



# TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MAPM/DERD

• Mars 2008 •

PNTTA

## Utilisation de l'Ultra léger motorisé (ULM) pour les traitements aériens

*L'expérience des Domaines Agricoles*

### Introduction

Dans les conditions du climat marocain, caractérisé par sa dominante sèche, c'est la pluie qui détermine l'offre en travail pour les avions agricoles. Et l'on peut ainsi passer d'une très faible activité les années extrêmement sèches à une forte demande pour les traitements les années très humides.

Pour des impératifs de rentabilité, liés justement à cette irrégularité de l'activité des traitements, il n'y a pas eu d'évolution remarquable du parc d'avions agricoles au Maroc. Toutes les tentatives de création de nouveaux parcs se sont soldées par un échec. Une seule entreprise, forte de son portefeuille clients fidélisés de longue date, continue de survivre dans le secteur des traitements aériens.

Aux Domaines Agricoles, en dépit d'un accord préférentiel avec la société de services concernée, pour réaliser les traitements dans les meilleures conditions, le recours aux avions de location n'est pas sans poser quelques problèmes de disponibilité, en particulier les années pluvieuses à forte demande où tout le monde se dispute le peu d'appareils existants. Le cas type à citer ici est celui de "zéro disponibilité" de l'été 1992 où tout le

parc d'avions avait été mobilisé dans le sud pour la lutte antiacridienne. Le maïs, une culture importante aux Domaines, était alors resté sans protection contre les attaques tardives de sésamie, ce qui avait alors conduit à beaucoup de dégâts sur épi, faute de pouvoir traiter.

L'autre problème de la location est le coût exorbitant à l'hectare quand il faut déplacer un avion pour de petites superficies trop excentrées par rapport au point de stationnement de l'appareil.

L'importance des superficies traitées, la diversité des cultures (grandes cultures, agrumes, rosacées) et surtout la présence dans le système de culture de variétés vitales vulnérables sur lesquelles on n'a pas droit à l'appel en cas d'erreur, ont conduits les Domaines Agricoles à s'équiper, à partir de 1993, d'Ultra légers motorisés (ULM) à trois axes, afin de prendre eux mêmes en charge une partie de leurs traitements.

Plus de dix ans après, le but de ce bulletin est de relater cette expérience très riche d'enseignements, d'en analyser les différentes facettes (performance, efficacité agronomique, rentabilité), et de montrer les horizons que la promotion de l'ULM peut ouvrir pour le Maroc, notamment en matière de développement agricole.

### SOMMAIRE

# n° 162

#### Traitements phytosanitaires

- Les types d'appareils testés.....p.1
- Rendement de l'appareil au champ.....p.2
- Rentabilité économique de l'ULM..... p.3
- Contraintes au développement de l'ULM .... p.4

#### Résumé

*Introduit et suivi depuis plus de dix ans aux Domaines Agricoles, l'Ultra léger motorisé (ULM) à trois axes a montré une performance de traitement de l'ordre de 100 à 200 ha/j, une efficacité agronomique comparable à celle d'un avion agricole classique et une rentabilité fonction de la climatologie de l'année, de la formule de gestion choisie et de la vigilance du pilote pour éviter la casse. Avec la formule usuelle de type 'pilote permanent + assurance tous risques + zéro casse' et une politique à deux traitements (un passage pour le désherbage et un second pour le fongicide), le seuil de rentabilité de l'appareil, exprimé en superficie minimale à traiter, est de l'ordre de 2000 ha.*

### Les types d'appareils testés

Faute d'expérience au départ, le premier type d'ULM introduit aux Domaines Agricoles a été le Weedhopper Ultralair. Mais cet appareil a très vite montré ses limites (moteur à 2 temps ou à 4 temps mais de faible puissance, manque de pièces de rechange, difficultés de réparation) et remplacé définitivement par le Zenair CH701-AG Stol (Tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques de l'ULM Zenair CH701 Stol

Type d'appareil	3 axes, biplace côte à côte
Type de commandes	Par gouvernes aérodynamiques
Train d'atterrissage	Tricycle
Structure fuselage	Tôle d'aluminium
Poids à vide	209 kg
Poids total	435 kg
Capacité réservoir	94 L
Envergure	9,2 m
Surface alaire	16,4 m <sup>2</sup>
Charge alaire	37 kg/m <sup>2</sup>
Plage vitesse de travail	56 à 136 km/h
Vitesse de décrochage (flaps low)	48 km/h
Vitesse à ne jamais dépasser VNE	176 km/h



