

42
1953

M162
N° 1

ARCHIVES
DE L'OFFICE DU NIGER

PREMIERES NOTIONS
SUR
LA FLORE MICROBIENNE UTILE
DANS LES SOLS
DU DELTA CENTRAL NIGERIEN

par

B. DABIN

Pédagogue à l'Office du Niger,

11162

PREMIERES NOTIONS
SUR LA FLORE MICROBIENNE UTILE DANS LES
SOLS DU DELTA CENTRAL NIGERIEEN

P L A N

Généralités	pages
I°/- Recherche et étude des fixateurs d'azote atmosphérique	3
- Technique d'étude et premiers résultats	
- Etudes sur sol Dian	5
- "- sur sol Danga	7
- "- sur sol Danga blé	9
- Considérations générales sur la fixation d'azote atmosphérique en aérobiose	10
- Conclusion concernant la recherche des Azotobacter dans les terres à coton	11
- Comparaison des sols de la Station du Sahel et des sols à arachide de la région de Bambey	12
- Comparaison entre l'alimentation minérale des plantes supérieures, et l'alimentation minérale des microorganismes	13
II°/- La dégradation aérobie de la cellulose	14
III°/- Etude du phénomène de nitrification	17

PREMIERES NOTIONS
SUR LA FLORE MICROBIENNE UTILE DANS
LES SOLS DU DELTA CENTRAL
NIGERIEEN

Généralités -

Un des buts essentiels des études de microbiologie du sol, est la recherche du mécanisme de l'humification des matières organiques; l'importance de ces études est considérable, car le problème de l'humus, reste au premier rang des préoccupations des agronomes de l'Office du Niger, et n'a pas, il faut bien le dire, reçu encore de solution parfaitement satisfaisante .

Les amendements humiques sont principalement de 2 sortes .

- 1°)- Le groupe de fumiers et composts
fumier naturel, fumiers artificiels etc...
- 2°)- Le groupe des engrais verts
légumineuses - graminées .

Nous n'étudierons pas les problème des fumiers, la production de fumier naturel, dépend du développement de l'élevage et c'est donc un problème complexe .

En ce qui concerne le fumier artificiel, il existe à présent de nombreux procédés de fabrication, il serait nécessaire d'entreprendre des essais systématiques dans ce domaine .

Les engrais verts

Le problème des engrais verts est un problème de technique culturale que nous n'avons pas à traiter ici, mais aussi et surtout un problème de Microbiologie du sol .

Jusqu'à présent on s'est contenté dans ce domaine, d'extrapoler certaines données théoriques, établies pour les sols des régions tempérées, nous pensons qu'il est inutile d'insister sur la fragilité de ces extrapolations, d'autant plus qu'il n'existe à peu près aucune étude, sur la systématique et les conditions de développement des microorganismes dans les sols du Delta Central Nigérien, les études de Killian sur les sols désertiques traitent d'un sujet fort différent .-

.../

Les théories actuelles sur la formation de l'humus font intervenir différents groupes de microorganismes les principaux sont d'une part : les cellulolytiques, d'autre part : les fixateurs d'azote atmosphérique .

En aérobiose, le groupe des cellulolytiques comprend des bactéries (Cytophaga - Cellvibrio) des champignons cellulolytiques, des actinomycètes; les fixateurs d'azote sont représentés essentiellement par les Azotobacter .

D'après POCHON et TCHAN, l'humification provient d'une véritable symbiose entre cellulolytiques (essentiellement cytophagas) et fixateurs d'azote, les Azotobacter ayant un rôle complexe, fixation de l'azote nécessaire à l'humification, action enzymatique provoquant l'oxydation de certains noyaux benzéniques.

D'après d'autres auteurs (Von Flotho, Waksman) champignons et actinomycètes, ont également une action enzymatique importante (synthèse de produits quinoniques et protéinisation) par contre ils n'ont aucun pouvoir fixateur.

Nous n'insisterons pas sur le rôle essentiel de l'azote dans les processus d'humification, il est nécessaire au développement des bactéries cellulolytiques, enfin c'est un élément essentiel du noyau humique .

