

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DES UNIVERSITES ET DES

C.U.R



Gm.0539

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

DEPARTEMENT GENIE ELECTROMECHANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

THEME :

**ETUDE POUR L'IMPLANTATION DE FERMES
AVICOLES MODERNES AU SENEGAL**

Auteur : Mame Safiétou TOURE

Directeurs internes : Dr. Ibrahima LY, Professeur à l'EPT

Dr. Mamadou WADE, Professeur à l'EPT

Directeur externe : M. Akowanou Ferdinand SENOU, Gérant de ABRI ICARE

Juillet 2009

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

À mes grands-parents ;

À ma mère ;

À mon père ;

À mon beau-père ;

À mon tuteur Pape Meïssa THIOYE ;

À mes frères et sœurs ;

À toute ma famille.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont de près ou de loin apporté leur aide à ce travail, notamment :

À M. SENOU Ferdinand, ancien de l'EPT

À M. Mamadou WADE, professeur à l'EPT ;

À M. Ibrahima LY, professeur à l'EPT ;

À M. Alassane DIENE, professeur à l'EPT ;

À M. SY de la Ferme de Pout ;

À M. Mamadou Tandiang DIAW, Professeur à l'ENSA ;

À M. Ibrahima NDOUR, CSA de l'EPT

À M. Moustapha Wali Diouf, élève ingénieur à l'ENSA ;

À la 10^{ème} promotion mécano-civil ;

À l'ensemble du corps professoral de l'EPT ;

Au personnel des départements Civil et Électromécanique ;

À la Direction de l'EPT ;

À la famille polytechnicienne toute entière.

SOMMAIRE

Ce Projet de fin d'étude proposé par M. SENOU Ferdinand, ancien élève de l'EPT, gérant de la société ABRI-ICARE porte sur un secteur de développement, l'Aviculture.

Le secteur avicole au Sénégal a contribué nettement au PIB avec une entrée de l'ordre de 25 milliards de FCFA. C'est un secteur qui contribue à l'insertion socioprofessionnelle des jeunes et des femmes. Les importations contrôlées de viande de volaille ont connu une hausse considérable en 2000, à la suite de l'application du TEC en avril 1998 dans le cadre de l'UEMOA.

L'EISMV et l'INDR ont fourni un grand travail en constituant un guide de la pratique de l'aviculture en Afrique de l'Ouest. La pratique de l'aviculture nécessite l'application d'un certain nombre de règles, ainsi cette école et cet institut du secteur aviaire nous fournissent des normes applicables en Afrique de l'Ouest en général au Sénégal en particulier. Les locaux d'élevage doivent être implantés de façon rationnelle, l'alimentation et la santé des poules ne doivent surtout pas être négligées. La maladie de Newcastle peut tuer jusqu'à 100% de l'effectif de l'élevage quand elle se déclare.

L'élevage de poules a malheureusement des impacts négatifs sur l'environnement. La nuisance sonore et les problèmes d'évacuation des déjections peuvent être source de discorde entre les promoteurs et le voisinage. Nous avons au moins décrit un moyen de traitement ou de transformation des déjections en biogaz et en engrais. Ce biogaz ainsi que cet engrais pourront être vendus aux villages ou/et villes environnants.

Des installations automatiques et motorisées donnent aux fermes cette notion de modernité. Cette motorisation dans les fermes avicoles s'est instaurée depuis déjà quelques années dans les pays développés pour augmenter la rentabilité des exploitations.

Mots-clés : Aviculture au Sénégal – Normes d'élevage avicole – Transporteurs à bande – Bio-méthanisation – Éclairage – Système photovoltaïque – Protection Moteur.

TABLES DES MATIERES

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
SOMMAIRE	iii
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTES DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES	xi
LISTE DES ANNEXES	xiii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : LE SECTEUR AVICOLE AU SENEGAL.....	3
I.1 Statistiques de production.....	3
I.1.1 Production de poussins	3
I.1.2 Production de viande de volaille	6
I.1.3 Production nationale d'œufs de consommation.....	7
I.2 Estimation des quantités d'aliment de volaille utilisées en 2001	8
I.3 Importations	10
I.3.1 Importations contrôlées de viande de volaille	10
I.3.2 Importations contrôlées d'œufs à couvrir	10
I.4 Exportations :.....	10
I.5 Prix des produits avicoles :.....	10
I.6 Contraintes du secteur	11
Conclusion :	12
CHAPITRE II : NORMES D'ELEVAGE ET IMPLANTATION D'UN LOCAL D'ELEVAGE	13
II.1 L'implantation de l'élevage.....	13
II.2 Conception des locaux d'élevage	15
II.2.1 Normes et règles à respecter lors de la construction (élevage au sol)	15
II.2.2 Les données propres au projet.....	16
II.2.2.a L'acier et ses propriétés.....	17

II.2.2.b	L'implantation dans un local d'élevage	19
II.3	Fabrication des aliments dans l'exploitation.....	23
II.2.3	Formulation des aliments.....	23
II.2.4	Préparation des aliments	25
II.4	Main-d'œuvre	25
II.5	Pratique de la médecine aviaire	26
II.5.1	Classification des principales maladies en fonction de leur impact économique dans l'élevage.	26
II.5.2	Classification des principales maladies en fonction des possibilités curatives	27
Conclusion		28
CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DES SYSTEMES D'AMENER DES ALIMENTS ET DE L'EAU.....		29
III.1.	Nombre de sujets nécessaire pour chaque période.....	29
III.2.	Poussinière :	31
III.2.1	Démarrage 0 à 2 semaines :	31
III.2.2	Croissance 2 à 20 semaines :	32
III.3.	Local de ponte :	33
III.3.1	Généralités sur les transporteuses à bande :	34
III.3.1.a	Introduction	34
III.3.1.b	Le convoyeur :	35
III.3.1.c	Chargement du produit :	36
III.3.2	Dimensionnement des transporteuses	38
III.3.3	Besoin en eau :	49
Conclusion :		49
CHAPITRE IV : TRAITEMENT DES FIENTES.....		50
IV.1	Le processus de méthanisation	50
IV.2	Avantages environnementaux	52
IV.3	Techniques de méthanisation	53
IV.3.1	Les centres d'enfouissement technique	53
IV.3.2	Digestion en continu, un moyen d'épuration : gaz de STEP.....	54
IV.3.3	La digestion en discontinu et le traitement des fumiers agricoles.....	55
IV.4	Utilisation du Bio-méthane	55
IV.5	Présentation de deux modèles :	58

