

LES EXPLOITATIONS LAITIÈRES BOVINES EN MITIDJA: STRUCTURES ET FONCTIONNEMENTS

N. BOULAHCHICHE

INRAA Laboratoire d'Economie Agricole et Agro - Alimentaire, CRP, Station Mahdi Boualem, BP 37 Baraki Alger.

Résumé: Ce travail de recherche montre que la vocation productive des unités de production est aussi liée à leurs structures qui contribuent fortement à favoriser certains choix d'orientation.

En effet, l'analyse systémique, faite sur les données de structures recueillies à partir de l'enquête menée dans le bassin de la Mitidja, a révélé l'existence de trois orientations productives et a permis d'identifier, au sein de chacune d'elles, une diversité de types d'éleveurs. Cette recherche a, également, démontré que le maintien de la pratique d'élevage bovin dans la Mitidja reste essentiellement liée aux deux facteurs déterminants dans la formation de la rentabilité qui sont:

- la conformation (exprimée en prix de vente de taurillon, veau et vache réformés);
- le capital cheptel vif.

Mots clés : Elevage bovin , Typologie structurelle, Typologie fonctionnelle, Comportement, Lait, Mitidja.

ملخص:

عن طريقة تحليلنا لأنظمة الإنتاج (المنجزة حسب المعطيات الخاصة ببنية المستثمرات الفلاحية، المتحصل عليها عن طريق التحقيق الميداني الذي يتم في منطقة المتيجة التي تعتبر حوضنا للحليب) قد بينت وجود ثلاث اتجاهات إنتاجية ضمن كل واحدة منها مجموعة من أصناف مربّي الأبقار.

كما بين هذا البحث أن إستمرارية ممارسة تربية الأبقار في سهل المتيجة تبقى مرتبطة بعاملين أساسيين (في عملية تكوين المردودية) و هما:

- عامل مرتبط بأسعار بيع العجول و الأبقار الغير صالحة للإنتاج.
- عامل مرتبط برأس المال المتعلق بالماشية

الكلمات الدالة: تربية الأبقار، نموذج البنية، النموذج الوظيفي، السلوكات، الحليب، المتيجة.

INTRODUCTION

La promotion de l'élevage bovin a toujours été au centre des préoccupations des pouvoirs publics; depuis les années soixante, avec l'installation des périmètres irrigués, et jusqu'à ce jour avec l'initiation en 1995 du programme de réhabilitation de la production laitière.

A cet effet, des moyens importants ont été mis en place; néanmoins leur fonctionnement a buté sur des contraintes de différents types, organisationnels, techniques et socio-économiques et ce, aux différents niveaux des sphères de production, de consommation, de transformation et de commercialisation, et a laissé apparaître des divergences quant aux moyens utilisés pour répondre aux objectifs définis.

Dans cet article, nous tenterons d'analyser la situation de l'élevage bovin laitier au niveau de la sphère de production, à travers la struc-

ture et le fonctionnement des exploitations laitières, ainsi qu'à travers le comportement des éleveurs face aux difficultés qui entraînent la relance de la production laitière.

Il s'agit donc d'une analyse faite à partir d'une étude micro-économique effectuée, par enquête, auprès d'un échantillon d'éleveurs bovin laitier en Mitidja.

MÉTHODOLOGIE

L'étude s'appuie sur les résultats de l'enquête que nous avons menée (dans le cadre de préparation de thèse de Magister) auprès d'une trentaine d'exploitations de la Mitidja, choisies conformément aux classes définies dans la typologie des communes (établies préalablement) et que nous résumons dans les tableaux ci-après:

Tableau I : Particularités des communes.

Classe	Communes	Particularités des communes
1	2	Cheptel bovin laitier important (V.L). Cheptel reproducteur. Cheptel ovin important.
2	1	Importance du cheptel reproducteur. Importance du cheptel de remplacement. Importance du cheptel ovin de remplacement.
3	2	Prédominance de l'élevage ovin (béliers et brebis).
4	29	Importance du cheptel bovin mixte.
5	9	Importance du cheptel vache laitière.
6	3	Importance du cheptel taurillon.

Tableau II : Nombre d'élèves choisis par classe.

Classe	Nombre d'élèves	Communes	Wilaya
1	08	Rouiba Hamadi	Boumerdes
2	04	Kh.El Khechna	Boumerdes
3	02	Birtouta	Blida
4	06	Sidi Rached Ouled Slama Beni Mered Meftah	Tipaza Blida
5	05	O.El Alleug Beni Tamou	Blida
6	05	Larbatache Boudouaou Ouled Chebel	Boumerdes Blida

Pour réaliser la collecte d'informations, nous avons élaboré un questionnaire qui comprend des questions posées dans un ordre logique, regroupées en trois volets qui sont :

- Le volet social qui regroupe toutes les informations concernant l'éleveur et sa famille;
- Le volet technique qui comprend :
 - la structure de l'exploitation agricole (superficie fourragère, équipement agricole, etc.);
 - la structure des bâtiments d'élevage, les effectifs, la conduite du troupeau.
- Le volet économique :
 - les ventes et les achats effectués par l'éleveur;
 - la main d'œuvre employée.

Quant au site d'étude, il s'agit de la plaine de la Mitidja qui représente un des bassins laitiers créés en 1964-1965 suite à l'arrachage du vignoble.

