

Une Expérimentation dans la Laguna de la Ciudad

Depuis ses débuts, l'agriculteur a cherché à contrôler les ressources en eau nécessaire à ses cultures, mettant en place des systèmes d'irrigation dans les zones où la ressource en eau était faible ou irrégulière, tentant de gagner des terres cultivables dans des zones où la ressource en eau était abondante mais empêchait le développement de l'agriculture. Les billons (*raised-fields* en anglais, *camellones* en espagnol, *waru-waru* en quechua) s'inscrivent dans cette dernière perspective.

La notion de billons « *inclut toute préparation de terrain impliquant le transfert de matériaux terreux pour élever le niveau du sol au dessus du niveau naturel dans le but d'améliorer les conditions de cultures, spécialement quand le drainage du sol est insuffisant* » (Denevan, 2005). Ces structures sont présentes principalement dans la zone intertropicale (Amérique du Sud et Centrale, Asie du Sud-est, Afrique de l'Ouest). Pour la seule Amérique du Sud, ces billons se retrouvent dans de nombreux milieux (Gondard, 2005): plaines côtières inondables (Guyane, Aire La Tolita — Tumaco...), hautes Andes (Sierra Nord de l'Équateur, berges du lac Titicaca...), plaine amazonienne (Llanos de Mojos, Guato...).

L'existence de ces billons a longtemps été méconnue du monde scientifique jusqu'à la découverte des Llanos de Mojos dans l'Amazonie bolivienne (Département du Beni) dans les années 60 par George Plafker et William Denevan (Denevan, 2005). A l'exception de quelques expériences de réutilisation de ces billons sur les berges du lac Titicaca (Erickson, 2005) et dans les Llanos de Mojos (Saavedra, 2005), ces structures sont principalement étudiées d'un point de vue archéologique ou géographique.

L'expérience que nous avons menée s'inscrit dans le cadre agronomique. Il s'agissait de recueillir des données sur des cultures pratiquées dans la zone dans des conditions contrôlée afin de pouvoir relier les différentes composantes du milieu (sols, climat, etc.) avec les constatations que nous pouvions faire sur les cultures.

Notre intérêt s'est porté sur l'aire de La Tolita, au nord de la côte équatorienne, car c'est une

zone bien connue d'un point de vue archéologique, ayant abrité une succession de cultures florissantes entre 1000 av. JC et 1300 ap. JC (Valdez, 2005) alors que le milieu tropical humide dans lequel elles se sont développées nous apparaît actuellement plutôt hostile : zone sujette à de fortes inondations, forêt impénétrable et présence de maladies tropicales.

A l'heure où les Hommes cherchent des terres cultivables pour nourrir leur expansion démographique, les billons semblent une alternative durable, somme de millénaires de pratiques agricoles, qu'il nous reste à redécouvrir, face aux modifications d'écosystème à grande échelle (drainages par exemple).

C'est dans cette perspective que durant 3 mois nous avons mené une expérimentation à la parcelle dans une zone de billons située sur la côte nord de la province d'Esmeraldas (Équateur) : la Laguna de la Ciudad. Nos expérimentations ont été mises en place dans un double but de :

- Récolter des données sur le potentiel agronomique actuel de ces systèmes de culture préhispaniques ;
- Confronter ces résultats et les techniques de cultures actuelles avec ce que l'on suppose des pratiques de cultures des populations préhispaniques de la zone concernée.

Pour cela nous avons réalisé des enquêtes auprès des agriculteurs de la zone afin de prendre connaissance des conditions de vie réels et des cultures qui se pratiquent dans la zone. Parallèlement, nous avons conduit des expérimentations à la parcelle sur quelques cultures choisies dans des conditions les plus proches possible de ce que l'on suppose des pratiques culturelles des anciens agriculteurs.

Nous avons choisi comme culture expérimentale le maïs (*Zea mays* L.), car c'est une plante cultivée dans la zone durant l'époque de l'année où nous avons débuté l'expérience et dont la durée de culture (3 mois environ) s'inscrivait dans la durée du stage. De plus, d'après les évidences archéologiques, le maïs a été cultivé dans cette zone pendant plus de 3000 ans (Patiño, 2005).

Nous avons aussi planté la parcelle de manioc (*Manihot esculenta* Crantz), culture dont il y a des évidences archéologiques dans cette région. Cependant le temps de culture étant trop long (6 mois environ), nous n'avons pas pu aboutir à des conclusions.

Enfin, dans la but d'apprécier les limites des types de cultures possibles dans la zone, nous avons plantés du riz (*Oryza sp.* L.) et deux petits potagers avec diverses espèces consommés actuellement: radis (*Raphanus sativus* L.), carottes (*Daucus carota* L.), haricots (*Phaseolus sp.*), laitue (*Lactuca sativa* L.), etc. Notons aussi que les haricots et fèves que nous avons plantés formaient une des bases de l'alimentation des populations préhispanique et sont toujours cultivés dans cette zone.

La zone de la Laguna de la Ciudad, une plaine alluviale en climat tropical semi humide

La Laguna de la Ciudad dans laquelle nous avons mené ces expériences est une zone de plaine côtière sur la rive gauche de l'embouchure du fleuve Santiago-Cayapas (cf. carte). Toute cette partie nord de la côte équatorienne appartient à la formation végétale du Chóco d'une diversité faunistique et floristique parmi les plus grande du monde. La Laguna est une des zones périphériques de la réserve naturelle Cayapas-Mataje (Yépez, 2006).

{rokbox title=|Forêt tropicale humide de la Laguna de la Ciudad.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_15.jpg{/rokbox} {rokbox title=|Pâturage semé dans la zone d'El Zapotal, Laguna de la Ciudad.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_9.jpg{/rokbox}

Afin de resituer le contexte agronomique de la zone, il est nécessaire de garder à l'esprit que l'ensemble de la Laguna de la Ciudad est une plaine alluviale formée à partir des sédiments apportés par le fleuve Santiago-Cayapas. Ces sédiments, une fois en mer, sont redéposés sur la côte par les courants marins, formant ainsi une succession de cordons littoraux parallèles.