Aucun enrichissement en humus du sol n'est possible sans enrichissement en azote .

Dans le cas d'un engrais vert à base de légumineuses on estime que la fixation symbiotique dans de bonnes conditions suffit à l'enrichissement en azote ; dans le cas des graminées très pauvres en azote, et n'ayant aucun pouvoir fixateur, seuls les Azotobacter sont susceptibles de provoquer un gain d'azote, mais pour qu'il y ait développement des Azotobacter, il faut au préalable qu'il y ait décomposition des pailles par les cellulolytiques et il est nécessaire pour assurer le départ de ce phénomène d'apporter au sol une quantité convenable d'azote minéral,

...../...

..... (I), par la suite la symbiose Cytophaga - Azotobacter permet d'achever le processus d'humification .-

Ces théories étant aujourd'hui solidement établies, il s'agit de vérifier si dans nos sols ces processus ont réellement lieu, et rechercher l'existence, et les conditions de développement, des fixateurs d'azote et des cellulolytiques; dans le cas des légumineuses une étude de la symbiose bactérienne est également nécessaire.

I°/- Recherche et étude des fixateurs d'azote

Techniques d'étude

La recherche et l'étude des Azotobacter se fait au moyen de cultures.

- 1°) Sur plaques de terre moulée
- 2°) Sur plaques de silicogel (Technique de Winogradsky)
- 3°) En milieu liquide .

Plaques de terre moulée .

50 g de terre sont placés dans une boîte de Pétri de 10 cm de diamètre; on mélange à la terre 1 g de glucose (2%); on amène à une humidité convenable; on lisse soigneusement la surface; on place à l'étuve à 30° - on observe après 48 heures l'apparition des colonies.

On effectue des observations microscopiques soit directement sur les colonies obtenues, soit après repiquage sur milieu gélosé nutritif, dépourvu d'azote .

Premiers résultats obtenus

Ces premiers résultats ont été assez décevants, un essai a été effectué sur un échantillon de sol Dian (2) provenant de la Station de Kogoni .

On a observé d'abord l'apparition de quelques tâches de moisissures, puis des actinomycètes, puis après 36 heures des gonflements avec une odeur butyrique, caractéristique du développement des Clostridium; après 48 heures, 3 jours, 4, 5, même 8 jours, aucune colonie d'Azotobacter n'est apparue en surface .

(1) La quantité d'azote minéral existant naturellement dans le sol est généralement trop faible, et il se produit une véritable concurrence entre les microorganismes et les plantes supérieures.

(2) Nom vernaculaire désignant au sol argileux et compact
Voir "Contribution à l'étude des sols du Delta Central Nigérien"
Agr.Trop. Déc. 1951 .

Nous avons recommencé l'expérience en ajoutant à la terre d'une part, 0,2% de phosphate monopotassique d'autre part 0,25% de calcaire, et un mélange des deux produits .

Dans les terres contenant le phosphate on a observé un certain accroissement des Clostridium mais aucun développement d'Azotobacter.

Nous avons alors ensemencé les différentes cultures avec une suspension d'A.Chroococcum à l'état pur, nous avons obtenu les résultats suivants :

Temoin = rien

Temoin + $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ = nombreuses colonies après 48 heures

Temoin + CO_3Ca = rien

Temoin + $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ + CO_3Ca = nombreuses colonies après 48 heures

De cette série d'expériences nous avons conclu :

- 1°)- que l'*Azotobacter* n'existait pas dans le sol Dian,
- 2°)- que le principal obstacle à son développement était une carence du sol en éléments minéraux assimilables en particulier, en phosphore.
- 3°)- le p H était convenable, et il n'existait aucun facteur biologique antagoniste s'opposant à la prolifération de l'*Azotobacter*.

2°/- Série d'expérience

Cultures sur plaques de silicogel

Les plaques de silicogel sont préparées d'après la méthode de Winogradsky.

