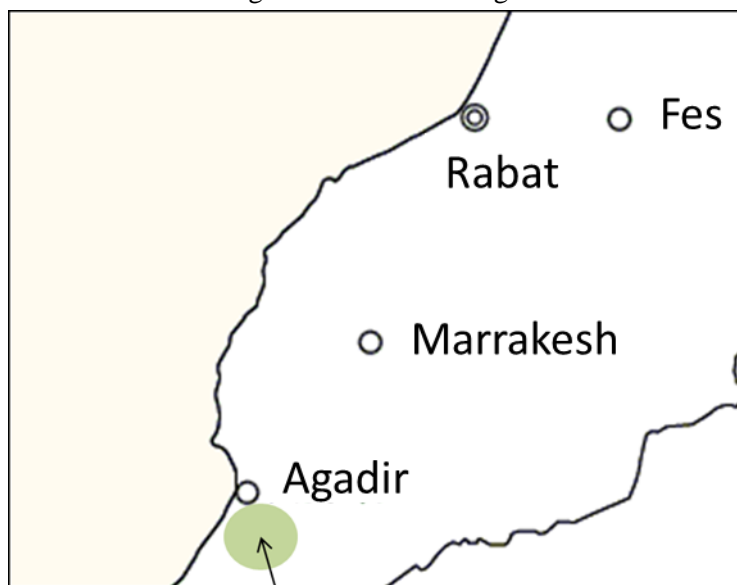
- Tous les frais pour la formation au Japon en dehors des coûts qui sont explicitement mentionnés ci-dessus
- Soutenir l'exemption des membres de l'équipe d'Étude de la JICA de droits de douane, TVA, taxes et autres charges fiscales qui pourraient être imposées au Maroc en rapport avec l'importation, l'achat local de produits et de services (y compris Porous Alpha) nécessaires à l'Étude
- Maintenir Porous Alpha en lieu sûr pour le projet pilote
- Assurer le champ pour l'Expérimentation au niveau de la station de l'ORMVASM
- Installer Porous Alpha pour l'Expérimentation et le Projet Modèle avec l'Équipe de la JICA
- Maintenir et opérer les équipements pour mesurer de données ci-dessous tout au long de la période de mise en œuvre
- Être en charge d'assurer et d'installer des plants de tomate et haricot vert et de produire ces cultures, y compris l'application des engrais et pesticide
- Assurer et installer le système d'irrigation goutte à goutte pour le projet pilot
- Suivre et mesurer des données mentionnées ci-dessous
- Autres données mutuellement agréée Appuyer pour conclure l'accord entre l'équipe de la JICA et les agriculteurs qui participent à Projet Modèle
- Soutenir les agriculteurs qui participent à Projet Modèle pour effectuer la méthode de la production avec Porous Alpha

- Appuyer pour assurer le lieu pour tenue de séminaires pour le partage du résultat de l'Expérimentation au niveau de la station de l'ORMVASM et du Projet Modèle chez les agriculteurs

6. Zone et bénéficiaires cibles

Zone cible : Zone de Massa, Région de Souss-Massa

Bénéficiaires : Les agriculteurs dans la région de Massa



Zone cible
Massa, Souss-Massa-Drâa

7. Durée

Du 4 juin 2015 au 30 novembre 2017

8. Rapport

Le Rapport final sera soumis à l'ORMVASM à la fin de l'Étude.

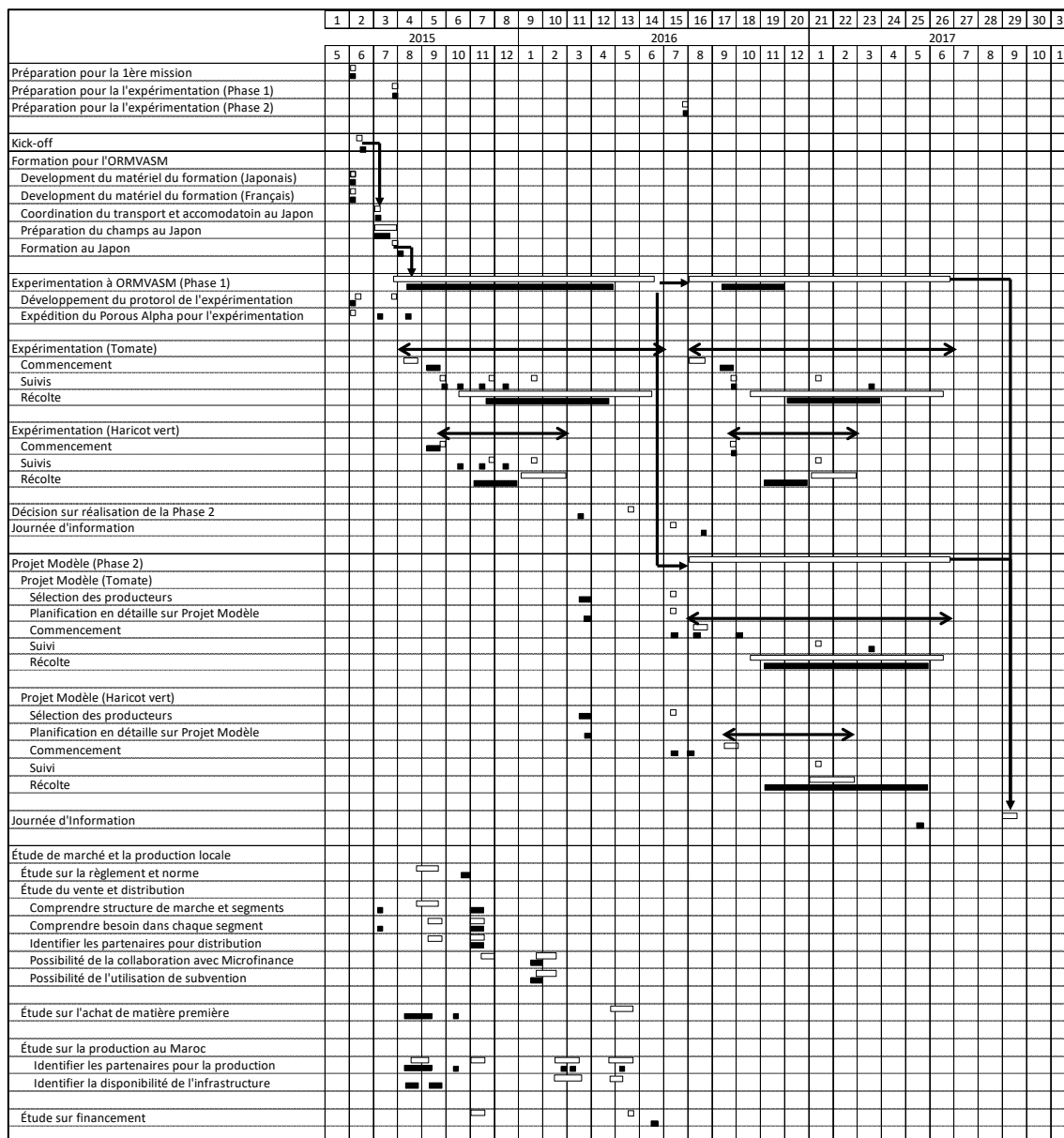
III. Réalisation de projet

1. Calendrier global du projet

Le projet a commencé en juin 2017. Après la 1^{ère} mission au Maroc du Japon, la formation au Japon pour le personnel de la DIAEA et l'ORMVASM. Selon le protocole de l'expérimentation finalisée dans cette formation, la 1^{ère} campagne de la Phase 1 à CATV a commencé au début septembre 2015 pour le haricot vert et la tomate. La production a fini pour le haricot vert à la fin 2016 et pour la tomate à la fin mars 2016.