En conséquences, les sols de la zone sont essentiellement argilo sableux et argilo limono sableux. Ce qui conjugué aux faibles pentes en font des sols peu drainant. Les zones situées entre les cordons littoraux fossiles sont marécageuses et riches en matière organique alors que les cordons littoraux fossiles sont argilo sableux. La présence d'argile sur les cordons littoraux est un apport des premiers occupants de la région afin de pouvoir pratiquer l'agriculture. Ce sont ces zones marécageuses qui semblent les plus fertiles de la zone avec actuellement des accumulations d'argile mélangé à de l'humus sur près de 1 mètre de profondeur.

Bien que le climat de la zone soit défini comme tropical semi humide, la zone reçoit en fait moins de précipitations (entre 2500 et 3500 mm / an) que l'intérieur des terres. En effet, l'absence de relief marqué et sa situation côtière qui la voit balayée par des vents faibles, mais réguliers, empêchent généralement les précipitations de tomber sur la plaine. La saison sèche, de août à novembre, est assez marquée dans la zone avec des précipitations cumulées d'environ 500 mm sur ces 4 mois (Figure 1). Nous avons pu constater que les cultures peuvent être soumis à un stress hydrique modéré durant cette période.

{rokbox title=|Figure 1 :: Diagramme des précipitations mensuelle de la station de San Lorenzo sur la période 1994-1999.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_02.jpg{/rokbox}

La station de San Lorenzo est la plus proche de notre zone d'étude.

Cependant elle bénéficie d'un climat plus humide que notre zone d'étude. Source INAMHI. Cependant, durant la saison des pluies (janvier à mai), la zone est sujette à de fortes inondations car elle constitue l'exutoire des précipitations tombant sur les collines intérieures de la région de Borbón, système de basses collines (altitudes inférieure à 100 m au dessus du niveau de la mer) formant sa frontière orientale. Le cumul des précipitations est d'environ 1900 mm sur cette période.

La nature des sols et l'abondance d'eau dans la zone fait que la nappe phréatique soit peu profonde dans la plaine : entre 0,80 et 5 m de profondeur.

La température de la zone est stable toute l'année et comprise entre 24 et 26°C. La nuit les températures ne descendent pas en dessous de 20°C : la différence d'amplitude des températures diurne et nocturne est faible. Cette faible amplitude s'explique par la couverture nuageuse se formant à la tombée de la nuit piégeant les radiations solaires, résultat de la condensation de l'humidité au dessus de la forêt tropicale.

C'est dans des conditions similaires que des populations ont pratiqué l'agriculture dans cette région pendant la période préhispanique (entre 1000 av. JC et 1300 ap. JC) aménageant la zone pour la rendre possible. La construction de billons dans les zones inondables correspond

à une phase d'intensification de l'agriculture comme dans la partie basse du bassin de Guayas entre 2000 et 1500 av. JC (Marcos, 1992 et Delgado, 2005).

Ces aménagements répondent à plusieurs nécessités :

- Améliorer la rétention d'eau en surface dans les sols sableux des cordons littoraux par apport d'argile ;
- Évacuer le trop plein d'eau des zones hautes vers les zones basses par le creusement de tranchées perpendiculaires à l'axe des cordons littoraux ;
- Profiter de l'excellente fertilité des zones marécageuses due à la présence de matière organique en décomposition, tout en préservant les cultures (en particulier les tubercules) de l'asphyxie racinaire, conséquence de la proximité de la nappe phréatique, par l'élévation de billons et le transfert de terres fertiles des tranchées aux billons (Gondard 2005) ;
- Canaliser les excès d'eau durant la saison des pluies tout en prolongeant la disponibilité en eau pendant la saison sèche par le creusement de tranchées/canaux et de réservoirs autour des billons (Gondard 2005) ;
- Faciliter la récolte des mollusques et des poissons dans les piscines/réservoirs se situant à l'exutoire des tranchées de drainage des billons (Hurtado, comm. pers., 2007).

Ces ouvrages permettent alors de pouvoir profiter de l'abondance de l'eau douce et de températures élevées et stables, permettant la pratique de l'agriculture toute l'année en tenant compte des besoins en eau respectif des différentes cultures.

Situation de la parcelle

Au moment de notre arrivée sur le site, la parcelle était recouverte de forêt et n'a pas servi à des fins agricoles depuis l'époque préhispanique. Elle est située à proximité immédiate d'un espace de terre ferme (cordon littoral fossile) densément peuplé durant l'époque préhispanique (Valdez, 2005). Cette parcelle, d'une surface de 0,15 hectare dans une zone de billons en forme de L (Figures 2 et 3), fait partie d'une extension plus large de près de 10 hectares dans le marais du site d'El Indio.

Les tranchées entre les billons de forme rectiligne ou coudés forment un système de canalisation des flux d'eau débouchant sur une tranchée principale qui rejoint l'estero¹ del Cuerval. C'est par ce cours d'eau qu'est évacué cycliquement le trop plein d'eau du marécage.

Les coudes formés par les tranchés, complété par la présence de bassins creusés dans le sol devaient permettre de réguler le flux d'eau de manière à prolonger la période de présence d'humidité durant la saison sèche.

{rokbox title=|Figure 2 :: Schéma de situation de la parcelle expérimentale du site d'El Indio.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_01.jpg{/rokbox} {rokbox title=|Vue d'ensemble de la parcelle expérimentale du site d'El Indio avant semis.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_1.jpg{/rokbox}

La hauteur des billons de la parcelle est d'environ 60 cm par rapport au fond des tranchées. C'est pourquoi durant les années de forte pluie, l'eau peut arriver à recouvrir ces billons. Cependant il est probable que la hauteur fut plus importante durant la période préhispanique, les billons s'étant érodés avant d'être recouvert par la forêt et les tranchées s'étant comblées.