Localisée près de la capitale, elle est chargée d'assurer une production laitière suffisante pour ses habitants et pour ceux des grandes agglomérations avoisinantes.

Elle a bénéficié de tous les programmes inscrits dans le cadre de la politique laitière, et a donc constitué le terrain d'application de toutes les mesures prises dans le cadre de la relance de la production laitière par le développement de l'élevage bovin laitier moderne.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

1- La structure des exploitations laitières en Mitidja:

L'étude menée dans la plaine de la Mitidja révèle que la vocation productive des unités de production est liée à leurs structures qui contribuent fortement à favoriser certains choix d'orientation.

En effet, l'enquête menée auprès de l'échantillon d'élèves choisis, montre que selon la structure des exploitations (dimension de l'exploitation, équipement et effectif bovin présent), il existe trois orientations productives dans la plaine de la Mitidja qui est censée être bassin laitier (tous secteurs confondus) et qui sont :

- l'orientation productive laitière;
- l'orientation productive mixte (lait et viande);
- l'orientation productive viande bovine.

a- Les unités productives laitières:

Dans cette catégorie il existe des exploitations qui possèdent des étendues allant de 30 à 80 ha. Ces exploitations sont équipées en bâtiments d'élevage (étable, hangar), en matériel de traction et de transport, et disposent des installations frigorifiques. Elles possèdent un nombre moyen de cheptel vif, comparé à celui existant dans les exploitations à production viande bovine, mais elles ont un nombre important de vaches laitières:

- 91% de ces exploitations ont entre 40 et 109 têtes bovines et 82% de cet ensemble d'exploitations ont entre 20 et 50 vaches laitières;
- 45% de ces exploitations disposent d'un cheptel reproducteur de génisses (de plus de 12 mois) d'un nombre assez important, allant de 15 à 30 têtes (Tab. III).

b- Les unités productives mixtes (lait et viande):

La taille des superficies dans ce type d'exploitation varie généralement entre 15 et 25 ha et de 02 à 08 ha. Dans cette catégorie, les exploitations recourent à la location des terres. Elles sont presque toutes équipées en matériel de traction, tracté, de transport, de récolte, d'installation frigorifique et en bâtiments d'élevage (60% ont de 02 à 04 étables), 70% des exploitations appartenant à cette catégorie ont entre 50 et 156 têtes bovines dont 60% ont entre 25 et 80 vaches laitières, 40% de l'ensemble de ces exploitations possèdent un cheptel taurillon de 15 à 100 têtes ainsi que 12 à 22 têtes de veaux (Tab III).

c- Les unités productives viande bovine:

Dans ces unités, l'activité d'élevage s'effectue majoritairement en hors sol, puisque plus de la moitié de ces exploitations ne possèdent pas de terre.

Les exploitations restantes sont de dimensions variant entre 01 et 07 ha. Ces terres ne sont pas destinées aux fourrages, mais exploitées généralement en arboriculture ou en maraîchage.

Les exploitations de cette catégorie ne disposent, dans leurs majorité, que du matériel de transport et de bâtiment d'élevage (étable et hangar). 56% des éleveurs producteurs de viande disposent d'un important cheptel bovin dont le nombre varie entre 50 et 355 têtes, les 44% restants ont entre 13 et 30 têtes.

Dans cette frange d'exploitations, il est relevé un nombre élevé de taurillons qui oscille entre 45 et 260 têtes (Tab III).

Une deuxième lecture, réalisée à partir d'une ACP de ces données, relatives à la structure des exploitations, a permis d'aboutir à des conclusions plus nuancées qui ont montré l'existence d'une diversité à l'intérieur de chaque orientation productive (laitière, mixte et à viande).

• *Typologie structurelle au sein des orientations productives.*

- Dans la catégorie des laitiers; il s'est dégagé 3 types:

Type 1: Les laitiers sans superficie agricole et avec équipements agricoles.

Type 2: Les laitiers avec superficie agricole et équipements.

Type 3: Les laitiers sans superficie agricole et sans équipements agricoles.

- Dans la catégorie des producteurs mixtes; ont émergé deux types:

Type 1: Les producteurs mixtes avec équipements agricoles et sans superficie agricole.

Type 2: Les producteurs mixtes avec superficie agricole et peu ou pas d'équipements agricoles.

Tableau N° III : Données relatives aux paramètres de fonctionnement et aux paramètres de structure dans les exploitations.

Laitières

Exploitation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Paramètre											
Effectif bovin (têtes)	90	44	50	75	10	41	49	109	54	41	90
SAT (ha)	0	5	0	1	2.5	34	0	80	69	2	2
Nbre VL (têtes)	45	22	30	20	3	26	30	50	34	10	50
SAI (ha)	0	5	0	1	2.5	7	0	0	10	2	2
Main d'œuvre (Nbre)	5	2	8	4	6	9	2	10	13	2	3
Nbre d'étable	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	4
Nbre hangar	1	1	0	1	0	1	1	2	0	0	3
Matériel de traction (Nbre)	1	2	3	0	0	2	0	2	2	1	3
Matériel tracté (Nbre)	0	2	0	0	0	2	0	5	0	3	5
Matériel de récolte (Nbre)	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1	3
Matériel de transport (Nbre)	2	1	0	0	0	2	1	4	3	3	4
Chariot trayeur (Nbre)	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Frigo.lait.inst.(Nbre)	1	1	1	1	0	3	2	1	1	1	1
Groupe motopompe (Nbre)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A production de viande