Basé sur le résultat de la 1^{ère} campagne de la Phase 1 à CATV, l'installation de Porous Alpha pour Phase 2 a commencé à juin 2016. En plus, la 2^{ème} campagne de la Phase 2 à CATV a commencé en septembre 2016. Cette expérimentation à CATV a fini en janvier 2017 pour le haricot vert et en mars 2017 pour la tomate. Les productions dans les producteurs ont fini en août 2017.

Tableau 1 Calendrier du Projet (■ Plan / □ Actuel)



2. La formation au Japon

La formation au Japon pour la DIAEA et l'ORMVASM a eu lieu entre 26 juillet 2015 et 1^{re} août 2016. Voici la liste de participants de la formation.

Tableau 2 Liste des participants de la formation au Japon

No.	Organisation	Title	Nom
1	DIAEA	Chef du Service des Expérimentations, des Essais et de la Normalisation	Mr. Larbi Khajour
2	ORMVASM	Chef du Service de la Vulgarisation et de l'Organisation Professionnelle	Mr. Mohammed Mezgar
3		Chef du Service de la Production Agricole	Mr. Hassan Bellouch
4		Chef du CATV	Mr. Samir Qaci

Voici le calendrier de la formation.

Tableau 3 Calendrier et activités de la formation au Japon

Dates	Activités
25/07	EK752 Casablanca 14h30 -> Dubai (DXB) 01h10(+1)
26/07	EK318 Dubai(DXB) 02h50 -> Narita (NRT) 17h25 Déplacement à Tokyo
27/07	09h30 Départ à l'hôtel 10h00-11h00 Visite à JICA 12h00 – 12h30 Visite à l'ambassade marocaine au Japon 13h00 – 14h30 Déjeuner avec la conseiller de l'ambassade NH297 Haneda (HND) 16h50 -> Tottori (TTJ) 18h05
28/07	Départ à l'hôtel 8h30 Agence de la santé de Tottori 9h00~10h00 Institut Tottori de technologie industrielle (Tottori) 10h30~11h00 Organisation de promotion industrielle Tottori 11h10~11h30 Déjeuner 12h00~13h00 Université Tottori 13h30~17h00 <ul style="list-style-type: none"> • Introduction du recherche de l'Université Tottori sur l'agriculture en zone aride • Introduction de la collaboration entre l'Université Tottori et Tottori Resource Recycling Inc. • Méthode de l'installation de Porous Alpha et l'expérience de l'installations • Lecture sur la démonstration du lendemain à Centre de recherche sur les terres arides de l'Université Tottori • Discussion sur le protocole de l'expérimentation
29/07	Départ à l'hôtel 8h30 Centre de recherche sur les terres arides de l'Université Tottori 9h00~12h00 <ul style="list-style-type: none"> • Introduction du centre par le Chef du centre • Lecture sur le Porous Alpha et l'humidimètre installé dans les champs au centre Déjeuner 12h30~13h30 Gouverneur de la Préfecture de Tottori 15h15~16h00 Discussion sur le protocole de l'expérimentation 16h30~17h30
30/07	Départ à l'hôtel 8h00 Institut Tottori de technologie industrielle (Yonago) 9h30~10h30 Déjeuner 11h45~12h45 Tottori Resource Recycling 13h00~14h00 Institut de recherche sur l'hygiène et l'environnement de Tottori 14h30~16h00
31/07	Départ à l'hôtel 8h30 Discussion sur le protocole de l'expérimentation 9h00~11h30 Déplacement à l'aéroport Tottori 14h00 NH1102 Tottori (TTJ) 14h55 -> Haneda (HND) 16h10
01/08	Hôtel -> Aéroport Narita EK319 Narita (NRT) 22h00 -> Dubai (DXB) 03h40(+1)
02/08	EK751 Dubai(DXB) 07h35 -> Casablanca (CMN) 12h55

Dans cette formation, les participants ont pour objet de bien comprendre la technologie agricole dans zone aride avec le Porous Alpha pour l'expérimentation et la diffusion. Concrètement parlant, ils ont appris les sujets ci-dessous :

- Le processus de la fabrication de Porous Alpha à Tottori Resource Recycling
- La méthode de l'installation, mécanisme, point de précaution á utilisation de Porous

Alpha

- Les activités de la recherche et développement et la vérification de la sécurité par les institutions collaboratives
- La méthode de la mesure de l'humidité du sol y la méthode d'entretien de humidimètre
- Les expériences de recherche sur l'agriculture dans zone aride par l'Université de Tottori

En outre, dans la période de cette formation, les participants et l'équipe de Tottori Resource Recycling ont discuté pour la finalisation du protocole de l'expérimentation.

3. 1^{ère} campagne de la Phase 1

Basé sur le protocole de l'expérimentation la 1^{ère} campagne de la Phase 1 eu a lieu à CATV.

Il y a eu six traitement (2 traitement sur l'utilisation de Porous Alpha, 3 traitement sur le volume de l'irrigation) comme ci-dessous ;

Tableau 4 Liste de traitement de l'expérimentation

No.	La quantité d'irrigation	L'utilisation de présence du Porous Alpha
1 (Témoin)	100% de l'ETM	Sans Porous Alpha
2	100% de l'ETM	Avec Porous Alpha
3	70% de l'ETM	Sans Porous Alpha
4	70% de l'ETM	Avec Porous Alpha
5	50% de l'ETM	Sans Porous Alpha
6	50% de l'ETM	Avec Porous Alpha

(ETM : Evapotranspiration maximale)

Voici la disposition de champs. Il y a eu trois répétitions pour chaque traitement.

