

Isolement, caractérisation et sélection de souches bactériennes des nodules de *Phaseolus vulgaris* L. tolérantes au stress et bénéfiques pour la croissance des plantes

Imane El Attar^{1,2}, Kaoutar Taha¹, El Bekkay Berraho¹, Mhamed El Khadir², Imane Thami Alami², Jamal Aurag¹

¹Equipe de Microbiologie et de Biologie Moléculaire, Centre de recherche Biotechnologies Végétales et Microbiennes, Biodiversité et Environnement, Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat, Maroc

²Institut National de Recherches Agronomiques (INRA), B.P.415, Rabat, Maroc



Le haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L.)

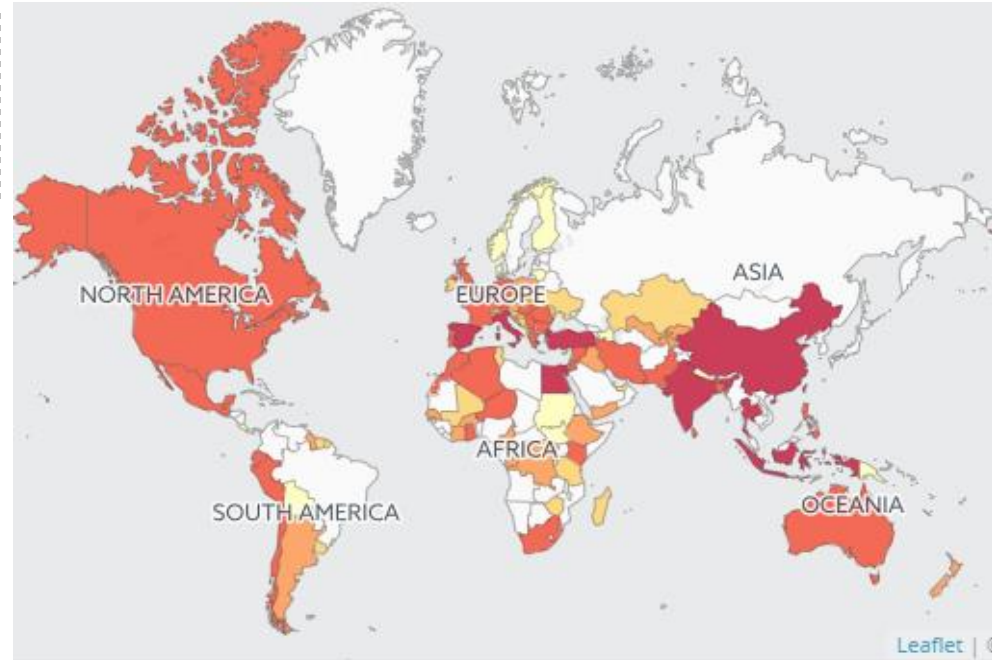
Maroc

3ème producteur au monde de haricots verts (70 000 tonnes annuellement) (FAO, 2013)

Parmi les plus grands exportateurs mondiaux des haricots verts

Principal fournisseur de la France, hollande, Belgique et Espagne.

Le Maroc produit le haricot bobby, fin et extra-fin



Production du haricot dans le monde (FAO stat)

Environ 12 millions de tonnes de haricot vert sont produits annuellement

Problématique



Limitations:

- Production repose principalement sur l'utilisation d'engrais chimiques
- Valeur moyenne d'azote dérivé de l'atmosphère est de seulement 39% contre 65% / lentille, 68% / soja et 65% / pois

Irrégularité de nodulation chez le haricot due à la grande diversité des rhizobia capables de lui être associé