{rokbox title=|Figure 3 :: Détail de la parcelle expérimentale et cotations.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_03.jpg{/rokbox}

La situation de la parcelle à proximité d'un cordon littoral fossile où des sites d'habitation ont été mis à jour, laisse supposer que ces billons étaient utilisés de manière continue et sans doute d'une façon intensive. Ce que confirme la densité de tessons archéologiques et des outils (racloirs) en pierre taillée, datant pour la plupart de l'époque tardive (900 à 1300 ap. JC), retrouvés sur le site.

D'après les données issues d'analyses phytolithiques et polliniques, les plantes cultivées durant l'époque préhispanique dans la région de Tumaco² sont principalement le maïs (*Zea mays* L.), la calebasse (*Crescenta cujete* L.), la maranta

³

(*Maranta arundinacea* L.), probablement l'achira (*Canna*) et le manioc (*Manihot esculenta* L.), deux tubercules dont la présence est attestée dans la vallée du Santiago-Cayapas (Patiño, 2005). De plus des preuves indirectes laissent penser que le coton (*Gossypium barbadense* L.) et la coca (*Erythroxylum coca* Lam.) étaient cultivés dans la région (Patiño, 2005).

Les poubelles archéologiques mises à jour sur le site ont permis de montrer que les populations complétaient leur régime alimentaire par la chasse (os de mammifères et d'oiseaux), la récolte des coquillages (grandes accumulations de coquilles) et la pêche (restes de poissons).

Des sondages archéologiques réalisés sur l'emplacement du champ à billons, ont permis d'établir la stratigraphie naturelle et culturelle du secteur. Ceci fut par la suite confirmé dans plusieurs tranchées de la parcelle (Figure 4).

{rokbox title=|Figure 4 :: Coupe stratigraphique dans une tranchée de la parcelle expérimentale.|}images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_04.jpg{/rokbox}

La couche superficielle, constituée d'humus meuble est limitée à sa base par une couche de cendre volcanique blanche, compacte, provenant d'après les analyses de composition chimique d'une explosion du volcan Quilotoa (Dr. Patricia Mothes, comm. Pers., septembre 2004). Au dessus de cette couche aucune évidence archéologique n'a été retrouvée, ce qui laisserait à penser que cette importante chute de cendres volcaniques (jusqu'à 7 cm d'épaisseur par endroit) à provoqué une catastrophe agricole majeure obligeant les populations locales à abandonner les champs (Valdez, 2005).

Nous avons pu noter que sur les billons, cette couche de cendre volcanique est légèrement mélangée avec la couche d'argile sous jacente. Cette argile, compacte, de couleur grise foncée à grise claire se rencontre sur une profondeur de 80 à 110 cm. Dans d'autres sondages réalisés sur d'autres sites, cette couche d'argile était noire, très riche en matière organique et ce, sur une profondeur allant jusqu'au niveau de la nappe phréatique (80 cm de profondeur).

La base de la coupe est constituée d'une couche de sable bleu dans lequel on retrouve des fragments de coquillages déposés lors de la formation des cordons littoraux: c'est l'ancien niveau de plage.

Méthodologie

Cette étude est basée à la fois :

- Sur des entretiens auprès des agriculteurs de la Laguna de la Ciudad nous permettant d'avoir une vision globale de l'activité agricole actuelle de la zone et des conseils pour nos cultures de la parcelle expérimentale.
- Une expérimentation à la parcelle nous ayant permis de récolter des données plus précises que les entretiens auprès des agriculteurs et de cultiver comme nous l'entendions.

Conduite de la parcelle

L'idée principale était de conduire la parcelle dans des conditions les plus proches possibles des conditions de culture traditionnelles, voire préhispaniques.

La parcelle a été préparée selon la technique de culture sur brûlis. C'est à dire, la forêt a été défrichée et les déchets ont été laissés en place jusqu'à ce qu'ils soient desséchés, puis la broussaille a été brûlée sur place, pendant une journée entière. Les grands troncs ont été enlevés et mis sur des côtés et des accumulations des cendres ont éparpillées légèrement au long de la surface du sol. Cependant, le temps entre la préparation et la plantation a été trop court pour que la matière minérale des cendres ait eu le temps de s'incorporer en profondeur au sol.

Le sol a été légèrement travaillé avec une pelle, sur une profondeur de 10 cm, avant que 6 kilos de grains de maïs soient semés en ligne, à la main dans des trous de moins de 10 cm de profondeurs, creusés à l'aide d'un bâton tous les 60 cm environ et à raison de 3-4 grains par trous (Figure 4), recouvert ensuite de terre. Cette technique traditionnelle est encore utilisée par des agriculteurs locaux.

Le fait de semer début octobre, durant la saison sèche, nous a permis de cultiver le maïs à la fois sur les billons mais aussi dans les tranchées où l'humidité du sol était relativement réduite et pouvoir ainsi comparer les résultats de ces deux modalités. Cependant le cycle du maïs dans la zone tropicale étant de 3 mois, nous n'étions pas sûrs que le maïs présent dans les tranchées puisse se récolter avant l'arrivée des pluies.

On peut signaler la présence de 2 rangs de manioc plantés mais qui n'ont pas fait l'objet d'une

Écrit par François Cadudal

Mercredi, 02 Mai 2007 17:23 - Mis à jour Jeudi, 24 Septembre 2009 12:49

étude. Cependant on peut noter que la structure meuble des sols, notamment sur les billons, se prête particulièrement à la culture des tubercules.

Les potagers ont été semés à l'ombre avec les espèces suivantes dans une couche d'humus très meuble : carottes, radis, oignons roses et oignons blancs, laitue, pois et poivrons, haricots et fèves.

Cependant les mauvaises herbes et les insectes ont eu raison des pois et fèves, cultures qui demandent des soins réguliers.