On les enrichit avec :

2 cc de solution standard de Winogradsky

phosphate monopotassique	1 g
sulfate de magnésium	0,5
chlorure de sodium	0,5
sulfate ferrique	0,01
sulfate de manganèse	0,01
eau du robinet	200

on ajoute :

200 mg de CO_3Ca

500 mg de glucose -

le milieu est dépourvu d'azote

on ensemence le gel, avec 100 grains de terre.

..../

Résultats obtenus

Au bout de trois jours on voit apparaître autour de deux ou trois grains de terre des colonies blanches hyalines, fortement gonflées de gaz, répandant une forte odeur butyrique (*Clostridium*)

Dans des conditions d'asepsie rigoureuses, un peu de mucus hyalin est étalé sur milieu gélosé sans azote, au bout de 24 heures on observe un développement très important de colonies blanchâtres, constituées très vraisemblablement par des fixateurs d'azote.

A l'examen microscopique, on reconnaît l'existence de nombreuses cellules d'*Azotobacter Chroococcum*.

Après plusieurs passages sur tube de gélose on obtient une culture pure d'*Azotobacter Chroococcum* noircissant avec le temps.

En conclusion .

L'*Azotobacter* existe dans le sol mais en très faible quantité; l'addition du phosphate seul est insuffisant pour provoquer sa prolifération spontanée.

Il existe vraisemblablement dans le sol d'expérience d'autres carences minérales .

Dans le cas d'un ensemencement artificiel, les *Azotobacter* cultivés au préalable sur un milieu riche, possèdent des réserves en éléments autres que le phosphore, suffisantes pour assurer une certaine prolifération.

Cultures sur terres de nature différente

I°) Sol Dian provenant d'un autre point de la Station de Kogoni

Culture sur plaque de terre moulée

Temoin = quelques *Clostridium* pas d'*Azotobacter*

Temoin + PO_4H_2K = Développement spontané de nombreuses colonies d'*Azotobacter*.

L'addition de phosphate monosodique donne le même résultat.

Ce sol est vraisemblablement plus riche que l'autre (précédemment étudié) en éléments minéraux autres que le phosphore.

...../...

Culture sur Silicogel

25 grains de terre sur 100 donnent naissance après 48 heures à des colonies d'*Azotobacter*

2°) Terres Dian du Village Pilote du Kouroumary (I)

Nous avons prélevé au village Pilote du Kouroumary toute une série de terres Dian, nous avons effectué l'analyse chimique complète de ces sols .

Echantillons	n° I	2	3	4
Sable grossier %	9,840	17,540	10,8	17,5
Sable fin %	35,76	38,54	40,16	36,8
Limon %	26	13	12	9
Argile %	26	30	30	31
Carbone ‰	2,5	3,1	5	7,2
MO %	0,5	0,62	1	1,44
Azote ‰	0,28	0,28	0,46	0,56
C/N	9	11	11	13
CaO ‰	2,6	1,4	1,4	2,05
K ₂ O ‰	3,7	3,9	9,8	3
MgO ‰	0,09	0,004	0,004	0,002
p H	7	6,4	6,2	6,8
P 205 ‰ total	0,24	0,215	0,15	0,17
P 205 assimilable ‰	0,003	0,003	0,003	0,003

Les cultures sur silicogel donnent de 1 à 1,8 % de grains fertiles suivant les cas .

A l'analyse chimique, ces terres ont des teneurs en acide phosphorique (total), considérées comme moyennes (0,15‰ à 0,25‰) c'est-à-dire assurant pour un rendement de 1000 à 1500 kilos de coton graine à l'hectare une alimentation phosphatée normale des plantes .

Le p H est voisin de la neutralité .

Les teneurs en potassium échangeable sont dans l'ensemble élevées. Les teneurs en magnésium échangeable sont très variables sur quatre échantillons, le premier a une teneur en MgO de 0,09‰ , les trois autres des teneurs de l'ordre de 0,002 à 0,004‰ c'est-à-dire extrêmement faibles .