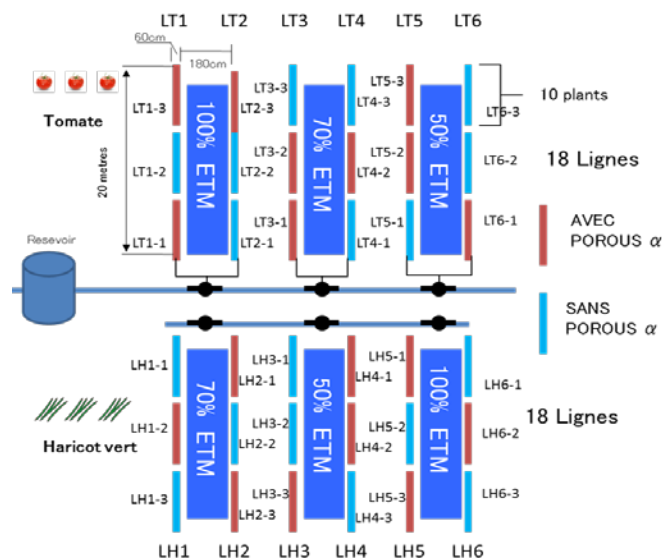


Figure 1 Disposition des champs d'expérimentation

Avant le commencement de la 1^{ère} campagne, l'analyse sur le sol de la production de la tomate s'est effectuée. Il n'y a pas de différence statistique entre la condition avec Porous Alpha et celle sans Porous Alpha, sauf sur le potassium échangeable, le potassium disponible et le sodium disponible qui sont inclus plus dans le sol pour la condition avec Porous Alpha que l'autre.

Tableau 5 Résultat d'analyse sur le sol (physico-chimique) de la tomate avant la 1ère campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Relation C/N	-	8,73	8,83	9,45	9,00	9,28	7,91	8,46	8,55	8,73
Calcium échangeable	meq/100 g	7,04	6,73	6,77	6,85	6,77	7,1	7,07	6,98	7,04
Capacité d'échange cationique (CE 1C0)	meq/100 g	10,3	9,06	8,74	9,37	10,8	8,81	8,29	9,30	10,3
Magnésium échangeable	meq/100 g	1,88	1,54	1,47	1,63	1,68	1,44	1,57	1,56	1,88
Potassium échangeable	meq/100 g	0,2	0,21	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,24	0,2
Sodium échangeable	meq/100 g	< 0,05	< 0,05	< 0,05	N.A.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	N.A.	N.A.
Calcaire Actif	% CaCO ₃	2,24	2,78	2,66	2,56	2,13	2,92	2,02	2,36	2,24
Calcium Disponible	meq/100 g	7,7	6,93	7,34	7,32	7,27	7,12	7,21	7,20	7,7
Conductivité électrique	µS/cm a 20°C	198	195	200	197,67	228	192	229	216,33	198
Magnésium Disponible	meq/100 g	2,5	1,96	1,97	2,14	2,3	1,79	1,96	2,02	2,5
Matière Organique Oxydable	%	1,42	1,08	1,26	1,25	1,31	0,97	1,09	1,12	1,42
Nitrogène Dumas	mg/kg	941	708	772	807,00	819	708	748	758,33	941
pH (extrait 1/2.5)	-	8,16	8,46	8,53	8,38	7,69	8,37	8,42	8,16	8,16

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Phosphore Disponible	mg/kg	341	242	287	290,00	310	254	210	258,00	341
Potassium Disponible	meq/100 g	0,29	0,29	0,27	0,28	0,37	0,35	0,38	0,37	0,29
Sodium Disponible	meq/100 g	0,08	0,07	0,08	0,08	0,13	0,12	0,14	0,13	0,08
Bore	mg/kg	< 0,50	< 0,50	< 0,50	N.A.	< 0,50	< 0,50	< 0,50	N.A.	N.A.
Cuivre	mg/kg	< 10,0	< 10,0	< 10,0	N.A.	< 10,0	< 10,0	< 10,0	N.A.	N.A.
Fer	mg/kg	13,1	12,7	25,1	16,97	22,1	10,9	8,83	13,94	13,1
Manganèse	mg/kg	55,7	44,2	49,3	49,73	55,2	41,5	42,6	46,43	55,7
Zinc	mg/kg	19,8	8,08	12,6	13,49	18,2	9,69	9,19	12,36	19,8

Tableau 6 Résultat d'analyse sur le sol (métaux lourds) de la tomate avant la 1ère campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Cadmium	mg/kg	0.2	0.11	0.13	0.15	0.18	0.1	0.11	0.13	0.2
Chrome	mg/kg	16.2	16.6	16.1	16.30	15.8	16.4	16.9	16.37	16.2
Cuivre	mg/kg	< 2.5	< 2.5	< 2.5	N.A.	< 2.5	< 2.5	< 2.5	N.A.	N.A.
Mercure	mg/kg	< 0.10	< 0.10	< 0.10	N.A.	< 0.10	< 0.10	< 0.10	N.A.	N.A.
Nickel	mg/kg	9.46	9.57	9.51	9.51	9.4	9.36	9.75	9.50	9.46
Plomb	mg/kg	4.7	4.6	4.4	4.57	4.6	4.2	4.3	4.37	4.7
Zinc	mg/kg	30	< 20.0	21.8	N.A.	27.5	< 20.0	< 20.0	N.A.	N.A.

Dans cette expérimentation l'économie d'eau par le Porous Alpha a été vérifiée pour la production de la tomate et le haricot vert. Le Tableau 7 montre le résultat de la comparaison du volume d'eau, la récolte, l'efficacité d'eau y le ratio de produit exportable pour la tomate et le Tableau 8 montre la même pour le haricot vert.

Tableau 7 Résultat de l'expérimentation sur la tomate dans 1ère campagne de la Phase 1

Irrigation	Porous Alpha	Récolte*¹	Volume d'irrigation pour 1ha	Efficacité d'eau*²	Ratio de produit exportable*³
100%	SP	74,6 t/ha	4 077m ³	18,3 kg/m ³	82,1%
	AP	97,5 t/ha		23,9 kg/m ³	84,0%
70%	SP	73,3t/ha	2 904m ³	25,2 kg/m ³	80.8%
	AP	107,0 t/ha		36,8 kg/m ³	86.2%
50%	SP	67,0 t/ha	2 115m ³	31,7 kg/m ³	80,4%
	AP	95,2 t/ha		45,0 kg/m ³	85,1%

Période de la production : Septembre 2015 – Avril 2016

AP : Avec Porous Alpha, SP : Sans Porous Alpha

*1 : Récolte est mesuré par les cinq plants (échantillonnages), qui sont converti à un hectare basé sur la densité de la plantation

*2 : L'efficacité d'eau = Récolte (t/ha) / Volume d'irrigation pour 1 ha * 1000

*3: Ratio de produit exportable = Récolte de Calibre 2 ~ 4 / Récolte total

Tableau 8 Résultat de l'expérimentation sur le haricot vert dans 1ère campagne de la Phase 1

Irrigation	Porous Alpha	Récolte*¹	Volume d'irrigation pour 1ha	Efficacité d'eau*²	Ratio de produit exportable*³
100%	SP	48,1 t/ha	843 m ³	57,1 kg/m ³	72,6 %
	AP	58,3 t/ha		69,2 kg/m ³	75,0 %
70%	SP	42,3t/ha	615m ³	69,8 kg/m ³	68,7%
	AP	53,6t/ha		87,1 kg/m ³	73,6%
50%	SP	43,4 t/ha	462 m ³	93,9 kg/m ³	73,7 %
	AP	58,5 t/ha		126,6 kg/m ³	74,6 %