Le riz a été semé fin septembre, à raison de 5-6 grains déposés dans des trous séparés de 36 centimètres. L'humidité de la tranchée dans lequel il a été semé s'est avérée cependant trop faible pour permettre un bon développement des plants.

{rokbox title=|Figure 5 :: Surfaces plantées dans la
parcelle.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_05.jpg{/rokbox}

Au cours de la période d'expérimentation, aucun produit chimique, que ce soit engrais ou insecticide, n'a été apporté.

Un seul désherbage a été effectué, à la machette, 21 jours après avoir semé le maïs suivant les conseils d'un agriculteur afin d'attendre que les feuilles de maïs se soient indurées et que les insectes attaquent de préférence les mauvaises herbes aux feuilles plus tendres que le maïs.

Le travail à la parcelle aurait pu se faire exclusivement à la main et à l'aide de bâtons, d'haches en pierre ou des calebasses (*Crescentia cujete* L.) pour retourner la terre ou la transférer des tranchées aux billons. Cependant l'utilisation d'outils en métal, inconnus avant l'arrivée des Espagnols, nous a permis d'économiser du temps et de la main d'œuvre.

Le travail du sol suivi du semis a mobilisé 3 personnes durant une demi journée et le

désherbage 4 personnes durant une demi journée.

Mesures effectuées sur les récoltes

Nous avons cherché à voir si il existait une différence de potentiel agronomique entre les billons et les tranchées adjacentes et la quantifier, compte tenu de la différence d'humidité du sol et de sa richesse en matière organique.

Les relevés que nous avons effectués à la parcelle portent principalement sur le maïs et sont relativement simple car la zone, isolée et sans accès à l'électricité, ne permettait pas d'acheminer tout le matériel qui aurait été nécessaire pour pousser les mesures plus avant. De plus le fait que notre présence sur le site était irrégulière et empêchait de prendre des mesures en continu, c'est pourquoi les mesures se sont faite à la récolte.

Pour le maïs, les mesures ont portés sur :

- la hauteur des plants, mesurée du sol à la partie sommitale de la fleur au moment de la récolte ;
- l'état sanitaire des épis de maïs, en notant les épis attaqués par un ver ;
- l'état de maturité des épis, en différenciant les épis qui avaient une majorité de grains blancs et ceux avec une majorité de grains vitrifiés
- le poids de mille grains de maïs, mesuré après dessiccation à l'aide d'une balance ayant une précision de ± 1 gramme.

Les radis, carottes et laitues n'étant pas normalement cultivés dans la région, ils ont été plantés afin de constater les limites des possibilités de culture de la zone.

Pour le radis, seule a été prise en compte la taille et l'aspect général du tubercule. Pour les autres cultures potagères, seul l'aspect général a été noté de manière qualitative.

Enquêtes auprès des agriculteurs

Les enquêtes proprement dites ont été précédées d'une reconnaissance des différents milieux naturels de la zone et de présentation du projet aux agriculteurs.

A partir de cette reconnaissance du terrain, nous avons réalisés les entretiens auprès de 4 exploitations que nous jugeons représentatives de l'agriculture de la zone, et leur demandant, si possible de nous accompagner pour une visite commentée de leurs parcelles.

Nous avons notamment appuyé notre comparaison sur une parcelle cultivée à 5 kilomètres de notre site d'El Indio (lieu dit Zapotal), en pleine lagune. Cette parcelle a été mise en place sur un des plus grand billon de la Laguna de la Ciudad couvrant une superficie de 1 hectare. Elle a été défrichée en juin puis traitée par deux passages de désherbant à 15 jours d'intervalle pour être semée le 12 août. Au cours du cycle, seul un apport d'engrais (urée) a été effectué.

Les questions ont porté sur l'ensemble des systèmes de production de l'exploitation : système d'élevage, de culture et de transformation de la matière première agricole ; et les relations qui les lient.

Informations actuelles sur l'agriculture traditionnelle pratiquée dans la Laguna de la Ciudad

Les informations présentées ci-dessous relèvent de l'expérience pratique d'agriculteurs établis depuis une vingtaine d'année dans la zone de la Laguna de la Ciudad.

Ces entretiens nous ont permis de guider les cultures de notre parcelle expérimentale et de les replacer dans le contexte actuel de la zone afin de pouvoir effectuer des comparaisons.

La population de la zone se compose de deux groupes (Yépez, 2005):

- les afro-équatoriens, établis depuis l'époque coloniale dans cette zone inaccessible aux espagnols et servant de refuge aux esclaves en fuite des plantations de canne à sucre de la sierra équatorienne ou des mines colombiennes ;
- les manabas ayant émigrés il y a une vingtaine d'années de la province voisine de Manabi suite à une augmentation du prix de la terre dans cette province ⁴ conjuguée à plusieurs années de sécheresse consécutives.

Jusqu'au début des années 80, la lagune n'était pas occupée de manière permanente : les habitants de La Tola y faisaient des incursions d'une journée à deux semaines pour y extraire notamment l'ivoire végétal (tagua), du bois fin (Hurtado 2005, Yépez 2005).

A l'inverse des familles manabas vivant à l'année dans la zone de la Laguna de la Ciudad, les familles afro-équatoriennes vivant à La Tola et possédant des terres dans cette zone ne se définissent pas prioritairement comme agriculteurs mais d'avantage comme chasseurs et pêcheur (Yépez 2006). Sur leurs terres, ils privilégient d'avantage les cultures pérennes comme le cacao, le cocotier (*Cocos nucifera* L.) ou les agrumes qui ne nécessitent pas d'attention permanente.

En revanche les manabas, s'autodéfinissant comme agriculteurs, ont établis leurs habitations sur les zones fermes (cordons littoraux fossiles) de la zone, souvent sur d'anciennes tolas (monticules artificiels) préhispaniques et les exploitations possèdent toutes à la fois des terres sur les cordons littoraux fossiles, dans les marais et des terres boisées.