Le Zenair CH701-AG StOl est un biplace de type côte à côte (side by side), 3 axes, à pilotage par gouvernes aérodynamiques. Son poids à vide est de 209 kg et son autonomie de vol est de 6 h. Il est équipé d'un système tractif composé d'un moteur Rotax 912 à double allumage électronique, d'une puissance de 80 ch., d'un réducteur et d'une hélice tripale en bois traité. Sa vitesse de manœuvre est de 136 km/h. L'envergure de l'aile est de 9,30 m, sa voilure (de type aile haute rectangulaire sans flèche) est en tôle d'aluminium. Le train d'atterrissage est un tricycle fixe, équipé de pneumatiques basse pression, dits de brousse.

## Equipements pour la pulvérisation

Pour en faire un appareil à usage agricole, l'ULM a été équipé par le constructeur d'une cuve de 150 L pour l'épandage de produits liquides, d'une petite pompe à déclenchement manuel, placée dans l'habitacle près du pilote, d'une rampe de pulvérisation en alliage d'une largeur de 9,30 m, équipée de 32 buses interchangeables à fentes, espacées de 25 cm. L'appareil peut épandre des bouillies pouvant aller de 10 à 30 L/ha, en fonction de la pression, de l'ouverture de la buse et de la vitesse de traitement.

## Rendement de l'appareil au champ

Outre ses caractéristiques intrinsèques (puissance, aérodynamique, volume de la cuve, largeur de travail, vitesse, ...), de nombreux facteurs externes interfèrent sur les performances d'un ULM pour en améliorer ou en limiter le rendement sur le terrain, exactement à l'instar d'un avion agricole classique.

Le rendement est manifestement plus élevé par temps calme, piste de décollage sise à proximité de la ferme, parcelles de grande superficie, dégagées, sans obstacles, et traitement confié à un pilote chevronné aidé par une équipe d'assistance au sol très habile.

Le vent, l'éloignement de la piste, l'exiguïté et la forme biscornue des parcelles, les obstacles naturels tels que les brise-vent, les fils électriques, les terrains trop accidentés, sont par contre autant de facteurs de baisse du rendement de l'appareil.

Le **tableau 2** présente la performance que le Zenair 701 AG-Stol, peut atteindre en conditions optimales de traitement (ferme de Hamma dans le Gharb, très peu ventée, parcelles de 500 à 800 m de long, piste *in situ*, pas de brise vent, remplissage de la cuve au sol en temps record): il faut en moyenne 83 s pour charger la cuve, 12 s pour décoller, environ le double pour atterrir, 90 s pour rejoindre la

parcelle et autant pour revenir, 300 s pour épandre les 150 L de produits sur la culture, auxquels il faut ajouter 5 s de temps mort. Ce qui conduit à des performances de l'ordre de 25 à 30 ha/h et 200 à 250 ha/j.

Ce n'est plus le cas dès lors que l'ULM évolue sous contraintes ou dans des conditions moins optimales. Le rendement de l'appareil est alors tiré vers le bas et peut varier dans de très larges limites (10 à 150 ha/j), en fonction de l'importance des difficultés rencontrées sur le terrain, comme le montrent les résultats obtenus au Domaine Ouled Cheddad (ferme souvent ventée, parcelles irrégulières, piste éloignée, équipe au sol moins efficace...). Il peut même être nul par temps venté toute la journée. Dans plusieurs régions, il arrive parfois que l'appareil reste cloué au sol (et le producteur sur ses nerfs), 2 à 3 journées consécutives, malgré l'urgence de l'opération et la menace des maladies ou des ravageurs sur des centaines d'hectares de cultures.

## Efficacité sur le plan agronomique

Sur les exigences de la qualité des traitements, l'ULM (du moins le Zenair) ne présente aucun avantage particulier par rapport à l'avion, si ce n'est de pouvoir voler un peu plus bas, ce qui limite les risques de dérive du produit. Mais encore faut-il avoir un pilote très "fin" du fait d'un effet-sol (matelas d'air) très faible par rapport aux appareils comme l'Albatros.

Du fait des faibles bouillies (20 à 30 L/ha), à l'évidence un ULM ne peut épandre des produits de contact demandant un mouillage complet des cultures. D'autre part, il est bien connu qu'il y a plus de problèmes à obtenir une répartition uniforme de pesticides avec l'avion qu'avec le tracteur, à cause entre autres de la turbulence causée par les extrémités des ailes et par les tourbillons de l'hélice.