Exploitation	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Paramètre									
Effectif bovin (têtes)	94	129	21	30	55	13	50	30	355
SAT (ha)	0	0	7	2	1	0	0	2	0
Nbre VL (têtes)	3	0	4	0	0	4	1	0	5
SAI (ha)	0	0	7	2	1	0	0	2	0
Main d'œuvre (Nbre)	3	7	7	2	2	2	8	3	2
Nbre d'étable	1	4	2	1	1	2	1	2	1
Nbre hangar	1	1	2	1	2	1	0	2	2
Matériel de traction (Nbre)	0	1	5	1	0	0	2	0	0
Matériel tracté (Nbre)	0	0	6	0	0	0	0	0	0
Matériel de récolte (Nbre)	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Matériel de transport (Nbre)	0	4	4	2	0	0	3	1	4
Chariot trayeur (Nbre)	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Frigo.lait.inst.(Nbre)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groupe motopompe (Nbre)	0	0	4	1	0	0	1	0	2

Tableau III (suite)

A production mixte

Exploitation	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Paramètre										
Effectif bovin (têtes)	90	125	170	33	85	156	50	50	0	24
SAT (ha)	0	15	0	25	2	0	4.5	8	18	2
Nbre VL (têtes)	25	80	75	14	27	30	15	25	0	12
SAI (ha)	0	15	0	6.5	1.5	0	4.5	8	2	2
Main d'œuvre (Nbre)	4	3	6	4	6	6	4	4	5	2
Nbre d'étable	4	1	0	1	3	2	2	4	1	2
Nbre hangar	0	1	3	0	1	1	0	4	0	0
Matériel de traction (Nbre)	4	1	3	3	3	7	1	1	2	0
Matériel tracté (Nbre)	0	1	0	5	3	8	2	1	1	0
Matériel de récolte (Nbre)	3	1	3	0	2	2	0	0	0	1
Matériel de transport (Nbre)	3	2	2	3	4	3	3	1	2	0
Chariot trayeur (Nbre)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Frigo.lait.inst.(Nbre)	1	0	1	0	1	2	1	0	0	1
Groupe motopompe (Nbre)	0	0	1	0	2	1	0	3	1	0

Source : tableaux conçus à partir des données de l'enquête.

• Dans la catégorie des producteurs de viande; on a identifié 3 types :

Type 1: Les producteurs de viande en hors sol avec cheptel vif important, sans équipements agricoles.

Type 2: Les producteurs de viande en hors sol avec cheptel vif important, et matériels agricoles.

Type 3: Les producteurs de viande avec cheptel vif peu important, et avec superficies agricoles.

• Les paramètres de l'élevage.

L'examen des données a permis de faire les constatations suivantes sur le fonctionnement technique et économique des exploitations appartenant aux trois types d'orientations productives.

Le fonctionnement technique et économique des exploitations laitières.

Ces exploitations enregistrent un rapport élevé d'UGBVL / UGBB, allant de 66,1% à 92,5% et un chargement de surfaces agricoles relativement faible variant entre 0,8 et 6,8 UGBVL/ ha SAF.

Ce qui confirme leur "spécialisation" dans la production laitière (Tab. IV).

Dans ces exploitations les vaches sont réformées à un âge avancé, d'où l'importance du nombre de vêlages par vache réformée.

La réforme à un âge tardif est dûe essentiellement à la disponibilité des superficies fourragères.

Elles ont la marge brute la plus faible, comparée à celle des autres orientations productives.

2/ Fonctionnement des exploitations laitières en Mitidja

L'étude du fonctionnement des exploitations laitières est réalisée à partir de l'analyse de leur fonctionnement technique et économique.

A cet effet, ont été pris en considération les paramètres suivants:

- La composition du cheptel exprimé par le rapport UGBVL / UGBB.
- La valorisation des superficies fourragères appréciée par le chargement à l'hectare (UGBB / SAF ou UGBVL / SAF).
- La rentabilité de l'exploitation où la marge brute est retenue comme expression générale de la rentabilité.

Le fonctionnement technique et économique des exploitations à production mixte.

Dans cette catégorie 70% des exploitations enquêtées ont un rapport UGBVL / UGBB plus ou moins élevé, allant de 53,3% à 93,6% et un chargement des surfaces fourragères UGBVL/ ha SAF variant de 1,9 à 8,6, ce qui s'explique par l'existence d'un élevage complémentaire d'animaux d'engraissement (Tab. IV).

Dans ces exploitations, il est noté une réforme des vaches tardive, un nombre important de vêlages par vache réformée, des taux d'avortement et de mortalité assez importants, de même que des charges importantes dûes aux achats d'aliments.

Dans ces exploitations, la production laitière constitue une part importante de la marge brute.

Tableau N° IV : La composition du cheptel bovin dans les exploitations enquêtées en Mitidja.