{rokbox title=|Semis du riz par une famille Afro-équatorienne dans la Laguna de la Ciudad.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_5.jpg{/rokbox} {rokbox title=|Maison manabita d'une exploitation agricole de la Laguna de la Ciudad.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_11.jpg{/rokbox}

Dans les deux cas les travaux agricoles se font de manière manuelle : pelles, machettes, tronçonneuses, pulvérisateurs manuels; sans l'aide de la force animale, les sols légers ne nécessitant pas un travail profond.

Écrit par François Cadudal

Mercredi, 02 Mai 2007 17:23 - Mis à jour Jeudi, 24 Septembre 2009 12:49

Les agriculteurs cultivent principalement les plantes de cycle court (maïs, riz, haricot, fèves, banane plantain, etc.) pour leur consommation personnelle.

Les cultures de cycle court sont principalement pratiquées dans les zones marécageuses de la Laguna de la Ciudad et à bonne distance des zones boisées afin d'éviter une trop grande pression des insectes ravageurs des cultures.

D'après leur expérience la meilleure période pour semer le maïs se situerait aux alentours du 10 août, afin d'éviter les dommages causés par les ravageurs (oiseaux et insectes) et le risque d'inondation vers la mi-novembre. Le semis se fait de la même manière que nous avons décrite dans la partie méthodologie.

Quant aux dates de récoltes, elles sont situées entre 70 jours après avoir semé — pour le maïs doux (choclo) — et 120 jours — pour le maïs dur (duro).

{rokbox title=|Tola préhispanique dans la zone de Garrapata, Laguna de la Ciudad.|}images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_4.jpg{/rokbox}

Sur une même parcelle, le maïs est cultivé de juillet à novembre (saison sèche) puis le riz de décembre à avril (saison des pluies). Cette alternance permet de profiter au mieux des disponibilités en eau et de diminuer la pression des ravageurs sur les cultures. De plus, les résidus de culture (partie végétatives des plants du cycle de culture précédent) apportent de la matière organique pour le cycle de culture suivant.

Les rendements du maïs des exploitations actuelles, avec apport d'engrais chimique et de pesticides, varient entre 40 et 100 quintaux à l'hectare. Dans les parcelles situées sur les parties les plus hautes et dont les terrains sont les plus sablonneux (cordons littoraux fossiles), les rendements diminuent après 2-3 ans de rotations. Cependant dans les zones les plus basses, riches en matières organiques les rotations peuvent se pratiquer jusqu'à 6 ans avec même une légère augmentation des rendements au fil des ans.

Les surplus de maïs sont destinés à la vente au chef-lieu du canton : Limones (Valdez).

Écrit par François Cadudal

Mercredi, 02 Mai 2007 17:23 - Mis à jour Jeudi, 24 Septembre 2009 12:49

Cependant pour toutes les productions agricoles de la zone, la principale contrainte de la zone est son isolement. Les chemins, simples pistes sont rendues impraticables durant la saison des pluies et rendent l'acheminement vers les marchés locaux impossible. C'est pour cette raison que la majorité des exploitations de la zone sont concentrées dans le zone de Garrapata, à l'est de la Laguna de la Ciudad, à environ 1h de voiture du nœud routier et principal marché de la région : Borbón.

Sur les cordons littoraux fossiles, les cultures sont principalement des cultures pérennes destinées à la vente, principalement le cocotier et le cacao, mais aussi la guanábana (*Annona muricata* L.) et les agrumes : pamplemousses (*Citrus maxima* (Burm. f.) Merr.) et oranges (*Citrus sinensis* L.).

L'exploitation des noix de coco permet d'assurer le quotidien de l'exploitation : achat de nourriture pour la famille, renouvellement des clôtures, ... Les noix de coco pelées sont acheminées vers Borbón où elles sont achetées par des grossistes pour être vendues en gros à Santo Domingo de Los Colorados, importante citée commerciale du fait de sa situation de nœud de communication entre la capitale Quito, le port de Guayaquil (côte sud de l'Équateur) et le port pétrolier d'Esmeraldas (côte nord de l'Équateur).

Les revenus du cacao permettent d'investir dans l'exploitation : défrichage de nouvelles parcelles, achat de têtes de bétails. Le cacao est lui aussi apporté à Borbón et est acheté notamment par la coopérative cacaotière de Maldonado, situé à une vingtaine de kilomètre en amont de Borbón sur le fleuve Santiago-Cayapas.

{rokbox title=|Maïs dur (haut) et maïs doux (bas) récoltés dans la parcelle expérimentale.|}images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_12.jpg{/rokbox}

Cependant les plantations de cocotiers et de cacao sont actuellement victimes de maladies.

Dans le cas des cocotiers, les symptômes se caractérisent par un jaunissement, puis une dessiccation des feuilles et enfin une chute de la couronne. Cette maladie pourrait être provoquée par un virus, un phytoplasme, un acarien (*Raoiella indica*, signalé dans les Caraïbes en 2004) ou un nématode (Luc, 1958 ; mentionne des cas de cette maladie au Brésil et en Amérique centrale pour le cas des nématodes).

Il semble que le dépérissement des plantations soit facilité par la densité de plantation importante car les cocotiers plus isolés ne semblent pas affectés. A ce jour il ne semble pas y avoir de traitement curatif économiquement rentable (IRD, 2000).

Pour les plantations de cacaotiers, un champignon empêche la croissance ou la maturation de la gousse de cacao qui cesse son développement avant de sécher. Actuellement un programme d'accompagnement à la pratique de la greffe est menée dans la région afin d'apporter un appui technique pour la greffe de rameaux de la variété locale de cacao sur une plante-mère résistante au champignon. Le taux de prise de la greffe se situe autour de 30%.

La dernière activité de la zone, occupant la plus grande superficie est l'élevage bovins. Les exploitations possèdent entre 15 et 200 têtes de bétails élevés toute l'année dans des prés préalablement semés de graminées (de 2 types : « éléphantine » et pasto aléman). Bien que les agriculteurs invoquent la production de lait comme principale motivation pour acheter du bétail, le faible rendement en lait (4 L / vache / jour en moyenne) laisse penser que le revenu lié à la vente de viande est plus important.