Période de la production : Septembre 2015 – Décembre 2015

AP : Avec Porous Alpha, SP : Sans Porous Alpha

*1 : Récolte est mesuré par les cinq plants (échantillonnages), qui sont converti à un hectare basé sur la densité de la plantation

*2 : L'efficacité d'eau = Récolte (t/ha) / Volume d'irrigation pour 1 ha * 1000

*3: Ratio de produit exportable = Récolte de Calibre "Fin"et "Ex.Fin" / Récolte total

En même temps, il a été vérifié qu'il n'y a pas d'impact négatif environnemental par Porous Alpha dans la 1^{ère} campagne basée sur le résultat d'analyse sur le fruit et le sol. Le Tableau 9 et le Tableau 10 montrent les résultats d'analyse sur le fruit de tomate. Le Tableau 11 et le Tableau

12 montrent le résultat d'analyse sur le fruit du haricot vert. Aucune différence statistique entre le fruit avec Porous Alpha et le fruit sans Porous Alpha n'a pas été identifiée dans ces résultats. En outre, le Tableau 13 et le Tableau 14 montrent les résultats d'analyse sur le sol. Sauf le calcaire total, aucune différence statistique entre le sol avec Porous Alpha et le sol sans Porous Alpha n'a pas été identifiée. Concernant le calcaire total, la valeur avec Porous Alpha est moins que celle sans Porous Alpha. Mais, la valeur de calcaire total doit être moins de 15%. Donc ce n'est pas le problème même si la valeur est basse.

Voici le Résultat d'analyse sur le fruit de la tomate de la 1^{ère} campagne. Il n'y a pas de différence statistique entre la condition avec Porous Alpha et celle sans Porous Alpha.

Tableau 9 Résultat d'analyse chimique sur le fruit de la tomate de la 1^{ère} campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student p-valeur
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	
Bore	mg/kg	< 5,00	< 5,00	< 5,00	NA	< 5,00	< 5,00	< 5,00	NA	NA
Calcium	%	0,5	0,07	0,11	0,23	0,09	0,08	0,04	0,07	0,32
Cuivre	mg/kg	<5,00	< 5,00	< 5,00	NA	< 5,00	< 5,00	< 5,00	NA	NA
Fer	mg/kg	110	21,3	25,5	52,27	24	31,7	17,5	24,40	0,39
Magnésium	%	0,4	0,08	0,13	0,20	0,1	0,13	0,06	0,10	0,35
Manganèse	mg/kg	<5,00	< 5,00	< 5,00	NA	< 5,00	< 5,00	< 5,00	NA	NA
Molybdène	mg/kg	<10,0	< 10,0	< 10,0	NA	< 10,0	< 10,0	< 10,0	NA	NA
Phosphore	%	0,58	0,13	0,19	0,30	0,17	0,21	0,1	0,16	0,39
Potassium	%	2,87	3,01	3,48	3,12	3,03	3,57	2,73	3,11	0,98
Sodium	mg/kg	<250	< 250	< 250	N.A.	< 250	< 250	< 250	N.A.	N.A.
Soufre	%	0,15	0,06	0,08	0,10	0,08	0,08	0,06	0,07	0,45
Zinc	mg/kg	5	< 5,00	< 5,00	5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	N.A.	N.A.
Chlorure	mg/kg	2188	3605	3840	3.211,00	3475	3671	4541	3.895,67	0,33
Nitrogène Dumas	%	3,62	1,55	1,71	2,29	1,5	1,81	1,51	1,61	0,37

Tableau 10 Résultat de teneur des éléments de métaux lourds dans le fruit de la tomate de la 1ère campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Cadmium	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	N.A.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	N.A.	N.A.
Chrome	mg/kg	< 0,10	< 0,10	< 0,10	N.A.	< 0,10	< 0,10	< 0,10	N.A.	N.A.
Cuivre	mg/kg	< 1,00	< 1,00	< 1,00	N.A.	< 1,00	< 1,00	< 1,00	N.A.	N.A.
Mercure	mg/kg	< 0,04	< 0,04	< 0,04	N.A.	< 0,04	< 0,04	< 0,04	N.A.	N.A.
Nickel	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	N.A.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	N.A.	N.A.
Plomb	mg/kg	0,06	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,22
Zinc	mg/kg	2,04	1,08	2,85	1,99	1,02	1,34	< 1,00	N.A.	N.A.

Voici le Résultat d'analyse sur le fruit du haricot vert de la 1ère campagne. Il n'y a pas de différence statistique entre la condition avec Porous Alpha et celle sans Porous Alpha.

Tableau 11 Résultat d'analyse chimique sur le fruit du haricot vert de la 1ère campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Bore	mg/kg	< 5,00	< 5,00	< 5,00	N.A.	< 5,00	< 5,00	< 5,00	N.A.	N.A.
Calcium	%	0,5	0,5	0,46	0,49	0,44	0,47	0,52	0,48	0,36
Cuivre	mg/kg	<5,00	< 5,00	< 5,00	N.A.	< 5,00	< 5,00	< 5,00	N.A.	N.A.
Fer	mg/kg	110	115	87,9	104,30	91,6	125	88,1	101,57	0,43
Magnésium	%	0,4	0,41	0,4	0,40	0,38	0,4	0,44	0,41	0,43
Manganèse	mg/kg	<5,00	< 5,00	< 5,00	N.A.	< 5,00	< 5,00	< 5,00	N.A.	N.A.
Molybdène	mg/kg	<10,0	< 10,0	< 10,0	N.A.	< 10,0	< 10,0	< 10,0	N.A.	N.A.
Phosphore	%	0,58	0,59	0,52	0,56	0,54	0,57	0,58	0,56	0,50
Potassium	%	2,87	2,99	2,56	2,81	2,85	3	2,91	2,92	0,22
Sodium	mg/kg	<250	< 250	< 250	N.A.	< 250	< 250	< 250	N.A.	N.A.
Soufre	%	0,15	0,16	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	N.A.
Zinc	mg/kg	5	< 5,00	< 5,00	5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	N.A.	N.A.
Chlorure	mg/kg	2188	2731	2418	2,445,67	2377	2357	3356	2,696,67	0,26
Nitrogène Dumas	%	3,62	3,76	3,36	3,58	3,62	3,6	4,12	3,78	0,19

Tableau 12 Résultat de teneur des éléments de métaux lourds dans le fruit du haricot vert de la 1ère campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Cadmium	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	NA	< 0,01	< 0,01	< 0,01	NA	NA
Chrome	mg/kg	< 0,10	< 0,10	< 0,10	NA	< 0,10	< 0,10	< 0,10	NA	NA
Cuivre	mg/kg	< 1,00	< 1,00	< 1,00	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	NA	NA
Mercure	mg/kg	< 0,04	< 0,04	0,04	0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	NA	NA
Nickel	mg/kg	< 0,05	0,06	0,09	0,08	0,1	0,08	0,05	0,08	0,47
Plomb	mg/kg	0,07	0,11	0,06	0,08	0,1	< 0,01	0,12	0,11	0,12
Zinc	mg/kg	3,22	3,93	4,1	3,75	3,8	3,8	4,66	4,09	0,22

Voici le résultat d'analyse (physico-chimique) sur le sol de la tomate de la 1^{ère} campagne Concernant le calcaire total, la valeur avec Porous Alpha est moins que celle sans Porous Alpha. Mais, la valeur de calcaire total doit être moins de 15%. Donc ce n'est pas le problème même si la valeur est base.