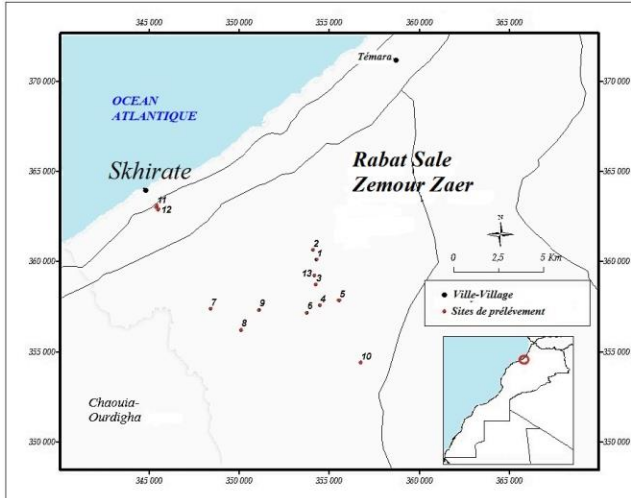
Solutions/alternatives efficaces et durables



Prospection et collection



13 sites



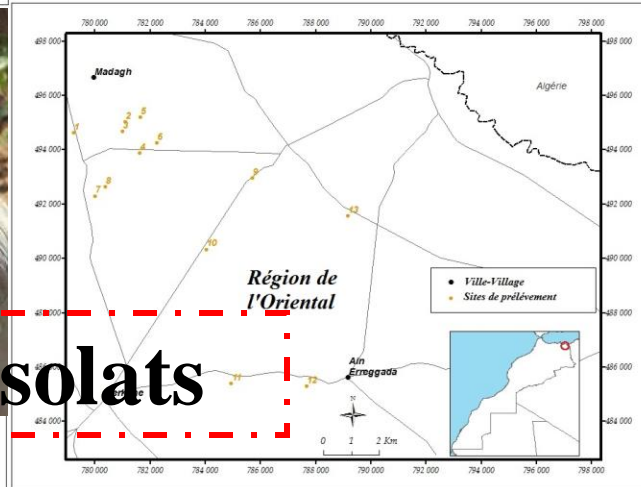
18 sites



18 sites



13 sites



133 isolats



Criblage

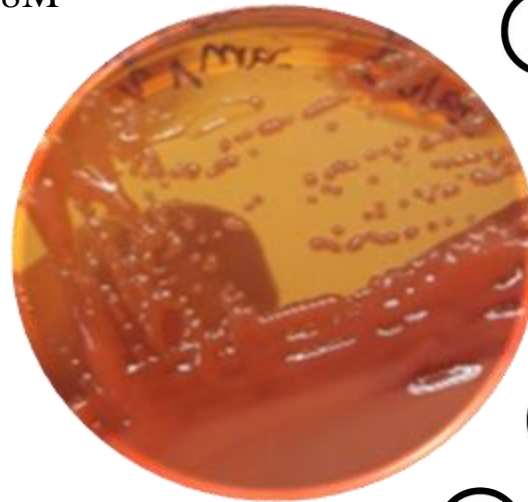
Tolerance: Boîtes de Petri

- Sel: 0M-0.17M-0.34M-0.51M-0.68M
- pH: 4-5-7-8-9

Production d'Auxine : technique colorimétrique 'réactif de Van Urk Salkowski'

Solubilisation du Phosphate (Roche P):
Method colorimétrique
"Vanadomolybdophosphoric Acid"