{rokbox title=|Gousse de cacao.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_14.jpg{/rokbox} {rokbox title=|Vache élevée dans la Laguna de la Ciudad.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_3.jpg{/rokbox}

Le lait est systématiquement transformé en fromage, seul moyen de conserver le lait sans électricité ni moyens de réfrigération. Ce fromage si il n'est pas consommé dans le cadre familial est vendu directement à la ferme ou à La Tola. Les vaches destinées à la viande sont vendues, elles aussi, sur le marché de Borbón. Mais avant tout, les bovins sont une forme de capitalisation de ces exploitations agricoles familiale isolées.

Le maïs est aussi dédiée à l'élevage de quelques animaux de basses cour : poules présentes dans toutes les exploitations, dindes et porcs.

Résultats des expérimentations à la parcelle

Durant l'expérimentation, la parcelle a été visitée 5 fois à 2-3 semaines d'intervalle.

{rokbox title=|Pâturage de type pasto aleman semé dans la Laguna de la Ciudad.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_10.jpg{/rokbox} {rokbox title=|Vue d'ensemble de la parcelle expérimentale 7 jours après semis.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_2.jpg{/rokbox}

Deux semaines après le semis, nous avons pu constater que la densité et la hauteur des adventices étaient plus faible là où nous avons travaillé la terre. De plus là où nous avons constatés une plus grande densité d'adventices, les plants de maïs présentaient plus de traces d'attaques d'insectes sur le limbe des feuilles.

{rokbox title=|Maïs de la parcelle expérimentale 59 jours après semis et 13 jours après la sortie des fleurs mâles.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_13.jpg{/rokbox} {rokbox title=|Feuilles de maïs attaquée par des ravageurs.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_16.jpg{/rokbox}

La sortie des fleurs mâles a été constatée 46 jours après le semis et 12 jours après, les épis mesuraient 10 à 12 cm de longueur et 5 à 7 cm de largeur.

La densité moyenne des pieds de maïs dans la parcelle de 4,60 pieds/m² est plus importante que si nous avons semé le maïs à la volée comme cela se pratique encore dans les systèmes de culture sur brûlis du bassin Amazonien (Meunier, communication personnelle, 2006). Ce soin apporté au semis permet d'obtenir des rendements plus importants, les plants étant disposés de manière plus serrée mais demande un investissement en travail plus important (4 h au lieu de 1h pour une personne seule).

Les pieds de maïs, au moment de la récolte, mesuraient en moyenne 2,50 m ($\pm 0,10$ m, intervalle de confiance à 95%) de hauteur (du sol à la partie sommitale de la fleur) sans différence significative entre les plants des tranchées et des billons (Figure 6).

{rokbox title=|Plant de maïs de la parcelle expérimentale attaqué par les adventices.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_8.jpg{/rokbox}

En revanche, les épis de maïs récoltés, 72 jours après le semis, dans les tranchées sont arrivés à maturité plus rapidement que ceux récoltés sur les billons (Figure 7). Ceci peut être expliqué par la bonne disponibilité en eau dont ont disposé les plants du fait de la faible profondeur de la nappe phréatique et des précipitations ponctuelles, mais d'intensité suffisante pour pénétrer dans le sol.

{rokbox title=|Figure 6 :: Hauteur moyenne des plants de maïs à la récolte en fonction de leur localisation dans la parcelle.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_06.jpg{/rokbox}

En revanche, les épis de maïs des billons ont été moins sujet aux attaques d'insectes (vers notamment) (Figure 8). La différence d'épis de maïs attaqués entre billons et tranchés est de 4,2%. Bien que la part d'épis attaquée soit importante (56,5%), ces épis étaient tout à fait consommables dans le cadre familial mais ne pouvaient pas être vendus.

{rokbox title=|Figure 7 :: État de maturité des épis de maïs à la récolte en fonction de la localisation dans la parcelle.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_07.jpg{/rokbox}

Le poids moyen des grains (donné par le Poids Mille Grains ou PMG) est plus important pour les épis récoltés sur les billons (152,64 g, \pm 18,45 g, intervalle de confiance à 95%) que pour ceux récoltés dans les tranchées (135,00 g, \pm 13,86 g, intervalle de confiance à 95%). On peut penser que cette différence de poids est liée au degré de maturité des épis : les épis des billons arrivant à maturité plus tard que ceux des tranchées, ils accumulent plus de réserves.

{rokbox title=|Figure 8 :: Etat sanitaire des épis de maïs à la récolte en fonction de leur localisation dans la parcelle.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_08.jpg{/rokbox}

La quantité de maïs récolté sur la parcelle a été de 2 quintaux soit un rendement de 19,70

Écrit par François Cadudal

Mercredi, 02 Mai 2007 17:23 - Mis à jour Jeudi, 24 Septembre 2009 12:49

quintaux à l'hectare. Ce rendement est 2 fois inférieur au minimum constaté dans les exploitations de la zone qui utilisent des intrants chimiques pour la lutte contre les insectes, les mauvaises herbes et des engrais azotés.

{rokbox title=|Figure 9 :: Comparaison des PMG moyens en fonction de la localisation dans la parcelle.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_09.jpg{/rokbox}

Les radis récoltés 2 mois après avoir été semés ont un diamètre moyen d'environ 4 cm. Cependant, malgré la terre meuble dans lesquels ils ont crû, ils présentaient d'importantes déformations du tubercule. Cette déformation pourrait s'expliquer par un problème d'accumulation des réserves dans le tubercule dû soit à des températures diurnes trop élevées, soit à une trop faible différence entre températures nocturnes et diurnes (25°C en moyenne le jour et 23°C la nuit).