Exploitation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Composition										
Nbr de vaches présentes	45	22	30	20	3	26	30	50	34	10
Nbr d'UGB vaches laitières (UGBVL)	40.5	19.8	27	18	2.7	23.4	27	45	30.6	9
Nbr UGB bovin (UGBB)	60.9	24.8	33.9	42	5.8	28.6	32	67.9	38.9	13.6
UGBVL/UGBB (%)	66.5	79.8	79.6	42.8	46.5	81.8	84.3	66.2	78.6	66.1
SAT (ha)	0	5	0	1	2.5	34	0	80	69	2
SAI (ha)	0	5	0	1	2.5	7	0	0	10	2
Chargement des SAT : UGBB/SAT (ha)	*	4.96	*	42	2.3	0.84	*	0.84	0.56	6.8
Chargement des SAI : UGBB/SAF (ha)	**	4.96	**	42	2.3	4.08	**	**	3.89	6.8
UGBVL/SAF (ha)	**	3.96	**	18	2.7	3.34	**	**	3.06	4.5
SAI /SAF (%)	**	100	**	100	100	20.5	0	0	14.4	100

Exploitation	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Composition										
Nbr de vaches présentes	50	3	0	4	0	0	4	1	0	5
Nbr d'UGB vaches laitières (UGBVL)	45	2.7	0	3.6	0	0	3.6	0.9	0	4.5
Nbr UGB bovin (UGBB)	48.6	47.9	65.5	10.6	15	39.5	7.7	24.6	16	152.5
UGBVL/UGBB (%)	92.5	5.6	0	33.9	0	0	46.7	3.6	0	2.9
SAT (ha)	2	0	0	7	2	1	0	0	2	0
SAI (ha)	2	0	0	7	2	1	0	0	2	0
Chargement des SAT : UGBB/SAT (ha)	24.3	*	*	1.51	7.5	39.5	*	*	8	*
Chargement des SAI : UGBB/SAF (ha)	24.3	**	**	1.51	7.5	39.5	**	**	8	**
UGBVL/SAF (ha)	22.5	**	0	0.51	0	0	**	**	0	**
SAI /SAF (%)	100	0	0	100	100	100	0	0	100	0

Tableau IV (suite)

Exploitation	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Composition										
Nbr de vaches présentes	25	80	75	14	27	30	15	25	0	12
Nbr d'UGB vaches laitières (UGBVL)	22.5	72	67.5	12.6	24.3	27	13.5	22.5	0	10.8
Nbr UGB Bovins (UGBB)	48	76.9	104.2	22.4	70.2	50.6	27.6	39	0	17.3
UGBVL/UGBB (%)	46.8	93.6	64.7	56.2	34.6	53.3	48.9	57.6	0	62.4
SAT (ha)	0	15	0	25	2	0	4.5	8	18	2
SAI (ha)	0	15	0	6.5	1.5	0	4.5	8	2	2
Chargement des SAT : UGBB/SAT (ha)	*	5.12	*	0.89	35.1	*	6.13	4.87	0	8.65
Chargement des SAI : UGBB/SAF (ha)	**	5.12	**	3.44	46.8	**	6.13	4.87	0	8.65
UGBVL/SAF (ha)	**	14.06	**	1.93	16.2	**	3	2.81	0	5.4
SAI /SAF (%)	**	100	0	26	75	0	100	100	25	100

Source : Tableau conçu à partir des données de l'enquête .

* : Pas de superficie agricole totale.

** : Pas de superficie agricole fourragère.

Le fonctionnement technique et économique des exploitations à production de viande.

Elles représentent 33% de l'ensemble de l'échantillon, et elles disposent de l'effectif bovin le plus important (en nombre) (Tab. IV).

Elles enregistrent le taux de réforme le plus élevé, ce qui explique les importantes ventes de bovins, ainsi que l'importante marge par tête et par an.

3/ Comportement des éleveurs face aux difficultés de l'environnement.

Les éleveurs, appartenant aux différentes orientations productives, conçoivent des stratégies et adoptent des comportements pour parer au risque de "faillite", et ce selon leurs statuts. C'est ainsi que:

- Au sein de la catégorie orientation productive lait, il s'est dégagé trois types de producteurs dont la majorité sont âgés parmi lesquels un seul type est qualifié de laitier. Ce dernier dispose de terre, d'un nombre important de vaches laitières et est bien équipé en

matériel agricole. Les éleveurs de ce type maintiennent le métier de laitier parce qu'il ont beaucoup investi dans la profession, depuis le plein emploi, le travail du sol, la construction des bâtiments d'élevage, le savoir-faire, l'apprentissage des techniques d'élevage, les relations nouées avec la profession, les marchés et les structures d'encadrement.

Les deux autres types, qui entrent dans cette catégorie et qui sont supposés être laitiers, ne disposent pas de moyens adéquats à la production laitière. Ce sont des éleveurs qui, pour faire face d'une part aux difficultés de l'environnement socio-économique et d'autre part aux aléas du climat, exercent d'autres activités (et vont jusqu'à la vente des vaches laitières pour l'abattage) pour assurer un revenu leur permettant de maintenir la survie de leurs exploitations ou la reproduction de leurs systèmes. La présence de bergerie, de serres, de poulaillers, dans quelques unes de ces exploitations, appartenant à cette orientation productive, en est la preuve.

De ce fait, le comportement de ces éleveurs ne se différencie pas de celui constaté chez les éleveurs de la catégorie orientation productive mixte.