Aux Domaines Agricoles, il n'y a pas eu de mesures sur cartes Kromekote pour tester la qualité de la pulvérisation de l'appareil.



Weedhopper Ultralair



L'ULM Zenair en opération

**Tableau 2. Performances (en s et en ha/h) de l'ULM Zenair 701AG-Stol dans deux sites avec conditions différentes de traitement**

Domaine	Temps (en s)						
	Remplissage	Décollage	Aller-retour	Traitement	atterrissage	Temps mort	Ha/h
Hamma	83	12	180	300	22	5	25-30
O. Cheddad	225	13	420	1500	25	5	8-10

**Tableau 3. Efficacité du Dursban sur la casside de la betterave en fonction du type de traitement**

	Traitement sous pression au tracteur	Traitement à faible pression par avion
Nombre moyen de larves/plante	83	12
Degré d'efficacité (%)	225	13

Mais sur les herbicides, où l'insuffisance de la performance agronomique est très facile à déceler à l'œil, grâce à la technique d'observation des bandes ratées, nous n'avons noté aucune faiblesse de l'ULM par rapport à l'avion classique. Il en est de même pour les fongicides.

Par contre, il y a une insuffisance flagrante de la qualité des traitements (même à 30 L/ha) pour les insecticides dirigés contre des ravageurs vivant à l'intérieur de la masse végétative ou dans le cœur du bouquet foliaire de la plante, telle que la casside de la betterave (Tableau 3).

Pour en améliorer l'efficacité agronomique, il faudrait peut-être une pompe à pression plus forte permettant au produit de pénétrer à l'intérieur de la masse foliaire pour atteindre le ravageur.

Aucun traitement vraie grandeur nature n'a jamais été réalisé en ultra-bas volume au sein des Domaines agricoles. Le peu de tests effectués à échelle limitée, des bouillies de 10 ou 15 L, montrent des résultats plutôt mitigés, fonction du produit utilisé.

Pour des anti-graminées systémiques comme *Fusilade* et *Gallant*, il ne semble pas y avoir de perte d'efficacité à des bouillies de 10 L/ha, à condition d'en majorer la dose de 50 % (1,5 L au lieu de 1 L) et d'être appliqués sur un tapis de graminées bien développé.

## Rentabilité

Ce n'est pas son amortissement (l'appareil avec ses équipements agricoles coûte à peine le prix d'un gros tracteur, soit 447.792,00 Dh) et encore moins sa consommation en carburant (1/2 à 1 L/ha d'essence de voiture SP) et en lubrifiants (négligeable) qui déterminent le coût de revient d'un ULM, mais plutôt la rémunération du pilote (271.500/an) et la prime versée à l'assurance, en fonction de la stratégie de gestion retenue (270.000 Dh pour la convention tous risques et 58.000 Dh pour la convention responsabilité civile).

Du fait des charges fixes correspondantes trop élevées, la formule usuelle de type 'pilote permanent + assurance tous risques' (la première a avoir été essayée aux Domaines Agricoles) n'est pas rentable par rapport à la location (312 Dh/ha contre 160 Dh TTC pour la location), en années extrêmement sèches. Faute de pluie, la superficie traitée n'atteint jamais le seuil de rentabilité de l'appareil qui est

de l'ordre de 2.000 ha, pour une politique à deux traitements (un passage pour le désherbage et un second pour le fongicide), ou, ce qui revient au même, de 4.000 ha (un seul passage soit pour le désherbage soit pour le fongicide) pour une politique à un seul traitement, où une partie du travail est réalisée au tracteur.

Un tel constat suggère, pour être rentable, soit de traiter chez les voisins ou d'associer aux traitements agricoles, d'autres activités complémentaires rémunératrices qui sortent totalement du cadre de la mission des Domaines Agricoles (baptême de l'air, banderole, surveillance, loisirs,...).

La meilleure rentabilité (89 Dh/ha) est obtenue en année humide à forte activité avec la formule 'pilote occasionnel rémunéré au prorata du nombre d'ha traités + prime d'assurance limitée à la responsabilité civile et zéro casse' (Tableau 4).