Conclusion :	61
CHAPITRE V : INSTALLATION ELECTRIQUE DU LOCAL DE PONTE	62
V.1 Électrification du local	62
V.1.1 Projet d'éclairage du local de ponte	62
V.1.1.a Généralités	63
V.1.1.b Dimensionnement de l'éclairage du local de ponte	65
V.1.2 Dimensionnement du système photovoltaïque	73
V.1.2.a Généralités	73
V.1.2.b Application au projet :	75
V.1.3 Système automatisé d'éclairage du local de ponte :	83
V.1.4 Montage lumière et prise de courant du local de ponte :	86
V.1.4.a Schéma de Principe	86
V.1.4.b Schéma architectural	86
V.1.4.c Schéma Unifilaire	87
V.1.4.d Schéma multifilaire	88
V.2 Automatisation des différents dispositifs :	89
V.2.1 Moteurs des tapis d'alimentation :	89
V.2.2 Électrovannes pour l'évacuation des fientes :	93
V.2.3 Régulation du niveau d'eau dans les réservoirs de stockage	95
Conclusion	97
CONCLUSION GENERALE	98
RECOMMANDATIONS	100
REFERENCES	101
ANNEXES	102

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. 1 : Statistiques Poussins pour ponte mis en élevage	4
Tableau 1. 2 : Statistiques Poussins de chair mis en élevage	4
Tableau 1. 3 : Statistiques Poussins mis en élevage.....	5
Tableau 1. 4 : Origine des Poussins mis en élevage.....	6
Tableau 1. 5 : Production de viande de volaille	7
Tableau 1. 6 : Production d'aliment de volaille	8
Tableau 1. 7 : Industries de fabrication d'aliments de volaille	9
Tableau 1. 8 : Prix moyens de produits d'origine animale.....	11
Tableau 3. 1 : Nombre de sujets par période.....	30
Tableau 3. 2 : Densité d'occupation.....	30
Tableau 3. 3 : Consommation de 0 à 2 semaines	31
Tableau 3. 4 : Abreuvoirs et Mangeoires de 0 à 2 semaines	32
Tableau 3. 5 : Consommation de 2 à 20 semaines	32
Tableau 3. 6 : Abreuvoirs et Mangeoires de 2 à 20 semaines	33
Tableau 3. 7 : Abreuvoirs et Mangeoires pour une poussinière.....	33
Tableau 3. 8 : Largeur bande standardisées	38
Tableau 3. 9 : Rapport entre effort tangentielle et types de moteur	43
Tableau 3. 10 : Coefficients de sécurité des bandes.....	46
Tableau 3. 11 : Récapitulatif des équipements et des caractéristiques d'un tapis.....	48
Tableau 3. 12 : Équipements de distribution eau du local de ponte.....	49
Tableau 4. 1 : Caractéristiques requises pour biogaz de chaudière ou four	56
Tableau 4. 2 : Caractéristiques requises d'un biogaz carburant.....	57
Tableau 4. 3 : Ration à utiliser pour différents types de déchets	59
Tableau5. 1: Exemples de coefficients de réflexion.....	64
Tableau5. 2 : Coefficients de réflexion et de déperdition du local de ponte.....	67
Tableau5. 3 : Détermination de nombre de lampe (classe A)	68
Tableau5. 4: Écart entre luminaire (classe A)	69
Tableau5. 5: Détermination de nombre de lampe (classe D)	70

Tableau5. 6 : Écart entre luminaire (classe D)	71
Tableau5. 7: Éclairement en élevage (élevage et ponte en poulaillers obscurs)	76
Tableau5. 8: Programme d'allumage des lampes.....	84
Tableau5. 9 : Caractéristiques des moteurs des tapis	89
Tableau5. 10 : Appareils de protection des moteurs	90
Tableau5. 11 : Heures de marches journalières des moteurs	90

LISTE DES FIGURES

Figure 2. 1 : Implantation correcte des infrastructures d'une exploitation avicole.....	14
Figure 2. 2 : Vue sur trois plans du local de ponte.....	20
Figure 2. 3 : Vue détaillée 1	20
Figure 2. 4 : Vue détaillée 2	21
Figure 2. 5 : Vue détaillée 3	21
Figure 2. 6 : Nids (au nombre de quatre sur cette vue)	22
Figure 2. 7 : Vue en détaille du nid	22
Figure 3. 1 : Relations entre les efforts (traction/tangentiel).....	34
Figure 3. 2 : Principe du convoyeur	36
Figure 3. 3 : Chargement du produit	37
Figure 3. 4 : Sollicitations du tapis.....	39
Figure 4. 1 : Intensité de la fermentation en fonction de la température.....	51
Figure 4. 2 : Production de gaz en fonction de la température.....	52
Figure 4. 3 : Principe de captage du gaz dans un CET.....	54
Figure 4. 4 : Modèle indien (installation).....	60
Figure 4. 5 : Modèle indien (schématique)	61
Figure 5. 1: Disposition optimale des lampes dans le local de ponte.....	72
Figure 5. 2 : Graphique de détermination de la section des câbles	80
Figure 5. 3: Inverseur normal/secours (Schémas de l'installation photovoltaïque).....	81
Figure 5. 4 : Hors heures de commande.....	84
Figure 5. 5 : Commande des lampes par l'interrupteur horaire	85
Figure 5. 6 : Défaillance de l'interrupteur horaire	85
Figure 5. 7 : Schéma de principe de l'éclairage	86
Figure 5. 8 : Exemple de schéma architectural	87
Figure 5. 9 : Exemple de schéma unifilaire.....	87
Figure 5. 10 : Schéma de câblage simple allumage	88
Figure 5. 11 : Système au repos	91
Figure 5. 12 : Marche normal avec l'interrupteur horaire.....	91