- Les éleveurs, se trouvant sur les exploitations à production de viande et de lait sont, pour la majorité, des reconvertis qui succèdent à leurs pères décédés. Instruits, ces éleveurs, dont le père était, pour la plupart laitier, deviennent des éleveurs mixtes et pratiquent d'autres activités tel que l'élevage ovin, l'aviculture et le maraîchage.

Ces éleveurs adoptent ce comportement pour sécuriser leurs exploitations.

- Les éleveurs des exploitations à production de viande, sont des vieux qui ont, pour la plupart d'entre eux, reconstitué leurs propres exploitations après avoir travaillé dans d'autres exploitations appartenant à d'autres éleveurs (particulièrement chez les colons) comme laitiers ou nourrisseurs.

Ces éleveurs ont opté pour la production de viande parce qu'elle reste une activité qui n'exige pas beaucoup de capitaux et dont la rentabilité est certaine; les charges de production sont moindres et le gain net par kilogramme de carcasse est élevé.

Le taux de profit s'explique également par le prix attractif du kilogramme de viande à l'abattage, qui est lié à un marché de la viande totalement libre.

CONCLUSION

Cette étude micro-économique, menée auprès d'une trentaine d'exploitations situées en Mitidja, a montré que:

- Au niveau de la structure des exploitations, il n'existe pas de corrélation entre les moyens mis en place et la vocation des exploitations.

En effet, la typologie élaborée selon les données structurelles a démontré que dans la catégorie des producteurs, supposés laitiers, il existe des types qui ne possèdent pas de terres (donc pas de superficie fourragère) et ne disposent pas d'équipements agricoles, comme il existe dans cette même catégorie de laitiers des types qui n'ont pas de terres mais qui sont dotés d'équipements agricoles. La même constatation est relevée chez les producteurs mixtes et ceux du type production de viande.

- Au niveau du mode de fonctionnement des quelques exploitations enquêtées, les paramètres déterminants dans la formation de la rentabilité sont liés à la conformation et au capital cheptel vif.

Autrement dit, le maintien de la pratique d'élevage bovin (dans les quelques exploitations enquêtées) reste très lié au nombre important de têtes de bovins présent dans l'exploitation et qui constitue l'essentiel de son capital.

Ces résultats, permettent d'affirmer que les éleveurs, appartenant aux différentes orientations productives, conçoivent des stratégies et adoptent des comportements pour parer au risque de "faillite", et ce, selon leurs statuts.

La diversité des types, qui s'est dégagée dans chacune de ces catégories mises en évidence sur un échantillon réduit, permet de conclure que l'activité élevage bovin en Mitidja constitue, pour certains éleveurs, une opportunité (les éleveurs producteurs de viande) et pour d'autres, une activité à risque (les éleveurs laitiers et mixtes) à laquelle ils ont associé d'autres activités.

INTRODUCTION

Les enzymes amylolytiques dégradent de manière spécifique l'amidon, ses composants, l'amylose et l'amylopectine et ses produits de dégradation (oligosides et dextrine limite). Ces hydrolases interviennent dans les processus de digestion de l'amidon chez l'homme et les animaux. Elles participent dans les phénomènes de maturation, de germination et de transformations technologiques des plantes (en panification, brasserie etc...). Plusieurs d'entre elles sont utilisées dans l'industrie alimentaire, pharmaceutiques et textiles. Les plus importantes de ces enzymes sont l' α -amylase, β -amylase, glucoamylase (l'amylo-glucosidase), isoamylase et pullulanase.

Pendant longtemps, les chercheurs ont pensé qu'il n'existait pas ou peu de souches de levures capables de dégrader l'amidon. Actuellement, les levures amylolytiques sont considérées comme des micro-organismes industriels particulièrement intéressants.

Malheureusement, les travaux effectués jusqu'à ce jour ne sont pas complets du fait que principalement seules des études de mise en évidence ont été réalisées. Quelques amylases de levures n'ont été purifiées et caractérisées. Nous nous sommes alors intéressés aux levures amylolytiques afin d'apporter notre contribution.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1- Isolement et sélection des levures amylolytiques

Des levures ont été isolées à partir de tranches de pomme de terre. Les colonies de levures une fois isolées sont ensuite conservées sur milieu " Yeast-Malt-Peptone-Starch " dont la composition est la suivante : extrait de levure 3 g, extrait de malt 3 g, peptone chapoteaut 5 g, amidon soluble 10 g, agar 20 g. Le pH est ajusté à 5,5.

L'aptitude des levures isolées à assimiler l'amidon est testée par la méthode de Sandhu et Coll. (1982).

2- Identification des levures amylolytiques sélectionnées

L'identification des levures sélectionnées repose sur l'association des méthodes classiques de Lodder (1971) et de la méthode rapide de l'Auxacolor.

3- Conditions de cultures des levures sélectionnées

Le milieu de production d'amylase utilisé est: l'extrait de levure 0,5 % - Amidon soluble 0,4 % - Sodium diphosphate et l'acide tartrique à 0,1 M (pH 5,5).

L'effet du glucose et du maltose sur la croissance et l'activité amylasique sont étudiés en utilisant le milieu précédent, sauf que, l'amidon est remplacé par un des deux sucres.