(I) Province Nord du Delta central Nigérien, où l'on essaie la culture de cotonniers Egyptiens .

Cultures sur plaques de terre moulée

Echantillon	Temoin	Temoin + PO ₄ H ₂ K	Temoin + PO ₄ H ₂ K + SO ₄ Mg	Temoin + PO ₄ H ₂ K + SO ₄ Mg + SO ₄ Fe + SO ₄ Mn + oligo-éléments
1	Clostridium	Azotobacter nombreux	Azotobact. très nombreux	-----
2	Clostridium	Azotobacter rares	Azotobact. nombreux	-----
3	Clostridium	rien	Azotobacter rares	Azotobacter nombreux
4	Clostridium	rien	Azotobacter rares	Azotobacter nombreux

Seul le premier échantillon relativement riche en magnésium et oligo-éléments donne de nombreuses colonies par addition de PO₄H₂K.

Dans les autres échantillons il faut ajouter soit le magnésium, soit le magnésium et les oligo-éléments pour obtenir un développement normal des Azotobacter.

Enfin la carence en phosphore est absolument générale, les Clostridium semblent moins exigeants, par contre leur pouvoir fixateur est faible sinon nul.

Nous étudierons plus loin la différence assez paradoxale qui existe entre l'alimentation minérale des plantes supérieures et l'alimentation des microorganismes.

3°) Cultures sur terre Danga (I)

Sol provenant de la Station cotonnière du Sahel (2) prélèvements dans des parcelles d'essai d'engrais.

Ces sols ont porté en outre 4 soles de Mil engrais vert

Analyse d'un sol de type Danga

Argile %	=	5 à 10
Carbone ‰	=	2,5
Azote ‰	=	0,28
C/N	=	9
Mat.org. %	=	0,5
CaO ‰	=	0,3
MgO ‰	=	0,024
K ₂ O ‰	=	0,3
P ₂ O ₅ ass. ‰	=	0,005
Total ‰	=	0,09
p H	=	6,4

(1) nom vernaculaire désignant une terre sablo-limoneuse.

(2) Station expérimentale située dans la province du Kala(D.C.N.) destinée à la culture du cotonnier Américain.

Sols assez pauvres en acide phosphorique et bases échangeables mais peu acides (p.H = 6,3) -

Culture sur silicogel

Quel que soit le traitement appliqué au sol :

Temoin, P, PK, N, NPK, NK, le nombre des grains fertiles est très faible et varie entre 3% et 5%

Cultures sur terre moulée

Essais sur les parcelles de l'essai d'engrais

Terre + glucose 2% = rien

Terre + glucose 2% + $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ = rien

Terre + glucose 2% + $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ + SO_4Mg

SO_4Fe

SO_4Mn

Oligo-éléments

= nombreuses colonies
d'*Azotobacter*

La non-efficacité des engrais sur le développement des *Azotobacter* dans le sol en place, est due, soit à leur concentration insuffisante, soit à la carence en magnésium et oligo-éléments.

Etude sur la concentration en phosphate permettant la prolifération des microorganismes .

50 grammes de terre + 2 cc 5 de solution standard de
Winogradsky privée de phosphore.

+ 50 mill $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ 0,1 %

+ 25 mill $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ 0,05%

+ 12,5 mill. $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ 0,025 %

Même à la concentration de 0,025%, soit 750 kg/ha sur 25 cm, la prolifération des *Azotobacter* est excellente, sur les terres Dian et Danga blé nous obtenons des résultats identiques; les doses d'engrais phosphaté apportées au sol sont de 500 kilos ha, mais elles ne sont pas uniformément réparties sur 25 cm de profondeur, bien qu'il s'agisse de phosphate naturel moins assimilable, que le phosphate monopotassique, on doit certainement obtenir en de nombreux points de la surface, des zones où la concentration en phosphore est suffisante pour permettre la prolifération des *Azotobacter* mais cette prolifération est arrêtée par la carence en magnésium et oligo-éléments .