Figure 5. 13 : Marche avec interrupteur de secours	92
Figure 5. 14 : Arrêt d'urgence	92
Figure 5. 15 : Schéma de principe de l'évacuation des fientes	94
Figure 5. 16 : Schéma de câblage d'une électrovanne	94
Figure 5. 17 : Principe de fonctionnement régulation de niveau	95
Figure 5. 18 : Circuit de commande, circuit de puissance de la régulation de niveau	96

LISTES DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES

ABRI ICARE : Atelier et Bureau de Recherche et d'Ingénierie en Instrumentation Contrôle Automatismes Régulation Énergie.

CNA : Centre National d'Aviculture.

EISMV : École Inter-états des Sciences de Médecine Vétérinaires.

INDR : Institut National de Développement Rural.

TEC : Tarif extérieur commun.

UEMOA : Union Économique et Monétaire de l'Afrique de l'Ouest.

OAC : Œuf à Couver.

CMV : Concentrées Minéraux-Vitaminés.

CET : Centre d'Enfouissement Technique.

STEP : Station d'Épuration

HPTC : High Performance Temperature Controlled Biogas Plant.

I_{rm} : Intensité (courant) de réglage du magnétique.

DM : Distance Minimale

T	Teneur en carbone	Chapitre II
T1, T2	Effort de traction	Chapitre III
P	Effort tangentiel	
v	Vitesse linéaire tapis	
Q _m	Débit théorique	
K	Coefficient d'inclinaison	
δ	Angle d'inclinaison	
γ	Densité apparente	
Q	Débit réel	
f	Coefficient de frottement	
C	Coefficient de correction	
η	Rendement commande	
N _a	Puissance d'entraînement	
N _m	Puissance du moteur	
μ	Coefficient de frottement	
α	Angle d'enroulement	
a	Longueur du local	Chapitre V
b	Largeur du local	
h	Hauteur du local	
K	Indice du local	
J	Rapport de suspension	
E	Éclairement	
d	Facteur de dépréciation	
u	Utilicance	
F	Flux lumineux	
η	Rendement lampes	
e	Espacement max	
E _j	Énergie journalière	
E _i	Irradiation journalière	
P _c	Puissance crête	
C _r	Capacité batterie	
I	Intensité courant	
V	Tension	

LISTE DES ANNEXES

Annexe A 1 : Norme d'Implantation des bâtiments.....	A
Annexe A 2 : Schéma de poulailler « ouvert » pour climat chaud.....	B
Annexe A 3 : Produits utilisables pour le nettoyage et la désinfection des poulaillers.....	C
Annexe A 4 : Schémas d'un bâtiment pour 1000 pondeuse	J
Annexe A 5 : Valeurs alimentaires des principales matières premières	L
Annexe A 6 : Exemples de formules expérimentées à l'INDR pour poules pondeuses	M
Annexe A 7 : Types de programme de vaccination appliqué en Afrique de l'Ouest.....	P
Annexe B 1 : Densités d'élevage au sol en ventilation statique en climat chaud	A
Annexe B 2 : Plan poussinière avec cloison démontable.....	K
Annexe B 3 : Besoins quotidiens et normes en fonction de l'âge.....	N
Annexe B 4 : Table des valeurs des paramètres Qm ; v ; K ; δ ; γ du dimensionnement des tapis	Q
Annexe B 5 : Valeurs de f ; épaisseur et propriétés des revêtements.....	R
Annexe B 6 : Poids des parties tournantes et valeurs de $ey\alpha$ et $1ey\alpha - 1$	S
Annexe B 7 : Diamètre de tambours	T
Annexe C 1 : Facteur de Dépréciation	F
Annexe C 2 : Répartition des luminaires.....	G
Annexe C 3 : Nombre de luminaire	G
Annexe C 4 : Tableau Utilicance	H
Annexe C 5 : Lampes à incandescence ordinaires	I
Annexe D 1 : Résultats moyen de testage de souche (1985-1986)	D
Annexe D 2 : Performance des principales races	E
Annexe D 3 : Paramètres économiques des élevages.....	O

INTRODUCTION

L'économie nationale du Sénégal est en grande partie basée sur l'agriculture et l'élevage. Conscient des enjeux de ces secteurs, des promoteurs ont jugé important d'étudier l'implantation de « fermes modernes » d'aviculture au Sénégal et ainsi contribuer au développement de ce pays.

L'aviculture est le secteur de production animale qui a connu le plus spectaculaire accroissement au cours des dernières années. Deux grands types d'élevage cohabitent dans la plupart des pays tropicaux :

- 1- L'élevage intensif faisant appel à des techniques élaborées et des investissements importants.
- 2- L'élevage traditionnel et artisanal qui reste très important et bien adapté dans de nombreuses régions.

L'élevage intensif des volailles exige aujourd'hui l'application précise de techniques diverses et complexes afin d'assurer les conditions de production les plus satisfaisantes possibles.