Un inoculum prélevé à partir du milieu de conservation des levures est ensemencé dans une fiole Erlenmeyer de 250 ml remplie au dixième de son volume par le milieu de production. Cette préculture est mise à incuber à 28°C sous agitation jusqu'à atteindre la phase exponentielle (16 à 20 heures).

La préculture ainsi préparée (1 ml) est ensemencée dans des fioles Erlenmeyer d'un litre remplies au dixième de leur volume par le milieu de production. Les cultures sont mises ensuite à agiter à 28°C jusqu'à atteindre la phase stationnaire (32 à 36 heures).

4- Préparation des extraits enzymatiques

Une fois les fermentations terminées, les cultures sont soumises à une centrifugation de 6000 tours/minutes pendant 10 minutes dans des conditions réfrigérées (4°C). Le surnageant contenant l'enzyme extracellulaire est récupéré et utilisé comme extrait enzymatique brut. Le culot obtenu est gardé pour le dosage de la matière sèche.

5- Méthodes analytiques

a- Mesure de la croissance

La croissance des levures est évaluée par deux méthodes, la turbidimétrie et la méthode du dosage de la matière sèche (Guiraud et Galzy, 1980).

b- Mesure de l'amidon résiduel

L'amidon résiduel est déterminé par la méthode à l'iode préconisée par Smith et Roe (1949).

c- Dosage des activités amylasiques:

- Dosage de l' α -amylase

L'activité de l' α -amylase est étudiée selon la méthode de Smith et Roe (1949). Cette méthode consiste à suivre la décoloration de l'iode au cours de l'hydrolyse de l'amidon.

- Dosage de la glucoamylase

Le glucose libéré par l'action de la glucoamylase est déterminé selon la méthode rapportée par Wilson et Ingledew (1982).

- Dosage de la β -amylase

L'activité de la β -amylase est étudiée selon la méthode de Bernfeld (1955) rapportée par Sandhu et Coll. (1987). Cette méthode est basée sur la mesure de l'augmentation du pouvoir réducteur (maltose) dans la solution d'amidon soluble.

d- Dosage des protéines totales

Les protéines sont dosées selon la méthode de Lowry (1951) en utilisant la BSA comme protéine de référence.

6- Purification de l'amylase

La purification de l'amylase est effectuée à partir l'extrait enzymatique brut de la souche *Candida tropicalis* Ct1.

Les protéines du surnageant de la culture *Candida tropicalis* (658,8 mg) sont précipitées au sulfate d'ammonium solide à 40 %. Après centrifugation (11 000 tours/minutes pendant 30 minutes dans des conditions réfrigérées), le surnageant obtenu est reprécipité au sulfate d'ammonium solide à 80 %. Le précipité obtenu après centrifugation est dissout

dans un volume minimum de tampon d'acétate d'ammonium à 50 mM (pH 5,5).

La fraction recueillie après la précipitation au sulfate d'ammonium (225 mg) est mise à dialyser contre un tampon acétate d'ammonium 50 mM (pH 5,5), pendant 36 heures à 4°C et sous agitation.

Le dialysât (204,31 mg) est ensuite soumis à une chromatographie échangeuse d'ions sur DEAE-Sephadex A-50 (colonne Pharmacia: 55 x 2,6 cm). Il est élué avec un gradient NaCl 0-0,5 M préparé dans le tampon acétate d'ammonium à 50 mM (pH 5,5). Le débit d'éluion est maintenu constant à 24 ml/heure à 4°C.

Les fractions révélant une activité amylasique sont concentrées sur Sephadex G-25.

Les protéines obtenues après concentration sur Sephadex G-25 (12,56 mg) sont soumises à une chromatographie de filtration sur Sephadex G-100 (colonne Pharmacia : 55 x 2,6 cm). Elles sont éluées à un débit de 12 ml/heure avec le tampon acétate d'ammonium à 50 mM (pH 5,5).

Les fractions révélant une activité amylasique sont poolées et lyophilisées.

7- Détermination des propriétés physico-chimiques de l' α -amylase purifiée

a- Influence du pH sur l'activité de l' α -amylase

L'activité de l' α -amylase (5 μ g) est mesurée en faisant varier le pH du tampon entre pH 2 et pH 10 selon la méthode standard de Smith et Roe (1949).

b- Détermination du pH de stabilité de l' α -amylase

L' α -amylase purifiée (5 μ g) est conservée à 30°C pendant 24 heures dans différent tampon à 0,05 M au pH variant de pH 2 à pH 10. L'activité résiduelle de l' α -amylase est ensuite mesurée selon la méthode standard de Smith et Roe (1949).

Tableau I : Détermination de la croissance, l'amidon résiduel et l'activité α -amylasique des quatre levures sur milieu " Extrait de levure - amidon soluble - tampon sodium diphosphate et l'acide tartrique " à 0,1 M pH 5,5.