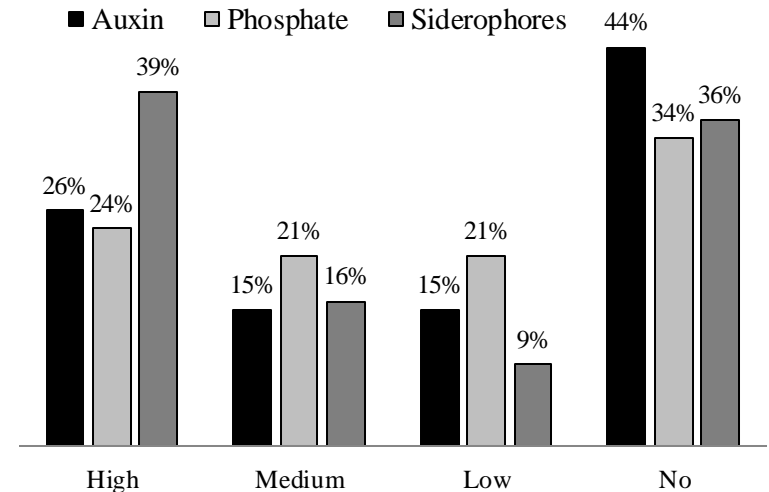
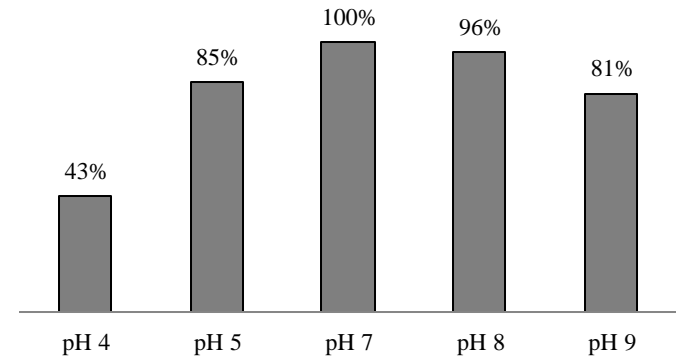
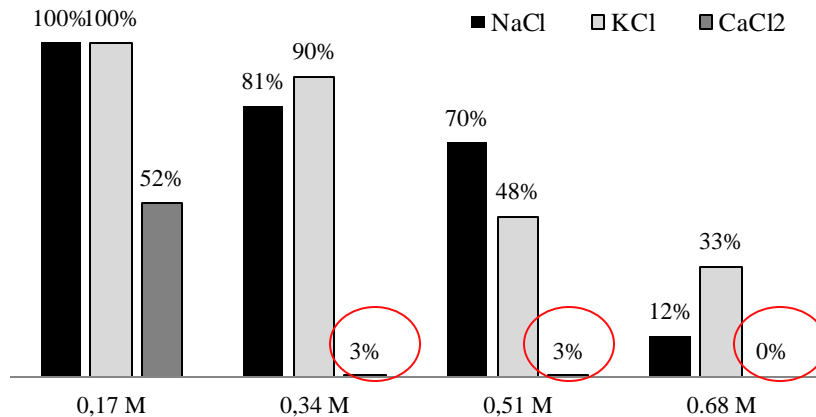
Production des Sidérophores : Schwyn and Neilands (1987) méthode 'Chrome Azurol-S (CAS) colorimetric assay'



- 1 Tolérance à KCl
- 2 Tolérance à NaCl
- 3 Tolérance à CaCl₂
- 4 Tolérance au pH
- 5 Production d'Auxine
- 6 Solubilisation du Phosphate
- 7 Production des Sidérophores



Résultats du criblage



	Elevée	Moyenne	Faible	No
Production d'Auxine (ppm)	21-78	11-20	2-9	0
Solubilisation du Phosphate (ppm)	16-62	12-14	10-11	7-9
Production de Siderophores (%)	62-89	39-59	7-34	0



Test d'infectivité

Sur 133 isolats criblés

- 45 isolats sélectionnés
 - Caractères PGP
 - Forte tolérance



Seulement 18 sur 45 isolats ont été capables de re-noduler le haricot vert

Les isolats nodulants ont été identifiés par séquençage du gène ARN 16S en tant que *Rhizobium sp*