Ainsi ce projet porte sur l'organisation rationnelle d'une unité de production avicole intensive. Il est donc nécessaire de maîtriser les techniques utilisées et pour amoindrir les coûts d'investissement l'énergie solaire sera utilisée et les déchets transformés en biogaz.

Notre étude sera répartie en cinq chapitres :

Le premier nous décrira le secteur avicole au Sénégal.

Le deuxième sera consacré aux normes d'élevage en Afrique de l'Ouest et une implantation des locaux d'élevage y sera présentée.

Le troisième traitera du dimensionnement et du choix des systèmes d'amener des aliments et de l'eau.

Le quatrième abordera le traitement des fientes.

Le dernier présentera le dimensionnement des installations électriques du local d'élevage.

Enfin nous passerons à la conclusion générale et aux recommandations tirées de cette étude.

CHAPITRE I : LE SECTEUR AVICOLE AU SENEGAL

Dans cette partie de notre travail, nous décrirons l'état du secteur avicole au Sénégal de 1992 à 2001, les statistiques plus récentes n'étant pas encore validées par le Centre National d'Aviculture.

Le secteur avicole représente au Sénégal un marché important, avec une contribution annuelle au PIB de l'ordre de 25 milliards de FCFA et un taux de croissance moyen de 8% par an depuis 1996. Comme dans plusieurs pays d'Afrique de l'ouest, l'aviculture périurbaine sénégalaise s'est considérablement développée pour répondre aux besoins croissants des populations en protéines animales. ([1] Direction de l'Elevage, 2003)

Le secteur contribue à la baisse du taux de chômage, emploie actuellement plus de dix mille emplois directs et indirects. Il constitue une activité à vocation sociale en zone périurbaine permettant souvent l'insertion des femmes et des jeunes.

Si l'on constate une très nette amélioration des taux de productivité du secteur et des potentiels très forts de développement, force est de constater que sa maturité et ses performances sont encore insuffisantes. ([1] Direction de l'Elevage, 2003)

I.1 Statistiques de production

La production du secteur s'articule en trois volets : production de poussins (poussins chair et poussins ponte), production de viande de volaille et production d'œufs. Nous présenterons également les statistiques de production d'aliments.

I.1.1 Production de poussins

Le nombre de poussins mis en élevage, de 1992 à 2001, est indiqué dans les tableaux suivants donnés par la Direction de l'élevage, Centre National d'Aviculture :

Tableau 1. 1: Statistiques Poussins pour ponte mis en élevage

Année	Production locale	Imports	Total	% Production locale ponte / total ponte
1992	408 500	294 000	702 500	58
1993	309 000	162 000	471 000	66
1994	425 022	100 870	525 892	81
1995	467 385	275 324	742 709	63
1996	512 575	213 256	725 831	71
1997	467 423	468 785	936 208	50
1998	555 285	186 336	741 621	75
1999	630 001	117 240	747 241	84
2000	774 595	202 557	977 152	79
2001	1 187 792	137 070	1 324 862	90

Tableau 1. 2 : Statistiques Poussins de chair mis en élevage

Année	Production locale	Imports	Total	% Production locale chair/ total chair
1992	2 844 500	1 256 000	4 100 500	69
1993	3 136 000	558 000	3 694 000	85
1994	3 186 889	488 415	3 675 304	87
1995	4 042 650	834 222	4 876 872	83
1996	3 247 560	958 638	4 206 198	77
1997	3 065 588	915 695	3 981 283	77
1998	4 099 932	445 633	4 545 565	90
1999	3577 130	385 812	3 962 942	90
2000	4521 672	96 353	4 618 025	98
2001	4 635 135	155 320	4790 455	90

Tableau 1. 3 : Statistiques Poussins mis en élevage

Année	Production locale	Imports	Total	% Production locale poussins/ total poussins
1992	3 253 000	1 550 000	4 803 000	68
1993	3 445 000	720 000	4 165 000	83
1994	3 611 911	589 285	4 201 196	86
1995	4 510 035	1 109 546	5 619 581	80
1996	3 760 135	1 171 894	4 932 029	76
1997	3 571 171	1 384 480	4 955 651	72
1998	4 655 217	631 969	5 287 186	88
1999	4 207 131	503 052	4 710 183	89
2000	5 296 267	298 910	5 595 177	95
2001	5 822 927	292 390	6 115 317	95

En 2001, la production locale de poussins a connu une hausse de 6.7% par rapport à l'année 2000. Le nombre total de poussins mis en élevage a subi une hausse en valeur absolue de 520140 sujets par rapport à 2000, soit 9.30% en valeur relative. ([1] Direction de l'Elevage, 2003)

L'origine des poussins est présentée dans le tableau 1.4 :

Tableau 1. 4 : Origine des Poussins mis en élevage

Type de poussins	Commentaires	Quantités	%
Poussins importés	Importé vivant 1 jour	292 390	4,8
Poussins nés d'œufs à couver importés	Déterminé en appliquant un taux d'éclosion de 80% sur les 3 868 121 œufs importés de janvier à décembre 2001.	3 094 497	50,6
Poussins 100 % sénégalais	Nés de reproducteurs élevés au Sénégal	2 728 430	44,6
Total		6 115 317	100

La part de la production nationale a connu une augmentation par rapport aux importations, avec un taux de 95.2% (contre 88% en 1998, 89% en 1999 et 95% en 2000), cette hausse de la production nationale peut s'expliquer par l'extension notable des couvoirs.

La part des poussins 100% sénégalais a augmenté par rapport à l'année précédente. Cette augmentation s'explique par la mise en place de plus en plus importante de cheptel de reproduction par les couvoirs.