	Taux de croissance h ⁻¹	Densité optique finale	pH final	Matière sèche g/l	Activité α -amylasique u/ml	Amidon résiduel g/l	Taux d'amidon consommé%
<i>Candida tropicalis</i> Ct1	0,231	1,74	5,7	1,844	36,9	0,318	92,05
<i>Candida tropicalis</i> Ct2	0,163	1,45	6	1,636	10,33	1,05	73,75
<i>Candida tropicalis</i> Ct3	0,206	1,56	5,8	1,736	34,95	0,376	90,6
<i>Candida guilliermondii</i> Cg	0,173	1,48	6	1,632	12,6	1,182	70,45

3- Etude de l'influence des sucres sur la croissance et l'activité amylasique extracellulaire :

Les taux de croissance chez les souches de levures *Candida tropicalis* (Ct1, Ct2 et Ct3) et *Candida guilliermondii* Cg sont très voisins pour les sources de carbone provenant soit du glucose ou soit du maltose. Quand il s'agit de l'amidon comme source de carbone, le taux de croissance et de biomasse est toujours plus faible (tableau II).

D'après ces résultats, il est constaté qu'en présence de glucose, l'activité α -amylase extracellulaire chez les souches Ct1, Ct2, Ct3 et Cg est quasiment nulle. Cependant, lors de la croissance de ces souches sur maltose, la biosynthèse de l'enzyme représente plus de 70 % du maximum obtenu après culture sur amidon soluble (tableau II).

4- Purification de l' α -amylase extracellulaire de la souche *Candida tropicalis* Ct1:

La souche *Candida tropicalis* Ct1 sélectionnée parmi les quatre souches est la meilleure productrice d'activité α -amylasique dans nos conditions choisies. C'est pourquoi nous avons procédé à l'isolement et la purification de cette enzyme.

La précipitation au sulfate d'ammonium (40 % puis 80 %) du surnageant de la culture *Candida tropicalis* Ct1 a permis d'éliminer une partie des protéines contaminantes, d'obtenir une activité de 76,55 % par rapport à l'activité initiale et de multiplier par un facteur 2,24 l'activité spécifique de l'extrait (tableau III).

Le profil chromatographique sur DEAE-Sephadex A-50 de l'extrait brut précipité au sulfate d'ammonium révèle trois pics d'absorption bien distincts les uns des autres. Le test d'activité α -amylasique des différentes fractions montre que cette dernière se retrouve dans le pic 2 (figure 2).

La chromatographie sur Sephadex G-100 de la fraction α -amylasique concentrée révèle deux pics d'absorption. Le test d'activité α -amylasique pratiquée sur les deux fractions ont montré que seul le premier pic d'élution contenait l' α -amylase (figure 3).

Tableau II : Détermination de la croissance et l'activité α -amylasique des souches de levure sur différentes sources carbonnées.

Souches	Amidon soluble						Glucose						Maltose					
	μ h ⁻¹	DO finale	pH final	M.S g/l	Activité u/ml	μ h ⁻¹	DO finale	pH final	M.S g/l	Activité u/ml	μ h ⁻¹	DO finale	pH final	M.S g/l	Activité u/ml			
<i>Candida tropicalis</i> Ct1	0,231	1,74	5,7	1,844	36,9	0,394	2,04	5,8	1,995	0	0,377	1,937	5,8	1,923	27,52			
<i>Candida tropicalis</i> Ct2	0,163	1,45	6	1,636	10,33	0,22	1,785	6	1,849	0	0,21	1,537	6	1,786	7,85			
<i>Candida tropicalis</i> Ct3	0,206	1,56	5,8	1,736	34,95	0,306	1,965	5,8	1,955	0	0,246	1,868	5,9	1,852	25,16			
<i>Candida guilliermondii</i> Cg	0,173	1,48	6	1,632	12,6	0,246	1,823	6,1	1,835	0	0,214	1,733	6,1	1,796	9,46			

μ : taux de croissance, DO : densité optique, M.S : matière sèche.

Une purification élevée des extraits enzymatiques permettant d'obtenir des préparations riches en enzymes amylasiques et sans perte d'activité est très difficile, car la labilité des enzymes, leur faible concentration et la présence de multiples substances contaminantes ou dénaturantes constituent des inconvénients majeurs.

Le profil électrophorétique en gel de polyacrylamide SDS-PAGE et la forme du pic issu de la chromatographie filtration sur Sephadex G-100 montrent que l' α -amylase obtenue à partir de la souche *Candida tropicalis* Ct1 est homogène. Cependant, il est important de signaler, qu'il existe de nombreux exemples de protéines homogènes dans un test et hétérogènes dans un autre.

L'électrophorèse a permis également d'estimer la masse moléculaire de l'enzyme à $67\ 000 \pm 500$ Da. De Mot (1990) a rapporté pour les α -amylases des levures ont des masses moléculaires comprises entre 38 000 et 80 000 Da.

La diminution d'activité de l' α -amylase due aux variations de pH voisin du pH optimal est due probablement à une modification de l'ionisation du substrat et/ou à la modification de l'ionisation de l'enzyme. Ceci a pour conséquence de modifier l'affinité de l'enzyme pour son substrat. Par contre, la perte d'activité totale de l' α -amylase dans les pH extrêmes correspond à une dénaturation et une ionisation irréversible de l'enzyme.

Les valeurs optimales de pH pour la plupart des α -amylases de levures sont de l'ordre de 3,5 à 6,3. Moulin (1977) a déterminé un pH optimum de 4 pour un extrait enzymatique brut de *Candida tropicalis*, alors qu'Azoulay et Coll (1980) ont noté un pH optimum de 5,6. Le pH optimal d'une enzyme donnée n'est pas une constante physique rigide et fixe. Il est susceptible de varier avec son origine, avec le substrat et sa concentration, la durée de la réaction et la présence de substance associée.