..../

4°) Etude du pouvoir fixateur sur sol Danga blé (I)

Sol provenant de l'essai d'engrais et d'amendement de la Station de Kogoni (voir analyse) Dans ces sols le rapport C/N est élevé .

La teneur en P2O5 total est du même ordre que dans les sols Dian la teneur en potassium et magnésium est relativement élevée, par contre le p H est acide.

Culture sur silicogel -

parcelle témoin -	p H : 5,6	= 2% de grains fertiles
parcelle chaux	{ p H : 6,2	= 3% de grains fertiles
	{ p H : 7,2	= 25% de grains fertiles
parcelle phosphate	(p H : 5,6	= 2% de grains fertiles

Analyse d'un sol de type Danga blé
Station cotonnière de Kogoni

Sable grossier	%	20
Sable fin	%	27
Limon	%	8
Argile	%	45
C	%°	5
N	%°	0,39
C/N		13
P2O5 total	%°	0,3
Assimilable	%°	0,003
CaO	%°	1,5
K2O	%°	1,3
MgO	%°	0,1
p H		5,5

La teneur en Azotobacter dans le sol semble liée à la valeur du p H .

(I) Nom vernaculaire (Voir : Contribution à l'étude des sols du Delta Central Nigérien)

100 cc d'eau distillée dans un Erlen-meyer de 300 cc
5 cc de Winogradsky
200 mill de CO_3Ca
200 mill de glucose

Le milieu est stérilisé à l'autoclave puis ensemencé avec Og 5 de terre, l'azote est dosé dans le liquide après 3 semaines d'incubation à l'étuve à 30°

Suivant les cas le pouvoir fixateur varie de 0,8 mg à 1,5 mg d'N fixé pour 100 mg de glucose consommé.

Ces chiffres sont identiques à ceux qu'on obtient dans les sols de France, dans le cas de la fixation en aérobiose par les Azotobacter.

Conclusion concernant la recherche des Azotobacter dans les terres à coton .

Le travail que nous venons de présenter bien qu'encore très incomplet, de nombreux types de sol n'ayant pas été étudiés, permet néanmoins de tirer quelques conclusions intéressantes, et dont les repercussions pratiques peuvent être considérables.

1°) Les Azotobacter existent dans les sols, leur activité est très comparable à celle que l'on observe dans les sols des régions tempérées.

2°) Les Azotobacter ne sont qu'en faible quantité dans les sols.

Dans la grande majorité des cas les cultures sur silicogel, donnent moins de 10% de grains fertiles, dans les cas les plus favorables on atteint 25% -

Ces chiffres sont très faibles comparativement aux sols des régions tempérées et même à certains sols des régions tropicales sèches (sols de la région de Bambey)

3°) Le principal obstacle au développement normal des Azotobacter est constitué par des carences minérales diverses.

L'élément essentiel est le phosphore, ensuite viennent le magnésium et les oligo-éléments enfin dans certains cas l'action du p H est prépondérante .

...../..

Culture sur plaque de terre moulée

parcelle chauds

p H = 6,3

Terre + glucose 2% = quelques Clostridium

Terre + glucose 2% = $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ 0,2% = nombreux Clostridium
+ Azotobacter

1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 2625 2626 2627 2628 2629 2630 2631 2632 2633 2634 2635 2636 2637 2638 2639 2640 2641 2642 2643 2644 2645 2646 2647 2648 2649 2650 2651 2652 2653 2654 2655 2656 2657 2658 2659 2660 2661 2662 2663 2664 2665 2666 2667 2668 2669 2670 2671 2672 2673 2674 2675 2676 2677 2678 2679 2680 2681 2682 2683 2684 2685 2686 2687 2688 2689 2690 2691 2692 2693 2694 2695 2696 2697 2698 2699 2700 2701 2702 2703 2704 2705 2706 2707 2708 2709 2710 2711 2712 2713 2714 2715 2716 2717 2718 2719 2720 2721 2722 2723 2724 2725 2726 2727 2728 2729 2730 2731 2732 2733 2734 2735 2736 2737 2738 2739 2740 2741 2742 2743 2744 2745 2746 2747 2748 2749 2750 2751 2752 2753 2754 2755 2756 2757 2758 2759 2760 2761 2762 2763 2764 2765 2766 2767 2768 2769 2770 2771 2772 2773 2774 2775 2776 2777 2778 2779 2780 2781 2782 2783 2784 2785 2786 2787 2788 2789 2790 2791 2792 2793 2794 2795 2796 2797 2798 2799 2800 2801 2802 2803 2804 2805 2806 2807 2808 2809 2810 2811 2812 2813 2814 2815