Cette seconde formule n'a été expérimentée avec succès que dans la zone limitée du Gharb, grâce à un partenariat avec un jeune pilote résident sur place, qui fait du pilotage une activité annexe. Elle suppose, pour en faire un système de gestion plausible, l'existence à un échelon plus large, de possibilités réelles de créer des parcs d'ULM sans pilotes, avec recrutement de dernière minute (garanti risqué-zéro pour l'employeur), d'occasionnels prêts à signer des contrats de travail 'tributaires de la pluie'.

Le Maroc a une longue histoire en matière d'aviation certes, mais il n'existe pas pour le moment (en tout cas pas à notre connaissance) de liste publiée où de site Internet permettant d'évaluer le potentiel du pays en pilotes occasionnels de ce genre.

La part du pilote n'est pas la seule dépense importante du coût de revient du traitement, il y a aussi le risque de casse. En dépit des progrès technologiques réalisés sur l'ULM, ce risque n'a pas été encore ramené à un niveau économique acceptable et reste d'un poids déterminant sur la rentabilité de l'appareil.

Sur les 4 pilotes qui se sont succédés aux Domaines Agricoles en l'espace de dix ans, pourtant tous des professionnels, trois ont cassé chacun un appareil (perte subite d'altitude et accrochage à un brise-vent pour deux d'entre eux, surchauffe par mégarde et incendie en vol pour le troisième), et un en a cassé deux



Remplissage de la cuve de l'ULM



L'ULM Zenair en opération

Tableau 4. Rentabilité de l'ULM Zenair CH701-AG Stol utilisé dans les traitements agricoles

	Pilote	Assurance	Amortis.	Carb. Lub.	Equiv. ha traités	Coût/ha (Dh)
Année sèche F1	271.500	270.000	47.000	15.778	1.936	312
Année pluvieuse F2	302.040	58.000	47.000	41.027	5.034	89

F1: formule de gestion avec 'pilote permanent et assurance tous risques'; F2: formule de gestion avec 'pilote occasionnel et assurance responsabilité civile'

(dans les deux cas décrochage et dégâts irréparables sur le fuselage).

Quoi que cela puisse paraître paradoxal, en année sèche à faible activité, c'est lorsqu'il y a casse que la rentabilité de l'ULM est meilleure, en raison du montant versée par l'assurance, à condition de souscrire au régime tous risques. Ce qui ne sous entend pas, pour rester constamment rentable, de casser volontairement les appareils chaque fois qu'il fait sec.

## Comparaison ULM/avion

Les avantages économiques de l'ULM sont surtout son prix d'acquisition moins élevé (l'appareil coûterait encore moins cher s'il était importé en Kit et monté localement), son prix de revient faible à l'heure d'utilisation et la possibilité d'être déplacé d'une région à l'autre, en vue d'un travail limité, à un coût moindre que l'avion de location.

Par contre, sur le plan des possibilités techniques et aérodynamiques, tout est en faveur de l'avion. Un Cessna peut emporter 750 L de produit (contre 150 L pour l'ULM), traiter 400 ha /j (contre 200 ha/j).

La tenue de route, la force ascensionnelle, la réserve en puissance en cas de pépin (éviter d'obstacles en bout de parcelle), et les qualités de vol d'un avion d'une manière générale, n'ont rien à voir avec celles d'un ULM 3 axes. En un mot, sur le plan technique et aérodynamique, l'écart entre les deux machines est immense et reste largement en faveur de l'avion.

## Contraintes au développement de l'ULM au Maroc

L'obstacle majeur au développement de l'ULM au Maroc reste la réglementation qui régit son utilisation (B.O n°2598; 1962). Tandis que dans certains pays, qui ont choisi d'en encourager l'usage, le montage de l'appareil même, son immatriculation, l'obtention de la licence de pilotage, les conditions de navigabilité..., sont régis par des textes spécifiques très allégés et adaptés à l'usage très diversifié fait de cet appareil (sport, loisirs,...). Au Maroc, cet aéronef continue d'être assimilé à un avion VFR clas-



sique. Ailleurs, l'entretien par exemple est entièrement confié à l'utilisateur, sans la moindre restriction, tandis que dans la réglementation marocaine, il doit être obligatoirement réalisé par un mécanicien avion confirmé. L'appareil est en outre soumis à des contrôles avion périodiques classiques par le bureau Veritas: maintenance préventive à 25 h, 50 h, 100 h,... ce qui demande un convoyage fréquent de l'appareil (très gênant en période de forte activité), depuis son lieu de travail, sur Casablanca; le seul centre urbain abritant pour le moment des ateliers de contrôle avion agréés.