I.1.2 Production de viande de volaille

Les estimatifs de mise en élevage de 1999, 2000 et 2001 ainsi que les taux de mortalité moyens et des poids moyens ont servi de base pour exprimer la production nationale de viande de volailles en 2001. Les statistiques de production sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 1. 5 : Production de viande de volaille

	Effectif initial	Taux de mortalité	Effectif final	Poids mort (en kg)	Production nationale (tonnes)
Poulets*	4 723 625	5%	4 487 444	1,5	6 731
Poulets réformés**	806 124	(poulette) 7%(ponte) 3%	727 204	1,5	1 091
TOTAL	5 529 749		5 214 648		7 822

****Mise en élevage décembre 2000 à novembre 2001 inclus***

***** Mises en élevage de mars 1999 à février 2000 inclus***

Sept mille huit cents vingt deux tonnes, c'est la production nationale de viande de volaille industrielle, représentant à la vente au détail, un chiffre d'affaires de l'ordre de 10.5 milliards de FCFA. D'après les statistiques, c'est une hausse de la production de plus 8.5% par rapport à l'année 1999.

I.1.3 Production nationale d'œufs de consommation

La production nationale d'œufs de consommation a été de 254 millions d'unités en 2001, soit un chiffre d'affaires à la vente au détail de l'ordre de 12.7 milliards de FCFA. La mise en place de poussins de ponte entre mars 1999 et juin 2001 a permis de déterminer un effectif moyen de pondeuses en production et de calculer cette production de 2001.

Une hausse de 30% par rapport à l'année 2000 a été enregistrée pour la production nationale d'œufs de consommation. Deux facteurs ont permis cette hausse : premièrement beaucoup de producteurs de viande de poulets de chair se sont reconvertis en producteurs d'œufs de consommation et deuxièmement le marché était propice à la vente de cette production. Conséquences, Les exportations ont augmentées et un intérêt pour la filière est né de nouveaux éleveurs se montrent.

La production d'œufs a donc offert un chiffre d'affaire plus élevé que la production de volaille. Intéressons nous à la production d'aliments de volaille en 2001, cette production étant importante car étant un élément de base dans le calcul de ces chiffres d'affaires.

I.2 Estimation des quantités d'aliment de volaille utilisées en 2001

En 2001, la production d'aliment volaille a été estimée à 72.000 tonnes, représentant un chiffre d'affaires de l'ordre de 15 milliards de FCFA, comme présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1. 5 : Production d'aliment de volaille

Type d'aliment	Production d'aliments volailles en 2001 (tonnes)	Chiffre d'affaires (milliards de FCFA)
Aliment "chair"	18 540,0	4,350
Aliments "poulettes"	8 840,5	1,797
Aliments "pondeuses"	44 831,8	8,799
TOTAL	72 212,3	14,946

Le maïs représente plus de 60% du besoin global en matières premières. Le maïs incorporé dans l'aliment volaille, représente une valeur de 5,6 milliards de FCFA. Cependant le prix du maïs incorporé dans l'aliment volaille, environ 130 FCFA/kg constitue un frein à l'expansion de la filière avicole.

Les aliments volaille sont produits par plusieurs unités industrielles, le tableau suivant donne la répartition de la production de 2001 par rapport à ces industries :

Tableau 1. 7 : Industries de fabrication d'aliments de volaille

Sociétés	Quantités (en tonnes)	% du total estimé
C.A.M.	1 051	1,5%
SEDIMA	25 000	34,6%
SENDIS	1 022	1,4%
SENTENAC	18 000	24,9%
AVISEN	2 027	2,8%
SODAVI	1 428	2%
NMA	4 585	6,3%
PRODAS	1 932	2,7%
AUTRES	17 167	23,8%

La production des grandes sociétés a connu une hausse, passant de 68.4% en 2000 à 76.2%. Les petits ateliers de fabrication d'aliment volaille ont ainsi vu leur part de marché se réduire, passant de 31.6% de la production totale en 2000 à 23.8% en 2001. Ces ateliers sont relativement nombreux et de statuts divers : petites sociétés, associations ou groupements d'éleveurs indépendants.

En développant le point sur la production de poussins nous avons comparé cette production local et celle importée. Nous allons donc présenter maintenant les importations de viande de volaille et d'œufs ainsi que les exportations.

I.3 Importations

I.3.1 Importations contrôlées de viande de volaille

Les importations contrôlées de viande de volaille ont été de plus de 1970 tonnes en 2001, soit une hausse de 77% par rapport à 2000, c'est plus du quart de la production nationale en cette même année. Cette augmentation importante en valeur relative est consécutive à la baisse des taxes à l'importation depuis l'application du Tarif extérieur commun (TEC) en avril 1998 dans le cadre de l'UEMOA.

I.3.2 Importations contrôlées d'œufs à couver

En hausse progressive de 1997 à 1998, les importations d'œufs à couver (OAC), après une baisse en 1999, ont repris une tendance haussière en 2000 pour connaître une chute en 2001 avec moins de 4 millions d'OAC.

Le Sénégal affecté par les importations, exporte cependant des produits avicoles.

I.4 Exportations :

Les exportations contrôlées de poussins et d'OAC, effectuées par 3 sociétés de la place (SEDIMA, CAM et Mactar Sall), atteignaient en 2001 respectivement 240.000 unités et 520.000 unités. Les exportations sont majoritairement pour notre voisin le Mali, qui absorbe 65% des exportations de poussins et 55% des exportations d'OAC. La Côte d'Ivoire et la Gambie arrivant en 2^{ème} et 3^{ème} position.