parcelle témoin

p H = 5,6

Terre + glucose 2% = Clostridium

Terre + glucose 2% + $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ = nombreux Clostridium
pas d'Azotobacter

Terre + glucose 2% + PO₄H₂K 0,2%

+ CO₃Ca 0,25% = pas d'Azotobacter

Terre + glucose 2% + PO4H2K 0,2%

+ CaO 0,25% = Azotobacter

Terre + glucose 2% + $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ 0,2 %

+ CaO 0.1 % = Azotobacter

Terre + glucose 2% + PO₄H₂K 0,2%

+ CaO 0.1 %

+ Winogradsky 5cc = Azotobacter

La chaux est indispensable au développement des Azotobacter, la dose de 0,1% soit 3 tonnes ha. pour 25 cm est suffisante.

L'addition du Winogradsky favorise légèrement la prolifération mais ne semble pas indispensable comme dans les sols Danga.

Quelques considérations générales sur la fixation
d'azote atmosphérique en aérobiose.

Tous les microorganismes fixateurs extraits des différents types de sol, sont des Azotobacter, du type Chroococcum, susceptibles de s'enkyster c'est-à-dire de se maintenir en vie ralentie au cours de la saison sèche; dans de vieux échantillons de sol Dian, sécher à l'air durant plus d'une année dans l'atmosphère du laboratoire, nous avons extrait des Azotobacter sur silicogel.

Nous avons également mesuré le pouvoir fixateur de ces micro-organismes, par la technique classique en milieu liquide .

• • • • •

100 cc d'eau distillée dans un Erlen-meyer de 300 cc
5 cc de Winogradsky
200 mill de CO_3Ca
200 mill de glucose

Le milieu est stérilisé à l'autoclave puis ensemencé avec 0g 5 de terre, l'azote est dosé dans le liquide après 3 semaines d'incubation à l'étuve à 30°

Suivant les cas le pouvoir fixateur varie de 0,8 mg à 1,5 mg d'N fixé pour 100 mg de glucose consommé.

Ces chiffres sont identiques à ceux qu'on obtient dans les sols de France, dans le cas de la fixation en aérobiose par les Azotobacter.

Conclusion concernant la recherche des Azotobacter dans les terres à coton .

Le travail que nous venons de présenter bien qu'encore très incomplet, de nombreux types de sol n'ayant pas été étudiés, permet néanmoins de tirer quelques conclusions intéressantes, et dont les repercussions pratiques peuvent être considérables.

1°) Les Azotobacter existent dans les sols, leur activité est très comparable à celle que l'on observe dans les sols des régions tempérées.

2°) Les Azotobacter ne sont qu'en faible quantité dans les sols.

Dans la grande majorité des cas les cultures sur silicogel, donnent moins de 10% de grains fertiles, dans les cas les plus favorables on atteint 25% -

Ces chiffres sont très faibles comparativement aux sols des régions tempérées et même à certains sols des régions tropicales sèches (sols de la région de Bambeï)

3°) Le principal obstacle au développement normal des Azotobacter est constitué par des carences minérales diverses.

L'élément essentiel est le phosphore, ensuite viennent le magnésium et les oligo-éléments enfin dans certains cas l'action du p H est prépondérante .

...../..