La difficulté de second niveau concerne la pièce de rechange. Faute justement d'efforts pour en promouvoir l'utilisation, le nombre d'ULM circulant dans le pays étant pour le moment très limité pour justifier aux entreprises étrangères de créer des succursales pour la pièce de rechange ou de s'installer au Maroc.

## Conclusion

Au Maroc, sur le plan théorique du moins, d'importantes possibilités pour le développement de l'ULM existent, aussi bien dans le secteur agricole que dans les autres secteurs de l'économie. Mais un tel développement reste tributaire de la volonté de l'Etat de réellement promouvoir cet aéronef, notamment par la promulgation de textes de loi sur les conditions de son importation, d'obtention de la licence professionnelle de pilotage, d'entretien, de navigabilité, moins contraignants et plus adaptés à ce type d'appareil.

Dans le domaine agricole qui nous préoccupe le plus ici, une telle promotion permettra d'ouvrir des horizons pour la création d'entreprises aux jeunes ingénieurs et techniciens aujourd'hui en quête de la moindre occasion du travail.

L'appareil lui-même n'étant pas coûteux et peut même être importé en kit et assemblé localement, l'obtention de la licence non plus, à condition d'alléger les textes à la manière de certains pays de l'Europe. Avec de telles facilités, dans chaque grande région agricole du Maroc, (Gharb, Tadla, Doukkala, Sais...), il y aurait moyen de créer des sociétés d'ULM-services. Pour autant que les candidats acceptent de relever le défi, la double fonction de pilote et de conseiller agricole, devrait pouvoir jouer largement en faveur des jeunes agronomes qui désirent s'installer à leur propre compte.

Bien sûr, en conditions d'agriculture à dominante Bour, le traitement aérien demeure une activité à rentabilité aléatoire, très dépendante du climat. Mais l'usage multitâches de l'ULM, avec comme activités annexes l'avertissement agrico-

le, la surveillance pour le compte du public ou du privé, la banderole, le baptême de l'air, la photo professionnelle ou la photo tout court,... est sans doute un système plus complet et plus sécurisant que de se cantonner dans l'épandage.

Enfin, il ne faudrait pas perdre que cet effort de promotion de l'ULM qui ne coûterait rien à l'Etat, si ce n'est de créer un environnement réglementaire permettant de s'affranchir des dispositifs sophistiqués réservés aux avions, va procurer au Maroc, le double avantage d'introduire sur le terrain:

- une nouvelle technologie forcément source de progrès, comme toute autre technologie moderne;
- un potentiel supplémentaire en ingénieurs-conseils privés (plus opérationnels ceux-là pour des raisons de compétitivité) pour accroître les ratios d'encadrement, en particulier de l'agriculture ■.

## Aït Houssa A<sup>1</sup>., Ouknider M<sup>2</sup>., Safine M<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> ex-Consultants aux Domaines Agricoles

<sup>2</sup> Direction des Domaines Agricoles, Casablanca

Remerciements: Les auteurs remercient vivement MM. Agnaou K et Yahyia A pour leur collaboration technique.

## Références bibliographiques

Aït Houssa A., 1995. Constat fait lors du stage de formation en pilotage sur l'Albatros à l'aérodrome de Pont/Yonnes (France).

Aït Houssa A., 2000. Rapport annuel sur l'Agriculture - Domaines Agricoles du Gharb, 62 p.

Aït Houssa A., Samdi M., 1999. Observations réalisées sur le traitement en ultra-bas volume au Domaine Agricole de Hamma (non publié).

Habjaoui A., 2003. Observations réalisées sur la casside de la betterave (*Cassida nebulosa* L) au Domaine Agricole de Hamma, Gharb (non publié).

B.O n°2598, 1962. Réglementation de l'aéronautique civile au Maroc.

Battarel M., 1996. Le CH-701 - Un authentique Stol. Aviations, n° 16, p16-18.

Agnaou K., Yahyia A., 2003. Observations réalisées sur le traitement en ultra-bas volume au Domaine Agricole de Ain Itto (non publié).

Ciba-Geigy, 1990. Application aérienne de pesticides, département Protection des Plantes, 4002, Bâle, Suisse, 34 p.

Debiesse B., 1995. Manuel du pilote ULM, CEPADUES-Editions, Toulouse, France, 307 p.

Ultralair, 1988. Weedhopper Europa II, fiche technique. Ultralair SA, ZI n°2, Batterie 200-59309, Valenciennes-Cedex: 9 p.