La diminution d'activité de l' α -amylase constatée aux températures supérieures à l'optimales est due à l'inactivation de l'enzyme par dénaturation. D'après Pelmont (1993), au-delà de la température optimale, il y'a rupture des liaisons non covalentes, désagrégation des structures secondaires et tertiaires. Ce phénomène est irréversible ou partiellement réversible si la dénaturation s'effectue dans des conditions particulièrement douces.

La température optimale d'activité des α -amylases des levures est généralement située entre 40 et 50°C. Néanmoins, des activités α -amylases ayant une température optimale supérieure à 60-70°C sont sécrétées par *Candida antarctica* (De Mot, 1990), *Lipomyces starkeyi* (Kelly et Coll., 1985) et *Saccharomycopsis fibuligera* (De Mot et Verachert, 1985).

CONCLUSION

L'étude que nous avons entreprise montre qu'il serait possible d'utiliser ces souches amylolytiques directement sur amidon, par exemple sur les déchets et les sous produits d'une usine de transformation de pomme de terre.

Ces applications ne prendront néanmoins leur plein effet que dans la mesure où certains aspects de la production des amylases et la caractérisation biochimique de ces levures seront parfaitement maîtrisés.

Il serait intéressant d'envisager la possibilité d'utiliser l' α -amylase de *Candida tropicalis* Ct1 sous forme immobilisée ou bien utiliser les cellules entières (levures) comme biocatalyseurs. Ceci permettrait d'éviter les étapes d'extraction, purification et fixation de l'enzyme.

REMERCIEMENTS

A l'ensemble des chercheurs et techniciens du service de Parasitologie-Mycologie de

l'Institut Pasteur d'Algérie et plus particulièrement le professeur Belkaid M. ; Mme Kellou D. ; Melle. Bencherifa S. et Mme Mehzoul D.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **AZOULAY E., JOUANNEAU F., BERTRAND J.C., RAPHAEL A., JANSSENS J. and LEBEAULT J.M., (1980).** Fermentation methods for protein enrichment of cassava and corn with *Candida tropicalis*. Applied and Environmental Microbiology 39, 1, pp.41-47.
- **BERGMANN F.W., ABE J.I. and HIZUKURI S., (1988).** Selection of micro-organisms which produce raw-starch degrading enzymes. Applied Microbiology and Biotechnology 27, pp.443-446.
- **DE MOT R., ANDIES K. and VERACHTERT H., (1984).** Comparative study of starch degradation and amylase production by Ascomycetous yeast species. Systematic Applied Microbiology 5, 1, pp.106-118.
- **DE MOT R. and VERACHTERT H., (1985).** Purification and characterisation of extracellular amylolytic enzymes from the yeast *Filobasidium capsuligenum*. Applied and Environmental Microbiology 50, 6, pp.1474-1482.
- **DE MOT R., (1990).** Conversion of starch by yeasts. In De Mot R. and Verachtert H. "Yeast-Biotechnology and biocatalysis". Systematic Applied Microbiology 5, pp.421-432.
- **GOGOI B.K., BEZBARUAH R.L., PILLAI K.R. and BARUAH J.N., (1987).** Production, purification and characterisation of an α -amylase produced by *Saccharomycopsis fibuligera*. Journal of Applied Bacteriology 63, pp.373-379.
- **GUIRAUD J. et GALZY P., (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition usine nouvelle, Paris, pp.53-98.
- **KELLY C.T., MORIARTY M.E. and FOGARTY W.M., (1985).** Thermostable extracellular α -amylase and α -glucosidase of *Lipomyces starkeyi*. Applied Microbiology and Biotechnology 22, pp.352-358.
- **LODDER J., (1971).** The yeasts, a taxonomic study. Edition North Holland, Amsterdam, Londres, pp.34-107.
- **LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L. and RANDALL R.J., (1951).** Protein measurement with the Folin phenol reagent. J.Biol.Chem. 193, 265-275.
- **MOULIN G.J., (1977).** Etude de l'activité amylasique de quelques levures. Mémoire de Docteur Ingénieur- Université des Sciences et Techniques du Languedoc, p 140.
- **PELMONT J., (1993).** Enzymes. Edition Office des Publications Universitaires, p 605.
- **SANDHU D.K., VILKHU K.S. and SONI S.K., (1987).** Production of α -amylase by *Saccharomycopsis fibuligera* Syn. *Endomycopsis fibuligera*. Journal of Fermentation and Technology 65,4, pp. 387-394.
- **SEN S. and CHARKRABARTY S.L., (1984).** Amylase from *Lactobacillus cellobiosus* isolated from vegetable wastes. Journal of Fermentation and Technology 62,5, pp.407-413.
- **SMITH B.W. and ROE J.H.J., (1949).** A photometric method for the determination of α -amylase in blood urine with use of the starch iodine color. J.Biol.Chem. 7, p.53.

- **WILSON J.J. and INGLEDEW M., (1982).**
Isolation and characterisation of
Schwanniomyces alluvius amylolytic enzymes.
Applied and Environmental Microbiology
44, 2, pp.301-307.