Tableau 13 Résultat d'analyse sur le sol (physico-chimique) de la tomate après la 1ère campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Conductivité électrique	ms/cm	0,2	0,18	0,22	0,20	0,18	0,16	0,23	0,19	0,35
Calcaire Actif	%	3,1	3,1	2,6	2,93	2,5	3,1	2,9	2,83	0,35
Calcaire Total	%	12,8	13,1	12,6	12,83	11,8	11,4	11,6	11,60	0,00
pH	-	8,7	8,9	8,7	8,77	8,6	8,9	8,9	8,80	0,40
Ammonium	mg/100g	0,63	0,58	0,5	0,57	0,54	0,57	0,84	0,65	0,24
Calcium	mg/100g	6,61	6,61	7,61	6,94	5,85	5,26	7,22	6,11	0,14
Chlorures	mg/100g	10,7	6,75	10,74	9,40	6,14	5,13	10,13	7,13	0,16
Magnésium	mg/100g	4,22	3,46	4,11	3,93	3,89	3,01	4,12	3,67	0,28

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Nitrate	mg/100g	1,09	1,01	1,55	1,22	1,22	0,96	2,65	1,61	0,26
Phosphore	mg/100g	1,03	0,68	0,69	0,80	1,22	0,65	0,89	0,92	0,29
Potassium	mg/100g	1,75	0,95	1,01	1,24	1,14	1,46	3,07	1,89	0,19
Sodium	mg/100g	5,26	4,62	6,01	5,30	5,03	4,84	5,27	5,05	0,29
Cuivre	mg/kg	1,05	0,77	0,76	0,86	0,95	0,7	0,89	0,85	0,46
Fer	mg/kg	3,84	3,18	3,41	3,48	3,62	2,77	3,29	3,23	0,24
Manganèse	mg/kg	7,81	6,12	8,22	7,38	5,57	4,68	9,96	6,74	0,37
Zinc	mg/kg	4,81	2,63	5,27	4,24	5,25	2,12	2,78	3,38	0,27

Voici le résultat d'analyse (métaux lourds) sur le sol de la tomate de la 1^{ère} campagne.

Tableau 14 Résultat d'analyse sur le sol (métaux lourds) de la tomate avant la 1^{ère} campagne (Analysé par AGQ)

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Cadmium	mg/kg	0,29	0,21	0,25	0,25	0,28	0,18	0,25	0,24	0,37
Chrome	mg/kg	24,57	19,76	23,43	22,59	23,25	20,12	23,67	22,35	0,45
Cuivre	mg/kg	7,93	5,31	6,94	6,73	7,35	5,74	6,21	6,43	0,38
Mercure	mg/kg	0,02	0,02	0	0,02	0	0	0,02	0,02	0,26
Nickel	mg/kg	11,4	9,81	11,48	10,90	11,31	10,13	11,37	10,94	0,48
Plomb	mg/kg	3,43	1,42	2,39	2,41	3,38	1,04	2,34	2,25	0,43
Zinc	mg/kg	61,49	38,05	60,8	53,45	56,09	37,2	40,65	44,65	0,21

4. 2^{ème} campagne de la Phase 1

Suit à la 1^{ère} campagne, la 2^{ème} campagne a eu lieu dans le même champ pour confirmer l'économie d'eau et l'absence de l'impact négatif environnemental. Comme résultat, l'économie d'eau pour la tomate et le haricot vert a été vérifiée dans la 2^{ème} campagne aussi sans impact négatif environnemental.

Tableau 15 Résultat de l'expérimentation sur la tomate dans 2^{ème} campagne de la Phase 1

Irrigation	Porous Alpha	Récolte* ¹	Volume d'irrigation pour 1ha	Efficacité d'eau* ²	Ratio de produit exportable* ³
100%	SP	20,2 t/ha	1 495 m ³	13,5 kg/m ³	76,0 %
	AP	18,5 t/ha		12,4 kg/m ³	80,3 %
70%	SP	19,4 t/ha	1 077m ³	18,0 kg/m ³	81,6 %
	AP	22,6 t/ha		21,0 kg/m ³	83,2 %
50%	SP	21,5 t/ha	803 m ³	26,8 kg/m ³	80,4 %
	AP	24,2 t/ha		30,1 kg/m ³	72,8 %

Période de la production : Septembre 2016 – Mars 2017*⁴

AP : Avec Porous Alpha, SP : Sans Porous Alpha

*1 : Récolte est mesuré par les cinq plants (échantillonnages), qui est converti à un hectare basé sur la densité de la plantation

*2 : L'efficacité d'eau = Récolte (t/ha) / Volume d'irrigation pour 1 ha * 1000

*3: Ratio de produit exportable = Récolte de Calibre 2 ~ 4 / Récolte total

*4: La 2^{ème} campagne a terminé à la fin de mois de mars parce que les plants ont eu dommages sérieuse par Tuta

Tableau 16 Résultat de l'expérimentation sur le haricot vert dans 2^{ème} campagne de la Phase 1

Irrigation	Porous Alpha	Récolte* ¹	Volume d'irrigation pour 1ha	Efficacité d'eau* ²	Ratio de produit exportable* ³
100%	SP	20,6 t/ha	912 m ³	22,6 kg/m ³	90,1 %
	AP	24,9 t/ha		27,3 kg/m ³	88,3 %
70%	SP	16,9 t/ha	674 m ³	21,7 kg/m ³	88,3 %
	AP	20,3 t/ha		43,1 kg/m ³	84,9 %
50%	SP	16,8 t/ha	515 m ³	25,0 kg/m ³	89,5 %
	AP	22,2 t/ha		30,2 kg/m ³	91,0 %

Période de la production : Septembre 2016 – Décembre 2016

AP : Avec Porous Alpha, SP : Sans Porous Alpha

*1 : Récolte est mesuré par les cinq plants (échantillonnages), qui est converti à un hectare basé sur la densité de la plantation

*2 : L'efficacité d'eau = Récolte (t/ha) / Volume d'irrigation pour 1 ha * 1000

*3: Ratio de produit exportable = Récolte de Calibre "Fin" et "Ex.Fin" / Récolte total

En même temps, il a été vérifié qu'il n'y a pas d'impact négatif environnemental par Porous Alpha dans la 2^{ème} campagne basée sur le résultat d'analyse sur le fruit et le sol.