Applications pratiques

Le principe théorique sur lequel a été basé l'utilisation du "Mil engrais vert" en tant qu'amendement humique, repose essentiellement sur la prolifération intense des Azotobacter, provoquée par l'apport d'une matière organique à C/N très élevé (de l'ordre de 150) or même en admettant que la dégradation biologique des matières carbonées complexes, en corps plus simples utilisables par les Azotobacter, s'effectue dans les meilleures conditions, la prolifération des fixateurs d'azote ne s'effectuera que s'ils trouvent dans le sol les éléments minéraux nécessaires à leur développement, ce qui dans la presque totalité des cas n'est pas réalisé .

En définitive, le fait qui peut sembler a priori paradoxal, mais qui n'en est pas moins absolument réel, est que l'enrichissement du sol en humus est lié non seulement, à l'apport au sol d'éléments carbonés mais aussi, d'éléments minéraux, tels que le phosphore, le magnésium, les oligo-éléments etc....

Comparaison des sols de la Station du Sahel, et des sols à arachide de la région de Bambey .

Les travaux récents du laboratoire de microbiologie des sols de la Station de Bambey (Sénégal) ont donné les résultats suivants:

En particulier en ce qui concerne la fixation d'azote atmosphérique, on lit la phrase suivante :

" La fixation d'azote atmosphérique semble assurée dans de bonnes conditions, les comptages de colonies donnent des chiffres de 1,5 à 3,5 fois plus grands que ceux considérés comme satisfaisants en France "

En outre un seul enfouissement de Mil engrais vert a donné un accroissement du taux d'humus de 30% (ce chiffre nous semble cependant trop élevé), alors qu'à la station du Sahel même après plusieurs soles engrais vert (trois ou quatre) le taux de matière organique humifiée C/N ~~77~~ 10 n'a guère varié et est toujours de l'ordre de 0,5%.

Station du Sahel			Station de Bambey	
Argile %	5 à 10		4	
Carbone %°	2,5		4,5	
Azote %°	0,28		0,38	
C/N	9		11,8	
Mat.org.%	0,5		0,9	
bases échangeables				
CaO	%°	0,3	0,76	
MgO	%°	0,024	0,23	
K ₂ O	%°	0,3	0,16	
P ₂ O ₅	ass.%	0,005	0,05	
p H		6,3	6,8	

Outre la teneur plus élevée en matière organique qui découle d'un meilleur milieu biologique, la différence essentielle réside dans les teneurs en acide phosphorique assimilable (méthode à l'acide citrique à 2%) et en magnésium échangeable qui sont 10 fois plus élevées dans le sol de Bambey que dans le sol de la Station du Sahel.

Comparaison entre l'alimentation minérale des plantes supérieures et l'alimentation minérale des microorganismes.

Il est curieux de constater que les sols dans lesquels nous avons décelé des carences minérales diverses, sans être particulièrement riches, sont néanmoins susceptibles de fournir des rendements moyens, 1000 à 1500 kilos de coton graine, et les nombreuses analyses de plantes que nous avons réalisées jusqu'à présent ont révélé dans la majorité des cas une alimentation minérale correcte.

La solution réside dans le fait que les plantes supérieures puisent leur nourriture dans une épaisse tranche de sol, et sont capables d'extraire les éléments minéraux à partir de solutions extrêmement diluées mais constamment renouvelées, la variété de coton Allen, en particulier peut atteindre dans de bonnes conditions un développement végétatif et racinaire considérable,

...../

..... les microorganismes, eux, doivent proliférer dans le milieu limité, dans lequel ils se trouvent, la profondeur du sol ne joue ici aucun rôle, seule la richesse intrinsèque du milieu qui les entoure permet d'assurer leur développement, or ce milieu est très pauvre.

Outre l'analyse chimique, cette pauvreté intrinsèque du milieu a été démontrée à chaque fois que l'on a voulu, effectuer des cultures en milieu limité (cultures en pots n'assurant jamais sans engrais un développement normal des végétaux même dans le cas de graminées comme le riz), elle explique l'action primordiale du milieu physique sur la fertilité, tout facteur s'opposant à l'enfoncement des racines étant un facteur de moindre récolte, elle expliquerait enfin la très grande sensibilité des jeunes plants, aux aléas divers, climatiques ou autres, auxquels ils sont soumis en début de végétation .