I.5 Prix des produits avicoles :

La direction de la statistique calcule l'indice des prix à partir de ces 5 marchés de référence à savoir Tilène, Sandaga, Pikine, Grand Dakar et Gueule Tapée. Il s'agit d'une moyenne des prix proposés sur ces marchés. Les prix moyens mensuels de différents produits d'origine animale figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1. 8 : Prix moyens de produits d'origine animale

Produits	Unité	Prix moyens (F CFA) en 2001
Poulet du pays	Kg	1990
Poulet chair	Kg	1486
Viande de mouton	Kg	1812
Œuf de poule	Pièce	64
Bœuf avec os	Kg	1716
Poisson (Capitaine)	Kg	2456

Le poulet de chair sénégalais est depuis quelques années la viande la moins chère sur les marchés, réussissant ainsi à concurrencer les poulets importés.

I.6 Contraintes du secteur

La maturité et les performances insuffisantes du secteur avicole sénégalais sont dues à plusieurs facteurs comme :

- ✓ Une faible compétitivité liée notamment au coût élevé des intrants (poussins d'un jour et aliments) ;
- ✓ Une concurrence internationale de plus en plus intense ;
- ✓ Des problèmes de santé animale liés aux maladies bactériologiques et microbiologiques (ex : maladie de Newcastle) ;
- ✓ Une absence de contrôle de qualité des aliments, malheureusement le Sénégal ne dispose pas de laboratoire fonctionnel pour l'analyse de routine des aliments.
- ✓ Une forte élasticité du prix de la demande en aliments au détriment de la qualité des aliments
- ✓ Un manque de savoir faire technique et donc une maîtrise aléatoire des conditions d'élevage ;
- ✓ Une saisonnalité et une forte volatilité des prix de vente ;
- ✓ Des impacts négatifs en matière d'environnement (problèmes de nuisances sonores et d'évacuation des déjections en zone périurbaine).

Conclusion :

D'après les statistiques on note que la tendance des importations est à la baisse et que la production d'œufs de consommation a enregistré un chiffre d'affaires plus important. Malgré les difficultés endogènes et exogènes, il est important de noter que la filière avicole dispose toutefois d'atouts importants dont l'existence d'un tissu d'entreprises, d'un réseau de vétérinaires privés, d'un laboratoire de pathologie aviaire. Vu les statistiques et le chiffre d'affaire de la production d'œufs de consommation, l'étude dans sa généralité sera plus axée sur l'élevage de volaille de ponte et on tentera de palier à certaines contraintes du secteur aviaire évoquées.

Ainsi pour le chapitre qui suit, nous allons développer les normes d'élevage avicole en générale et celles appliquées aux fermes de poules pondeuses en particulier.

CHAPITRE II : NORMES D'ELEVAGE ET IMPLANTATION D'UN LOCAL D'ELEVAGE

La pratique de l'élevage avicole passe par le respect d'un certain nombre de Normes et de règles touchant l'implantation de l'élevage, la conception des locaux, l'alimentation dans l'exploitation, la main d'œuvre et la pratique de la médecine aviaire.

Le « Guide pratique d'aviculture moderne en climat sahélo-soudanien de l'Afrique de l'Ouest » ainsi que le « Mémento de l'Agronome » ont donné des indications claires de ces normes. Nous allons de ce fait utiliser ces deux manuels pour développer dans ce chapitre ces normes et règles.

II.1 L'implantation de l'élevage

L'implantation d'un élevage doit être bien réfléchie. Il faut tenir compte principalement des éléments suivants :

- ✓ Lieu d'implantation : éviter les terrains humides, choisir un endroit abrité des grands vents et d'accès facile ;
- ✓ Axe des bâtiments : il faut qu'il soit parallèle aux vents dominants de saison des pluies ;
- ✓ Disposition des bâtiments au moins 30 mètres entre eux ;
- ✓ Infrastructures à prévoir pour les élevages d'une certaine importance :
 - Local de dépôt et de lavage du matériel sale avec évacuation des eaux usées ;
 - Lieu d'incinération des cadavres, débris et détritiques ;
 - Local de stockage des matières et des préparations des aliments ;
 - Local de stockage des produits de l'élevage (œufs et poulets) ;
 - Locaux d'élevages proprement dits séparés les uns des autres par des couloirs larges de 30 mètres.

Un exemple d'implantation conforme est illustré à la Figure 2.1.

(Voir Annexe A 1)