Le Tableau 17 et le Tableau 18 montrent les résultats d'analyse sur le fruit de tomate. Le Tableau 19 et le Tableau 20 montrent le résultat d'analyse sur le fruit du haricot vert. Aucune différence statistique entre le fruit avec Porous Alpha et le fruit sans Porous Alpha n'a pas été identifiée dans ces résultats. En outre, le Tableau 21 et le Tableau 22 montrent les résultats d'analyse sur le sol. Sauf la valeur de potassium, aucune différence statistique entre le sol avec Porous Alpha et le sol sans Porous Alpha n'a pas été identifiée. La valeur de potassium dans le sol avec Porous Alpha est plus statistiquement haute que le sol sans Porous Alpha. La valeur de potassium dans le sol avec Porous Alpha a déjà été haute que le sol sans Porous Alpha comme expliqué dans le . Donc la différence statistique sur le potassium dans le sol après 2^{ème} campagne est basée sur la situation originale, ne pas en raison de l'installation de Porous Alpha.

Voici le Résultat d'analyse sur le fruit de la tomate de la 2^{ème} campagne

Tableau 17 Résultat d'analyse chimique sur le fruit de la tomate de la 2^{ème} campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Bore	% de MS	13	9,4	12,1	11,50	12,1	10,8	11,0	0,57	0,44
Calcium	% de MS	0,1	0,05	0,03	0,06	0,06	0,09	0,14	0,10	0,31
Cuivre	mg/kg de MS	5,25	5,71	4,52	5,16	5,06	5,98	5,04	5,36	0,69
Fer	mg/kg de MS	35,55	51,39	40,18	42,37	50,3	42,93	51,77	48,33	0,33
Magnésium	% de MS	0,22	0,21	0,2	0,21	0,19	0,25	0,24	0,23	0,44
Manganèse	mg/kg de MS	11,66	10,89	8,53	10,36	11,47	12,95	13,11	12,51	0,12
Phosphore	% de MS	0,34	0,3	0,27	0,3	0,3	0,3	0,28	0,29	0,66
Potassium	% de MS	3,27	3,34	3,41	3,34	3,34	3,34	3,66	3,45	0,40
Sodium	mg/kg	199,82	298,41	281,46	259,90	177,38	233,94	175,68	195,67	0,15
Zinc	mg/kg de MS	15,85	15,86	12,86	14,86	19,02	18,72	15,34	17,69	0,14
Chlorure	% de MS	0,58	0,62	0,62	0,61	0,57	0,63	0,72	0,64	0,51
Nitrogène	% de MS	1,28	1,57	1,49	1,45	1,54	1,83	1,58	1,65	0,18

Tableau 18 Résultat de teneur des éléments de métaux lourds dans le fruit de la tomate de la 2ème campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Cadmium	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	NA	NA	<0,02	<0,02	<0,02	NA
Chrome	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	NA
Cuivre	mg/kg	0,32	0,33	0,29	0,31	0,06	0,38	0,39	0,27	0,35
Mercure	mg/kg	0,32	0,33	0,29	0,31	0,06	0,38	0,39	0,27	0,35
Nickel	mg/kg	<0,3	<0,3	<0,3	NA	NA	<0,3	<0,3	<0,3	NA
Plomb	mg/kg	<0,06	<0,06	<0,06	NA	NA	<0,06	<0,06	<0,06	NA
Zinc	mg/kg	0,96	0,91	0,81	0,89	0,06	1,44	1,23	0,83	1,17

Voici le Résultat d'analyse sur le fruit du haricot vert de la 2^{ème} campagne.

Tableau 19 Résultat de teneur des éléments chimiques dans le fruit du haricot vert de la 2ème campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Bore	% de MS	30,3	22,5	21,9	24,9	25,3	26,9	28,5	26,9	0,26
Calcium	% de MS	0,74	0,63	0,59	0,65	0,87	0,59	0,63	0,70	0,68
Cuivre	mg/kg de MS	6,23	5,76	6,13	6,04	6,44	6,12	6,06	6,21	0,42
Fer	mg/kg de MS	31,2	31,79	31,27	31,42	31,85	32,32	31,53	31,90	0,18
Magnésium	% de MS	0,57	0,55	0,48	0,53	0,56	0,53	0,55	0,55	0,67
Manganèse	mg/kg de MS	20,56	20,11	19,19	19,95	23,05	20,3	16,6	19,98	0,99
Phosphore	% de MS	0,42	0,44	0,44	0,43	0,43	0,45	0,41	0,43	0,81
Potassium	% de MS	2,87	2,66	2,76	2,76	2,4	2,92	2,62	2,65	0,51
Sodium	mg/kg	159	123,68	316,99	199,89	118,54	185,56	142,89	149,00	0,46
Zinc	mg/kg de MS	27,81	23,73	28,59	26,71	26,95	22,68	23,86	24,50	0,32
Chlorure	% de MS	0,56	0,51	0,52	0,53	0,47	0,68	0,57	0,57	0,53
Nitrogène	% de MS	2,86	2,96	2,62	2,81	2,63	2,78	2,94	2,78	0,83

Tableau 20 Résultat de teneur des éléments de métaux lourds dans le fruit du haricot vert de la 2^{ème} campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Cadmium	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	N.A.	<0,02	<0,02	<0,02	N.A.	N.A.
Chrome	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	N.A.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	N.A.	N.A.
Cuivre	mg/kg	1,06	0,97	0,98	1,00	1,08	0,83	0,81	0,91	0,17
Mercure	mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	N.A.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	N.A.	N.A.
Nickel	mg/kg	< 0,3	< 0,3	< 0,3	N.A.	< 0,3	< 0,3	< 0,3	N.A.	N.A.
Plomb	mg/kg	< 0,06	< 0,06	< 0,06	N.A.	< 0,06	< 0,06	< 0,06	N.A.	N.A.
Zinc	mg/kg	5,38	3,75	4,7	4,61	5,99	3,91	3,84	4,58	0,97

Voici le résultat d'analyse (physico-chimique) sur le sol de la tomate de la 1^{ère} campagne. La valeur de potassium dans le sol avec Porous Alpha est plus statistiquement haute que celui sans Porous Alpha. Comme le Figure 5 montre, le sol avec Porous Alpha a été déjà plus haute que celui sans Porous Alpha. Donc cette différence est considérée en raison du sol original, ne pas par le Porous Alpha.