Un enrichissement de l'horizon supérieur (0-25cm) aurait très certainement une influence considérable sur la fertilité générale des sols .

II°/- La dégradation aérobie de la cellulose

L'étude de la cellulolyse a été à peine ébauchée; un très important travail reste à faire en ce domaine, d'une importance capitale dans les phénomènes d'humification des pailles .

Le travail consiste essentiellement à rechercher le nombre et l'activité des bactéries cellulolytiques dans différents milieux et sous l'influence de divers facteurs (engrais, amendements etc..)

La technique utilisée est la technique de Winogradsky.

- plaques de silicogel -(technique de Winogradsky)

on y ajoute (pour une boîte de Petri de 10cm de diamètre)

2 cc de solution standard de Winogradsky.

0,2 g de CO_3Ca

1 cc de solution de NO_3K à 3,6%

.../.

- on dispose sur la surface du gel une feuille de papier filtre sans cendres.
- on laisse sécher
- on ensemence avec 100 grains de terre
- on place à l'étuve à 30° et on observe le développement des colonies microbiennes.

Résultats obtenus

Nous avons expérimenté sur trois types de sol :

I sol Dian

Sol argileux

p H = 7

C/N = 10 à 12

I sol Danga

Sol sablonneux

p H = 6,5

C/N = 8 à 10

I sol Danga blé Sol argileux

: I sol Danga blé chaulé

p H = 5,5

: p H = 7

C/N = 10 à 13

:

Au bout de 6 à 8 jours de culture nous avons fait les observations suivantes .

Sol Dian -

autour de 80 grains, taches jaune clair s'étendant rapidement sur le papier, pas d'attaque de la cellulose en profondeur.

I colonie hyaline dissolvant fortement le papier.

Sol Danga

pas ou peu de taches jaunes mobiles, par contre apparition de 5 ou 6 colonies, jaunâtres, hyalines, dissolvant rapidement le papier, et s'étendant en quelques jours à toute la surface.

Quelques colonies mycéliennes.

Sol Danga blé

peu ou pas de taches jaunes mobiles, peu ou pas de colonies hyalines, mais nombreux mycelium et fructifications de champignons .

.../.

Sol Danga blé + chaux

diminution considérable des champignons, apparition de nombreuses taches jaunes mobiles, peu ou pas de colonies hyalines.

Etude systématique des microorganismes cellulolytiques.

D'après les descriptions de Winogradsky, les taches jaune paille, mobiles, sont constituées par des colonies de vibrions très mobiles, ils attaquent peu la cellulose en profondeur, et se développent dans les sols voisins de la neutralité.

La dissolution maxima de la cellulose s'observe en sol Danga, sous l'influence des colonies hyalines, jaunâtres.

Nous avons effectué un repiquage de ces colonies sur silico-gel au papier filtre, après 48 heures, nous avons observé une prolifération intense de ces microorganismes, et une dissolution rapide de la cellulose .

A l'examen microscopique on observe surtout de très nombreuses formes coccoïdes (sporidis) entourant comme d'une gaine les fibres de cellulose, les formes allongées (sortes de spirochactes) sont très tenues, mais suffisamment visibles pour caractériser le genre Cytophaga ; on observe aucun Azotobacter dans la gelée cytophagienne.

Les champignons appartiennent à de très nombreuses espèces que nous n'avons pas déterminées, mais qui sont vraisemblablement cellulolytiques.

Conditions physicochimiques de la cellulolyse

A quoi peut on attribuer la différence observée dans le développement des Cytophaga, dans les sols Dian et Danga ?

Très vraisemblablement à une différence de teneur en azote minéral dans le sol.

Les sols Dian, argileux, mal aérés, à rapport C/N plus élevé, ont vraisemblablement une teneur en azote minéral, inférieure à celle des Danga, plus sablonneux mieux aérés , à rapport C/N plus bas .

.....