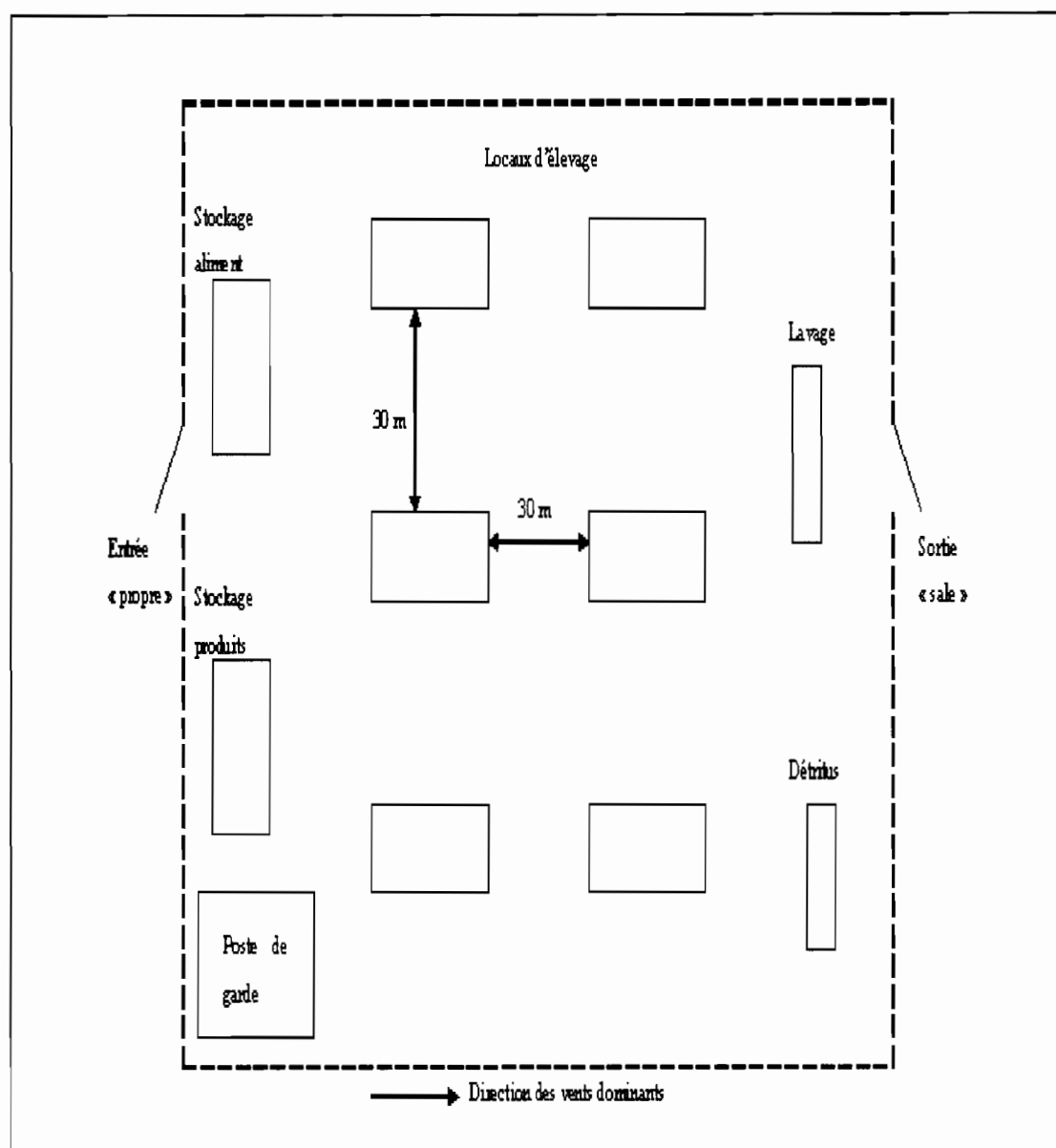


Figure 2. 1 : Implantation correcte des infrastructures d'une exploitation avicole

II.2 Conception des locaux d'élevage

Il existe de nombreux modes d'élevage, mais la claustration au sol reste le système le mieux adapté et le plus économique pour l'Afrique de l'ouest. ([7] Ministère de la coopération et du développement, 1991)

Les qualités requises pour les bâtiments d'élevage peuvent être résumées comme suit :

- ✓ La construction doit être à la fois économique et rationnelle ;
- ✓ Les locaux seront d'un nettoyage et d'un entretien aisés ;
- ✓ Ils faciliteront et accéléreront la réalisation des tâches quotidiennes ;
- ✓ Ils satisferont les normes d'élevage : densité d'occupation, ambiance climatique, hygiène.

II.2.1 Normes et règles à respecter lors de la construction (élevage au sol)

- ✓ Densité d'occupation ou nombre de sujets par m² (Annexe B 1)
 - Poulets de chairs et poulettes : ne pas dépasser 10 à 12 sujets par m². Le couloir central de surveillance n'est pas indispensable. Cette densité correspond à 100 à 120 m² pour 1000 sujets ;
 - Poules pondeuses : prévoir 6 à 8 sujets par m². Il est souhaitable d'aménager un couloir central de surveillance de 1.5 m de large qui permet la récolte des œufs à l'intérieur des locaux d'élevage. La surface nécessaire pour 1000 volailles sera de 200 m². (Annexe A 2)
 - Pour les poussins (quelque soit le type d'élevage) au départ on peut avoir 30 sujets par m², on aménage alors un espace réduit à l'intérieur de la poussinière avec une paroi mobile légère (en carton ou en contreplaqué) de 60 cm de haut qu'on déplace régulièrement jusqu'à avoir au 21^{ème} jour d'âge la densité correcte (entre 6 et 12 sujets/m²). (Annexe B 2)
- ✓ Ventilation suffisante pour le maintien d'une température modérée
 - Murs latéraux d'une hauteur d'1m surmontés d'un grillage avec réglage de la ventilation au moyen de volets (toile ou sac). Les volets permettent également une protection contre les pluies mal orientées ;
 - Pignons totalement fermés par un mur pour assurer une protection contre les vents pluvieux dominants ;

- Toiture en matériaux isolants ou double plafond isolé avec paille, laine de verre ou polystyrène ;
 - Pour les poulaillers larges (10 à 12m), prévoir des lanterneaux (faitière) munis d'un grillage de protection contre les prédateurs ;
 - Pente minimale du toit de 10% ;
 - Débordement des toitures de 50 à 70 cm pour assurer une bonne protection contre les pluies. (Annexe A 4)
- ✓ Respect de l'hygiène
- Les murs intérieurs et sol des bâtiments seront lisses et sans fissures pour empêcher la pénétration des parasites et faciliter le nettoyage et la désinfection pendant le vide sanitaire ;
 - Le sol sera en pente légère (1 à 2%) pour permettre l'évacuation des eaux de lavage par des orifices latéraux prévus en bas des murs et munis de fermetures (tuyau en PVC) de 10 cm de diamètre avec bouchon extérieur ;
 - Un pédiluve sera aménagé à l'entrée de chaque bâtiment ;
 - Chaque bâtiment sera doté d'un point d'eau avec évacuation (lavage des mains et du matériel) et d'un local de stockage des aliments. (voir Annexe A 3)

Après avoir donné les normes d'implantation et de conception des bâtiments d'élevage voyons les données propres à notre projet pour voir dans quelles mesures y appliquer ces normes.