Résultats du test d'infectivité

Inoculation	NN	NDW (g)	SDW (g)	RDW (g)	Efr (%)
+N	0 f	0 e	0,201 a	0,152 a	100
-N	0 f	0 e	0,482 de	0,304 de	35
MS 2.T9	38 c	0,066 a	0,415 ab	0,235 bc	97
MS 4.11	13 cd	0,017 ab	0,224 ab	0,172 cd	70
MS 3.1	68 b	0,059 a	0,241 bc	0,278 ab	56
MS 2.4	24 ef	0,016 de	0,223 cd	0,180 cd	49
MS 8.10a	11 cde	0,006 cd	0,164 cd	0,215 cd	48
MS 4.16	106 a	0,049 a	0,180 de	0,124 cd	43
MS 7.6b	10 f	0 e	0,124 de	0,143 cd	40
MS 4.12	6 cd	0,004 cd	0,132 de	0,189 cd	38
MS 8.2	13 cd	0,007 de	0,167 de	0,232 cd	35
MS 4.19	11 cd	0,006 de	0,148 de	0,128 f	34
MS 8.3	7 de	0,004 e	0,153 e	0,207 cd	33
MS 6.3	11 de	0,015 bc	0,121 de	0,096 de	32
MS 7.5	21 f	0,014 e	0,215 de	0,178 cd	32
MS 8.11	18 cd	0,011 de	0,128 e	0,125 ef	30
MS 8.7	41 de	0,057 e	0,347 e	0,215 cd	29
MS 3.4	40 de	0,042 de	0,215 e	0,197 f	25
MS 7.3	6 de	0,004 e	0,139 e	0,198 ef	19
MS 7.9	7 de	0,003 e	0,234 e	0,142 cd	19

Effect of isolates inoculation on shoot dry weight, root dry weight and nodules number and weight under controlled experiments



Analyse Factorielle de Correspondance (AFC)

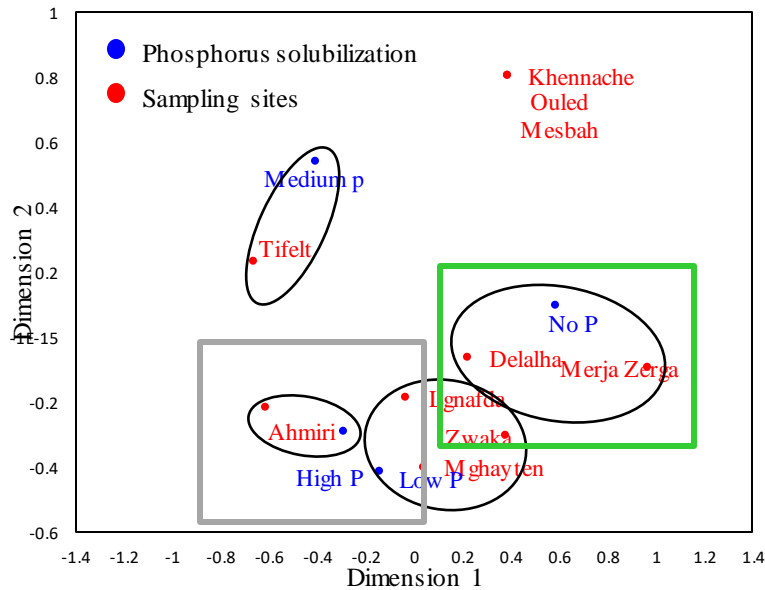


Figure. CA biplot of the relationship between sites of origin and phosphorus solubilization of the isolates.

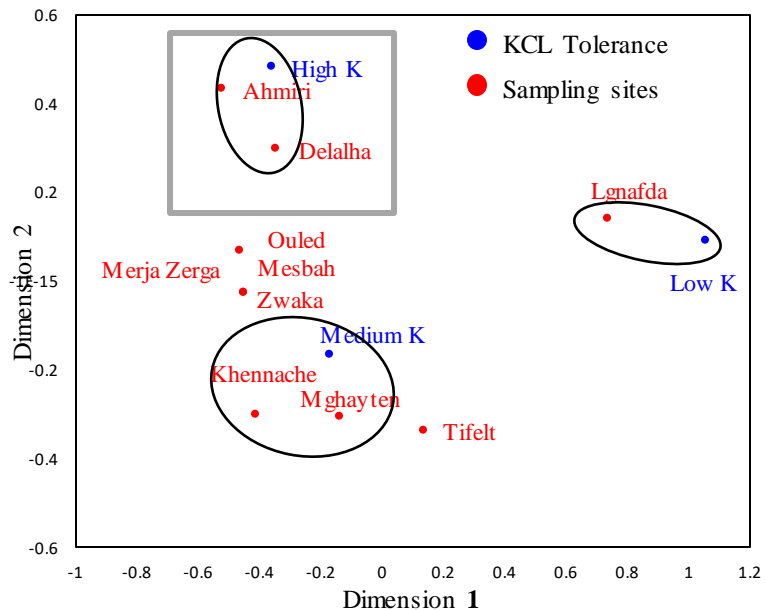


Figure. CA biplot of the relationship between sampling sites and tolerance to KCl of the isolates.