{rokbox title=|Séchoir à maïs d'une exploitation agricole d'El Zapotal, Laguna de la Ciudad.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_6.jpg{/rokbox}

Les carottes que nous avons récoltées 72 jours après semis étaient de petite taille : une longueur inférieure à 4 cm pour un diamètre inférieur ou égal à 1 cm, mais ne présentaient pas de déformations du tubercule.

{rokbox title=|Radis de la parcelle expérimentale présentant une légère déformation du tubercule récolté 72 jours après semis.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_7.jpg{/rokbox}

Les feuilles des laitues que nous avons semés étaient de couleur vert clair, présentaient un port lâche et des torsions importantes du limbe.

{rokbox title=|Carottes (*Daucus carotta* L) de la parcelle expérimentale récoltées 72 jours après semis.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_19.jpg{/rokbox}

Seul la moitié des haricots que nous avons semés ont donné des plants aux limbes des feuilles présentant une forte densité d'attaques d'insectes sous forme de trous. Cependant nous avons pu constater que les plants de haricots, malgré des feuilles complètement mangées par les insectes, portaient des gousses remplies de haricots d'une taille au moins égale à ceux que nous avons semés. Ces attaques ne semblent donc pas avoir un grand impact sur le développement des gousses.

Discussion

Cette expérimentation, bien que relativement simple, nous a permis de confirmer par l'expérience certaines pratiques des agriculteurs de la zone.

Plus de la moitié des épis de maïs que nous avons récoltés n'étaient pas commercialisables car dans un mauvais état sanitaire. Cependant ils étaient parfaitement consommables dans le cadre familial.

Les rendements, bien que faibles peuvent être augmentés en contrôlant les attaques des ravageurs, sans pesticides, par le choix de la date de plantation et par une maîtrise raisonnée des adventices, connaissances que devaient posséder les agriculteurs préhispaniques.

Cette expérience nous a permis de vérifier qu'il était possible de cultiver dans les tranchées en saison sèche, augmentant ainsi la surface cultivable. De plus le maïs cultivé dans ces tranchées arrive à maturité plus rapidement, ce qui permet de le récolter avant que l'inondation des tranchées ne provoque une asphyxie racinaire.

La localisation des cultures annuelles dans les zones inondables semble la meilleure option pour limiter l'apport d'engrais dans la mesure où :

- Les parties non récoltées des plantes sont laissées en décomposition sur la parcelle, permettant un apport de matière organique pour le cycle suivant ;
- la circulation d'eau chargée en limons dans les tranchées permet de renouveler la composition minérale du sol ;
- la terre noire des tranchées permet de rehausser les billons tout en les fertilisants.

Ainsi ce type de sol peut supporter une rotation maïs/riz pendant plus de 6 ans sans apports d'engrais alors que les terrains plus sableux des cordons littoraux fossiles sont transformés en pâturages après 2-3 ans de rotation pour cause de baisse des rendements.

Les techniques traditionnelles des agriculteurs actuels, bien que différentes des techniques des agriculteurs préhispaniques, peuvent permettre d'éclaircir certains aspects techniques de la conduite des cultures sur ces billons. Ainsi on peut supposer que du fait de la configuration étroite des billons (de 5 à 7 m de largeur) le maïs devait être semé en ligne ou du moins densément afin d'utiliser au maximum l'espace disponible.

{rokbox title=|Feuilles de laitue de la parcelle expérimentale 72 jours après semis.}|images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_17.jpg{/rokbox}

Le renouvellement de la fertilité qui se fait actuellement à l'aide d'engrais chimiques pouvait se faire à l'époque préhispanique par épandage des cendres du foyer sur les billons (d'autant plus probable que notre parcelle est proche des sites d'habitations) ou transfert de terre issue du curage des tranchées, riche en limon apporté par les crues ainsi qu'en matière organique.

Cependant cette méthode de fertilisation des terres, si elle était appliquée actuellement, serait beaucoup plus gourmande en main d'œuvre ou temps de travail que la fertilisation au pulvérisateur manuel mais nécessiterait moins d'intrants et permettrait d'entretenir le système de drainage. Les billons rehaussés par rapport au fond des tranchées pourraient ainsi être cultivés même durant les périodes de fortes inondations et compenser les faibles rendements par plusieurs récoltes annuelles.

La grande variété des productions et les conditions climatiques permettent aux agriculteurs de la Laguna de la Ciudad d'assurer la base de leur alimentation toute l'année et de vendre le surplus de leurs productions aux marchés locaux lorsque les routes sont praticables.

Conclusion

Cette étude nous a permis d'avoir un panorama des conditions agricoles actuelles dans une zone où l'agriculture s'est pratiquée de manière intensive durant près de trois millénaires.

Ces aménagements agricoles : billons/tranchée dans les marais et tranchées de drainage des terres fermes, sont une réponse des populations d'agriculteurs préhispaniques aux conditions défavorables du milieu pour rendre ces terres fertiles cultivables toute l'année et profiter de l'abondance d'eau douce.

Cette transformation du milieu s'est faite de manière progressive. Tout d'abord (entre 1000 av. JC et 500 av. JC) à petite échelle, par l'intermédiaire du creusement de tranchées de drainage dans les cordons littoraux et l'apport d'argile et limons, probablement un cadre familial élargi puis à plus grande échelle durant l'ère Tolita (400 av. JC à 940 ap. JC) par la généralisation des tranchées de drainage et enfin, durant l'ère post-Tolita (900 ap. JC à 1300 ap. JC) par l'exploitation des terres inondées au moyen de la construction de ces billons (Valdez 2005).

Afin de préciser le type de cultures présentes dans la zone entre 1000 av.JC et 1300 ap. JC, il serait intéressant d'analyser les résidus d'amidons des meules mises à jour dans la zone ainsi que d'effectuer des analyses palynologiques et micro restes de carottages des zones de billons.

De plus il serait intéressant de reconduire cette expérience sur quelques cycles afin de recueillir des données sur l'impact des résidus de culture et des rotations pour affiner ces résultats.