Tableau 21 Résultat d'analyse sur le sol (physico-chimique) de la tomate après la 2^{ème} campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Conductivité électrique	ms/cm	0,18	0,19	0,17	0,18	0,55	0,32	0,24	0,37	0,09
Calcaire Actif	%	1,6	2,1	1,8	1,83	1,6	2,1	2,1	1,93	0,34
Calcaire Total	%	17	11,9	14,3	14,40	17,8	12,8	11	13,87	0,42
pH	-	8,6	8,7	8,6	8,63	8,4	8,5	8,6	8,50	0,06
Ammonium	mg/100g	0,49	0,25	0,43	0,39	0,44	0,47	0,31	0,41	0,43
Calcium	mg/100g	611,8	676,5	668,1	652,13	697,5	665	679,6	680,70	0,14
Chlorures	mg/100g	4,83	6,72	4,41	5,32	27,7	8,92	6,6	14,41	0,15
Magnésium	mg/100g	80	82,6	84,5	82,37	96,3	74,8	88,5	86,53	0,29
Nitrate	mg/100g	1,6	1,75	1,96	1,77	7,9	2,88	2,7	4,49	0,13
Phosphore	mg/100g	33,2	18,1	24,4	25,23	29,1	18,6	23,4	23,70	0,39

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Potassium	mg/100g	16,1	15,4	19,1	16,87	38,1	35,6	24,1	32,60	0,01
Sodium	mg/100g	6	7,2	5,5	6,23	23,2	10	7,5	13,57	0,14
Cuivre	mg/kg	1,04	0,7	0,72	0,82	1,11	0,89	0,95	0,98	0,14
Fer	mg/kg	5,32	3,74	5,13	4,73	5,68	7,91	6,02	6,54	0,051
Manganèse	mg/kg	4,28	5,02	5,31	4,87	6,42	3,81	4,4	4,88	0,50
Zinc	mg/kg	5,93	6,16	8,2	6,76	5,51	3,33	5,36	4,73	0,06

Voici le résultat d'analyse (métaux lourds) sur le sol de la tomate de la 1ère campagne.

Tableau 22 Résultat d'analyse sur le sol (métaux lourds) de la tomate avant la 1ère campagne

Elément	Unité	Sans Porous Alpha				Avec Porous Alpha				Test de Student
		100%	70%	50%	Moyenne	100%	70%	50%	Moyenne	p-valeur
Cadmium	mg/kg	0,32	0,26	0,24	0,27	0,3	0,23	0,19	0,24	0,23
Chrome	mg/kg	14,16	12,63	13,63	13,47	15,79	14,53	13,67	14,66	0,10
Cuivre	mg/kg	17,03	21,4	13,63	17,35	16,39	20,78	17,44	18,20	0,38
Mercure	mg/kg	0,06	0,15	0,06	0,09	0,11	0,06	0,09	0,09	0,46
Nickel	mg/kg	6,11	5,78	6,54	6,14	6,9	6,68	5,98	6,52	0,17
Plomb	mg/kg	5,67	3,17	3,04	3,96	3,8	3,46	3,23	3,50	0,32
Zinc	mg/kg	54,67	49,96	64,61	56,41	55	45,99	79,25	60,08	0,38

5. Phase 2

Basée sur le résultat de la 1^{ère} campagne, l'ORMVASM et l'DIAEA ont été d'accord à effectuer le Projet Modèle (Phase2) avec les producteurs le 9 mars 2016.

Après les discussions avec les producteurs et l'ORMVASM, l'utilisation pilot par les producteurs ont commencé avec 7 producteurs, 8 champs comme indiquée ci-dessous.

Tableau 23 Liste de producteurs qui ont participé en Projet Modèle

No.	Producteur	Culture	Date d'installation de Porous Alpha	Superficie de l'installation de Porous Alpha
1	Ait Si Salem	Tomate	14/7/2016	¼ ha
2	Matysha	Tomate	25, 26/8/2016	¼ ha
3	Soprofel	Tomate cerise	9/8/2016	¼ ha
4	Toubkal	Tomate	6/8/2016	0,1 ha (Porous Alpha en poudre)
5	Toubkal	Tomate	1/10/2016	¼ ha
6	Agro Montsia	Haricot Plat / Pastèque	1/8/2016	¼ ha
7	Quality Bean	Haricot vert	15/7/2016	1ha
8	Agrupá Marca	Piment	12/7/2016	¼ ha

Dans la Phase 2, les producteurs utilisant Porous Alpha ont réalisés une économie d'eau, d'engrais liquide et une amélioration du rendement.

Tableau 24 Liste des producteurs avec la situation actuelle, le contrôle de l'eau et de l'engrais et la comparaison de la récolte

No.	Producteur	Culture	Volume de l'eau avec Porous Alpha	Volume d'engrais avec Porous Alpha	Comparaison de la récolte (AP : Avec Porous / SP : Sans Porous)
1	Ait Si Salem	Tomate	100% -> 50%**	100% -> 50%**	AP(65t/ha) > SP(62t/ha)
2	Matysha	Tomate	70%	70%	AP (80t/ha) > SP (74t/ha)
3	Soprofel	Tomate cerise	57%	57%	AP (85.1 /ha) > SP (83.0 t/ha)
4	Toubkal (PP)	Tomate	50%	50%	AP (387kg) > SP (360kg)
5	Toubkal (P310)	Tomate	60%	60%	AP (185t/ha) > SP (172t/ha)
6	Quality Bean	Haricot Plat	100%	100%	AP (16t/ha) > SP (15t/ha)
7		Haricot Plat	100%	100%	AP (19.5t/ha) > SP (19t/ha)
8	Agrupá Marca	Piment	43%	100%	AP (63.8t/ha) > SP (49.4t/ha)

* Agro Montsia, le producteur du haricot plat et pastèque, n'a pas pu continuer la production les

cultures en raison de l'haute température dans les serres et le problème financement de la société.

6. Sommaire sur l'expérimentation et l'utilisation dans les producteurs

Basé sur l'expérimentation de deux campagnes à CATV pour la tomate et le haricot vert, il a été vérifié que Porous Alpha peut réaliser l'économie d'eau avec l'amélioration de rendement sans aucun impact négatif sur le sol ni sur le fruit.

En outre, dans les utilisations par les producteurs, il a été vérifié que tous les producteurs, sauf le producteur qui n'a pu pas continuer la production en raison de problème financement, l'économie d'eau et/ou l'amélioration de rendement ont été réalisés. Quelque producteur s'est effectué non seulement l'économie d'eau mais l'économie d'engrais liquide.

Basé sur la vérification de la performance du Porous Alpha dans les deux campagnes à l'ORMVASM et dans les champs des producteurs, il est clair que le Porous Alpha peut contribuer les producteurs pour l'économie d'eau et l'augmentation de rendement.

7. Etude de marché

Dans l'étude de marché, il a été vérifié que la fabrication de Porous Alpha est possible au Maroc. En même temps, la possibilité d'achat par le producteur a été vérifiée basé sur le gain qui est réalisé par l'installation de Porous Alpha et basé sur le coût de fabrication de Porous Alpha.

L'étude sur la fabrication de Porous Alpha a vérifié qu'il est possible de fabriquer Porous Alpha au Maroc. Voici est la liste de matière première et le résultat de la possibilité de fabrication.

Tableau 25 Liste de matière première pour la fabrication de Porous Alpha

Matière première	Possibilité de sécuriser pour la fabrication
Les verres usagés	Il y a quelques sociétés qui collectent les verres usagés. On peut acheter ces verres avec le prix de 500 ~ 900 t/DH. Si on peut établir l'usine avec l'un de ces sociétés, ce serai possible de réduire le coût des verres.
Le carburant	Pour opérer le four pour brûler le verre, il est nécessaire d'utiliser le carburant. Il a été vérifié qu'on peut utiliser le Fioul 2 pour cette opération.
Le carbonate de calcium	Pour mousser le verre, il est nécessaire d'ajouter le carbonate de calcium comme additif. Il a été vérifié qu'on peut acheter le carbonate de calcium auprès de quelques sociétés marocaines.