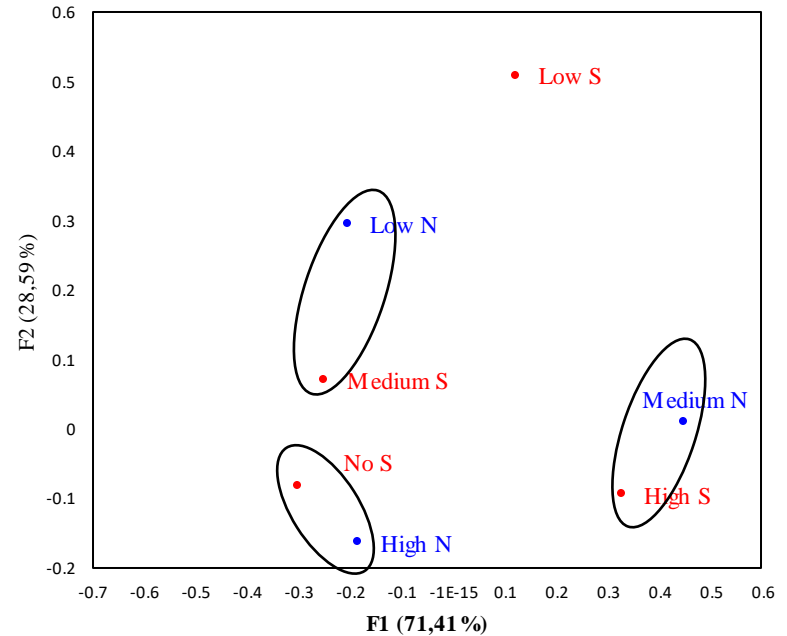


Figure. CA biplot of the relationship between sampling sites and tolerance to NaCl of the isolates.

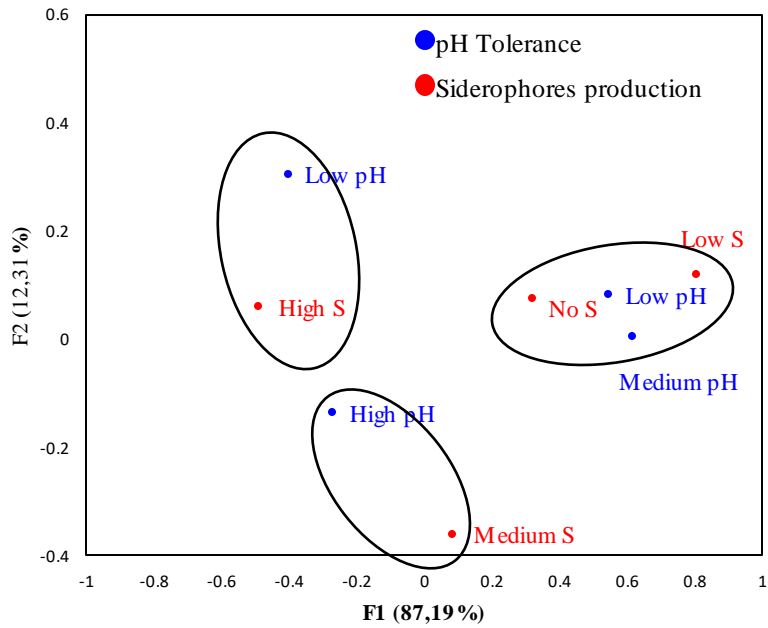


Figure. CA biplot of the relationship between isolates ability to tolerate low pH and siderophores production