La confrontation de la connaissance des variétés de maïs probablement cultivées dans la zone (à partir de collections notamment) et de nos résultats expérimentaux nous permettrait d'évaluer la population préhispanique pouvant être nourrie par ces systèmes de cultures. Cependant il faut garder à l'esprit que tous ces billons, bien que participant à la régulation globale de la zone, n'étaient pas cultivés à la même époque.

Une comparaison fructueuse pourrait être faite avec les Terras Pretas, sols noirs anthropiques de l'Amazonie où les populations d'agriculteurs préhispaniques ont enrichis des parcelles afin de pratiquer une agriculture intensive sur des sols réputés pauvres (Erickson 2003).

A l'heure où l'agriculture est considérée comme une activité dommageable pour notre environnement (défrichage, brûlis, érosion, etc.), ces aménagement agricoles nous montrent que l'homme a su, malgré des connaissances techniques supposées limitées, développer une agriculture intensive durable dans des milieux nous paraissant défavorables.

Bibliographie

Delgado F (2005) "Organización de la Producción de los Camellones de la baja Cuenca del Guayas durante la ocupación de los Chonos". In: *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas*. Valdez F. ed., Abya-Yala, Quito, pp. 159-168.

Denevan W. M. (2005) "Una perspectiva histórica sobre el descubrimiento de Campos Elevados (camellones) prehispánicos en Sud América". In: *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas*. Valdez F. ed. , Abya-Yala, Quito, pp.17-23.

Erickson C (2003) "Historical ecology and futures explorations." In: *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management* . Lehmann J. et al. eds., Kluwer Academic Publishers, pp. 455-500

Gondard P. (2005) "Campos elevados en llanuras húmedas. De Modelo al paisaje. Camellones, waru-waru o pijales". In : *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas*. Valdez F. ed., Abya-Yala, Quito, pp. 25-53.

Hurtado J. (2005) "Ciencia y experiencia. Reflexiones sobre el uso de los camellones del sector llamado El Indio, en la Laguna de la Ciudad". In: *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas* . Valdez F. ed., Abya-Yala, Quito, pp. 357-361.

IRD (2000) Repeupler les cocoteraies mexicaines. *Sciences au Sud*, 6, p.10

Luc M. (1958) Nématodes et « maladie de Kaïncopé » du cocotier. ORSTOM, 3 p.

Marcos J et al. (1992) "La producción durante el formativo temprano: el desarrollo agrícola, artesanal y el intercambio de exóticos en Real Alto". In: *Formativo Sudamericano, una Reevaluación* . Lederberg-Crespo P. Ed., Abya-Yala, Quito, pp. X-X

Meunier A. () Étude du système agraire de la communauté de Transkutukú. DEA Géographie et pratique du développement, INA-PG / Paris X, Paris, 167 p.

Patiño D. (2005) "Campos prehispánicos elevados en la economía Tumaco-Tolita, Costa pacífica de Colombia". In: *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas*. Valdez F. ed., Abya-Yala, Quito, pp. 169-188.

Saavedra O. (2005) "El sistema agrícola prehispánico de Camellones en la amazonía boliviana". In: *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas*. Valdez F. ed, Abya-Yala, Quito, pp. 296-311.V

aldez F. (2005) "Drenajes, camellones y organizacion social: Usos del espacio y poder en La Tola, Esmeraldas". In: *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas*. Valdez F. ed, Abya-Yala, Quito, pp. 189-223.

Yépez A. (2005) "Visiones y uso actual del espacio en la Laguna de la Ciudad". In: *Agricultura ancestral. Camellones y albarradas* . Valdez F. ed. , Abya-Yala, Quito, pp. 341-365

Yépez Alexandra (2006) Reutilización de campos elevados ancestrales en la Laguna de la Ciudad. Mémoire de thèse de Licenciatura, Faculté d'Anthropologie Appliquée, Université Polytechnique Salésienne, Quito.

Écrit par François Cadudal

Mercredi, 02 Mai 2007 17:23 - Mis à jour Jeudi, 24 Septembre 2009 12:49

NOTES:

- 1) *Petit cours d'eau côtier fortement soumis aux influences des marées, équivalent des abers bretons ou des rias espagnoles.*
- 2) *Site archéologique situé de l'autre côté de la frontière avec la Colombie et appartenant à la même aire culturelle.*
- 3) *Plante pérenne des forêts tropicales dont on extrait un amidon digeste des rhizomes.*
- 4) *A titre indicatif, un agriculteur de la communauté de Garrapata a rapporté avoir acheté son exploitation dans la Laguna de la Ciudad pour l'équivalent de 4 USD (100 sucres) l'hectare de terrain au début des années 80.*

François Cadudal est élève ingénieur en Agronomie à SupAgro Montpellier. Il fut stagiaire au sein de l'UR 092 de l'IRD entre octobre 2006 et mars 2007.

{rokbox}images/stories/articulos/Cadudal_Laguna_Expe_18.jpg{/rokbox}

Au cours de la période d'expérimentation, aucun produit chimique, que ce soit engrais ou insecticide, n'a été apporté. Un seul désherbage a été effectué, à la machette, 21 jours après avoir semé le maïs suivant les conseils d'un agriculteur afin d'attendre que les feuilles de maïs se soient indurées et que les insectes attaquent de préférence les mauvaises herbes aux feuilles plus tendres que le maïs. Le travail à la parcelle aurait pu se faire exclusivement à la main et à l'aide de bâtons, d'haches en pierre ou des calebasses (*Crescentia cujete* L.) pour retourner la terre ou la transférer des tranchées aux billons. Cependant l'utilisation d'outils en métal, inconnus avant l'arrivée des Espagnols, nous a permis d'économiser du temps et de la main d'œuvre. Le travail du sol suivi du semis a mobilisé 3 personnes durant une demi journée et le désherbage 4 personnes durant une demi journée.