Par le calcul de coût de fabrication de Porous Alpha au Maroc, il est possible de fabriquer le Porous Alpha avec le prix final de 5000DH/m³ (HT).

Basé sur la discussion avec le producteur, la période de récupération de l'investissement par

le producteur sur le Porous Alpha a été vérifié. Comme montré par l'expérimentation, le producteur peut réaliser le gain par l'installation de Porous Alpha. Pour comprendre la possibilité d'achat de Porous Alpha par le producteur, il est nécessaire de confirmer le montant de gain par l'installation de Porous Alpha et le coût de Porous Alpha.

Nous avons confirmé que pour le producteur de la tomate et le haricot vert, il est possible de récupérer le coût de Porous Alpha dans 2 ~ 3 ans. Voici est le calcul de la période de récupérer l'investissement de Porous Alpha.

Tableau 26 La période de récupération de l'investissement de Porous Alpha pour le producteur de tomate

No.	Article	Valeur
A	Prix unitaire de Porous Alpha	5000 DH/m ³
B	Volume nécessaire pour 1 ha	20m ³
C = A x B	Coût d'investissement de Porous Alpha	100 000DH/ha
D	Rendement de tomate	100t/ha/an
E	Amélioration de rendement par l'installation de Porous Alpha	10%
F	Prix de vente à la ferme	4DH/kg
G = D x E x F	Gain généré par l'installation de Porous Alpha	40 000DH/ha/an
H = C/G	Période de la récupération de l'investissement de Porous Alpha	3 ans

Tableau 27 La période de récupération de l'investissement de Porous Alpha pour le producteur de haricot vert

No.	Article	Valeur
A	Prix unitaire de Porous Alpha	5000 DH/m ³
B	Volume nécessaire pour 1 ha	20m ³
C = A x B	Coût d'investissement de Porous Alpha	100 000DH/ha
D	Rendement de haricot vert (2 cycles/an)	66t/ha/an
E	Amélioration de rendement par l'installation de Porous Alpha	10%
F	Prix de vente à la ferme	8 DH/kg
G = D x E x F	Gain généré par l'installation de Porous Alpha	52 800 DH/ha/an
H = C/G	Période de la récupération de l'investissement de Porous Alpha	2 ans

IV. Perspectives d'avenir

Comme résultat, la société japonaise, Tottori Resource Recycling, Inc. a établi la filiale au Maroc en mai 2017 (Tottori Resource Recycling Morocco S.A.R.L) pour commercialiser le Porous Alpha au Maroc. Cette société a pour objet de distribuer le produit et de communiquer avec le gouvernement marocain pour examiner la possibilité de la collaboration pour contribuer aux projets au Maroc dans le cadre de Plan Maroc Vert. Aussi, cette société établira les contacts avec les sociétés marocaines pour réaliser l'établissement de l'usine de Porous Alpha au Maroc.

Par la distribution de Porous Alpha à grande échelle non seulement dans le cadre de la commercialisation mais aussi dans le cadre du projet par le gouvernement, il est prévu de contribuer à l'économie d'eau au Maroc. Par exemple, si le Porous Alpha est installé pour les producteurs de la tomate et du haricot vert pour export dans la région de Souss-Massa seulement, l'impact de l'économie d'eau sera plus de 16 million m³ par an.

Tableau 28 Le calcul de l'impact sur l'économie d'eau par l'installation de Porous Alpha par les producteurs de tomate et le haricot vert (export) pour la région de Souss-Massa

No.	Article	Valeur
A	Consommation d'eau pour la production de 1 tonne de tomate	70 m ³ /t
B	Export de la tomate par Maroc	547.,035 t
C	Ratio de Souss-Massa dans l'export total	80%
D=A×B×C	Consommation d'eau par la production de tomate pour export dans Souss-Massa	30.633 .960 m ³
E	Consommation d'eau pour la production de 1 tonne du haricot vert	17.5m ³ /t
F	Export du haricot vert par Maroc	130.199t
G=E×F×C	Consommation d'eau par la production de le haricot vert pour export dans Souss-Massa	1.822.786 m ³
H = (D+G) / 2	L'économie d'eau par Porous Alpha par an	16.228.373 m ³

En plus de l'effort de la commercialisation par la société, si la société peut collaborer avec le gouvernement marocain non seulement pour les producteurs de la tomate et de le haricot pour export en Souss-Massa mais aussi pour les autres producteurs. Basé sur le flux de l'eau à Souss aquifère et l'utilisation d'eau pour l'agriculture et les autres, si le Porous Alpha est complètement installé pour les producteurs en Souss-Massa et réaliser 50% d'économie d'eau, le déficit d'eau actuel, 276 m³, est considérablement diminué à 19 m³.

Tableau 29 Le calcul de l'impact sur la balance d'aquifère Souss l'installation de Porous Alpha dans toutes les producteurs en Souss-Massa

No.	Article	Valeur actuelle	Valeur avec Porous Alpha
A	Flux de l'eau à Souss aquifère	268 millions m ³	268 millions m ³
B	Utilisation par l'agriculture	521 millions m ³	261 millions m ³
C	Utilisation comme l'eau potable et industrielle	26 millions m ³	26 millions m ³
D = A-B-C	Balance	276 millions m ³ (Déficit)	19 millions m ³ (Déficit)

V. Conclusion

Le Porous Alpha, le support du sol basé sur le verre usagé, fabriqué par la société japonaise, Tottori Resource Recycling Inc., a été testé en station expérimentale de l'ORMVASM pour les deux campagnes agricoles. Cette expérimentation a vérifié que le Porous Alpha peut générer des économies d'eau par 50% avec l'amélioration de rendement sans impact négatif sur le sol et sur le fruit pour la production de la tomate et le haricot vert. Le Porous Alpha a été installé dans les champs de producteurs privés et a vérifié que le Porous Alpha peut non seulement économiser l'eau mais aussi économiser l'engrais liquide avec des rendements meilleurs pour la tomate et la tomate cerise.

Basé sur l'étude de marché, il a été vérifié qu'il est possible de fabriquer Porous Alpha au Maroc avec le prix final de 5000 DH (HT). Avec des données de rendement, prix de vente à la ferme et l'amélioration de rendement par le Porous Alpha, les producteurs de la tomate et le haricot vert peuvent récupérer l'investissement de Porous Alpha dans 2 ~ 3 ans.

La diffusion de la technologie de Porous Alpha peut non seulement contribuer à améliorer les revenus des producteurs mais aussi à la conservation de ressource d'eau. Si l'installation de Porous Alpha est généralisée dans la région de Souss-Massa, le déficit annuel d'eau dans l'aquifère peut être considérablement diminué de 276 million m³ à 19 million m³.