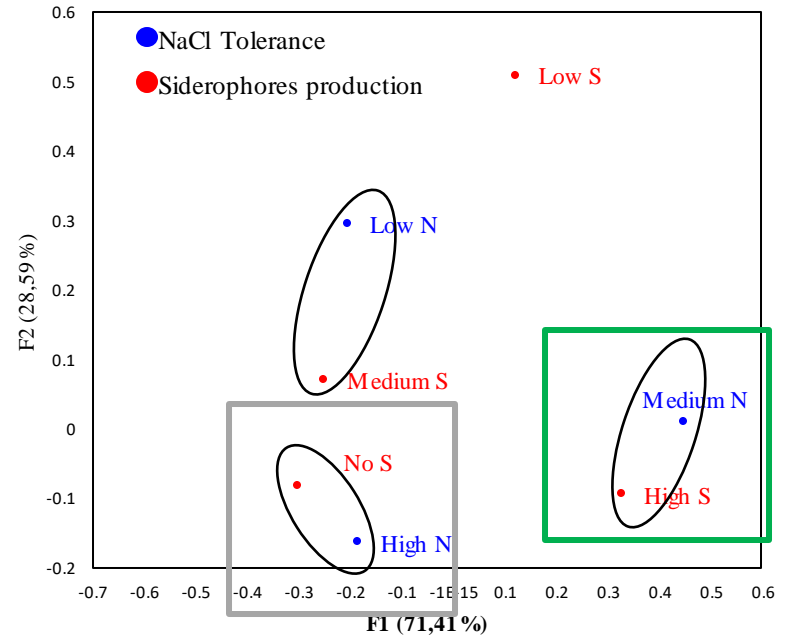


Figure. CA biplot of the relationship between isolates ability to tolerate NaCl and siderophores production

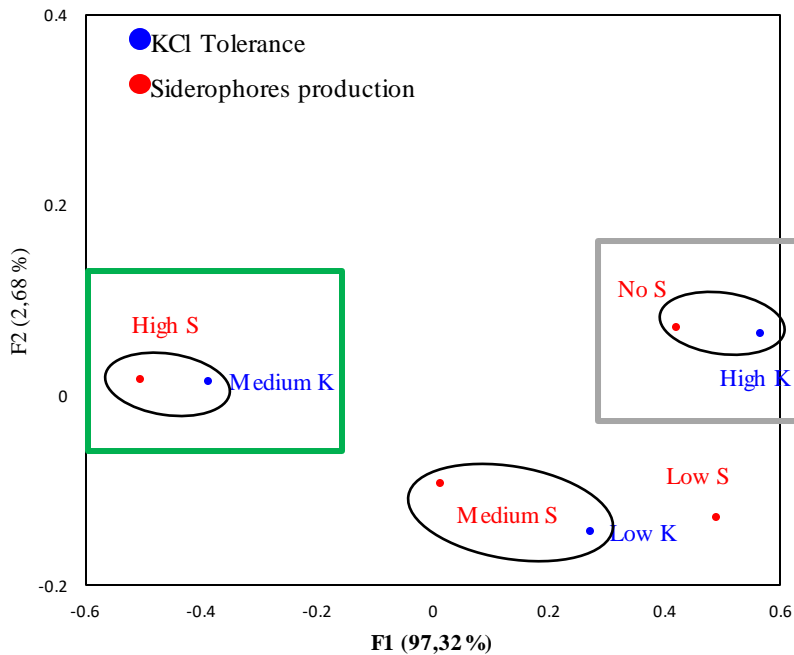


Figure. CA biplot of the relationship between isolates ability to tolerate KCl and siderophores production

Conclusion

- La stratégie de criblage adoptée a permis d'identifier un certain nombre de souches de rhizobium et/ou de rhizobactéries endophytes des nodules présentant un potentiel intéressant.
- Les résultats obtenus permettent d'envisager l'utilisation des rhizobia dotés d'un pouvoir fixateur d'azote élevé et d'un potentiel phytostimulateur intéressant comme des biofertilisants pour le haricot.
- Grands avantages: croissance sous conditions de stress, alléger le coût élevé de la production (moins d'engrais), améliorer la fertilité du sol et préserver l'environnement (sol et eau)



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**