II.2.2 Les données propres au projet

Pour les locaux d'élevage, les promoteurs du projet ont suggérés l'utilisation de l'acier galvanisé et d'avoir des locaux à plusieurs niveaux. Ainsi les propriétés de cet acier et les détails des locaux de ponte vont être présentés.

II.2.2.a L'acier et ses propriétés

L'acier est un matériau très apprécié dans les secteurs du bâtiment et de la construction grâce à ses propriétés mécaniques, à sa facilité de mise en forme et à son prix très compétitif. Chacun connaît dans son environnement immédiat des exemples d'utilisation tels que ponts, grues, installations industrielles... Mais l'acier est également utilisé en construction automobile, dans l'électroménager, pour le stockage et le conditionnement : boîtes de conserve, cannettes, fûts... La mise en œuvre de la majorité de ces produits requiert des qualités et des formats d'acier standards généralement disponibles sur stock. Les produits en acier sont généralement subdivisés en produits plats et produits longs.

Même si son utilisation dans les pays africains reste encore limitée, l'acier est un matériau dont l'emploi date de plus d'un siècle dans la construction. L'acier reste aujourd'hui un matériau incontournable dans le secteur de la construction des bâtiments industriels.

L'acier est un alliage de fer et de carbone et quelques fois d'éléments d'ajouts comme le manganèse, le chrome, le cobalt... La composition chimique d'un acier est une donnée essentielle de caractérisation de ce matériau désignant sa famille et la qualité de son élaboration. Elle permet au moins d'apprécier qualitativement ses possibilités d'emploi.

Cependant, c'est de l'élément carbone dont dépend la plupart des caractéristiques mécaniques. La teneur en carbone de l'acier utilisé en construction métallique ne dépasse guère 0,3%, alors que la construction mécanique fait usage d'aciers beaucoup plus chargés en carbone. ([14] M. Keïta, 2009)

En métallurgie, la classification de l'acier selon sa teneur en carbone (T) nous offre cinq catégories d'acier :

- ✓ Acier très doux $T < 0.1 \%$;
- ✓ Acier doux $0.1 \% \leq T < 0.2 \%$;
- ✓ Acier mi doux $0.2 \% \leq T < 0.3 \%$;
- ✓ Acier mi dur $0.3 \% \leq T < 0.4 \%$;
- ✓ Acier dur $T \geq 0.4 \%$.

D'une manière générale, l'augmentation de la teneur en carbone a pour résultats :

- ✓ Le relèvement de la dureté ;
- ✓ L'accroissement de la résistance à la traction (gain de 70 Mpa environ pour 0,1% de carbone supplémentaire) ;
- ✓ L'élévation de la sensibilité à la trempe ;
- ✓ La dégradation à la soudabilité.

À la suite d'un traitement particulier de l'acier, on obtient ce qu'on nomme l'acier galvanisé. Il est obtenu, s'il s'agit du procédé à chaud, par immersion des pièces en acier dans un bain de zinc en fusion à 450°C, après avoir effectué une préparation de surface minutieuse ; ce qui confère au revêtement obtenu une longévité exceptionnelle dans des milieux d'utilisation très variés. L'acier non protégé forme une couche d'oxyde de fer qui est perméable à l'air et à l'eau si bien que la corrosion se poursuit à l'intérieur. En revanche, l'oxyde de zinc produit à la surface de la couche de zinc est imperméable. Tant que le zinc et l'oxyde de zinc sont intacts, l'acier qu'il y a dessous ne se corrodera pas.

L'acier galvanisé a des propriétés auto-réparatrices, en effet des petites éraflures qui exposeraient l'acier vont se recouvrir de zinc. Ceci se produit parce que le zinc présent autour de l'éraflure va se dissoudre et se déposer sur l'acier en remplaçant celui qui a disparu lors de l'éraflure.

C'est une protection Cathodique qui s'opère. La protection Cathodique est une technique pour contrôler la corrosion d'une surface métallique en transformant cette surface en la cathode d'une cellule électrochimique. Elle est utilisée pour protéger les structures métalliques de la corrosion, tels que les canalisations d'eau, les réservoirs, les navires et les plateformes pétrolières, les structures en béton armé...

Après ce développement, on peut dire que le choix des promoteurs du point de vue propriétés du matériau est un choix qui peut être judicieux pour la construction métallique des locaux de ponte ; locaux que nous allons présenter plus en détail dans la section suivante.

II.2.2.b L'implantation dans un local d'élevage

L'élevage intensif des volailles exige aujourd'hui l'application précise de technique diverses et complexes afin d'assurer les conditions de production les plus satisfaisantes possibles. C'est pourquoi nous avons choisi de réaliser l'étude sur l'élevage de volailles de ponte en cages ou en batteries superposées qui se trouve être la plupart du temps plus rentable.

Un hangar de 7 m de haut 20 m de long et 15 m de largeur (300 m² de surface) servira de bases pour les différents calculs. Ces dimensions ne sont qu'à titre illustratif plusieurs autres choix pouvant se faire. Mais nous prendrons ce hangar comme un local témoin afin d'articuler l'étude sur un modèle physique et non sur des paramètres indéfinis pour plus de pertinence. En élevage au sol, ces 300 m², d'après les densités d'occupation ne pourront accueillir que 1500 poules pondeuses. Avec cette même surface sur plusieurs niveaux la capacité d'accueil augmente notablement, des escaliers permettront l'accès aux niveaux supérieurs.

Les dimensions du local de ponte définies, il nous faut occuper l'espace disponible de façon rationnelle. Suite aux visites effectuées dans des fermes déjà implantées nous proposons les conclusions sur l'implantation dans le local de ponte. Les batteries d'élevage sont ici regroupées en module. Les figures suivantes décrivent l'implantation des modules dans le local de ponte ainsi que la constitution des modules même.

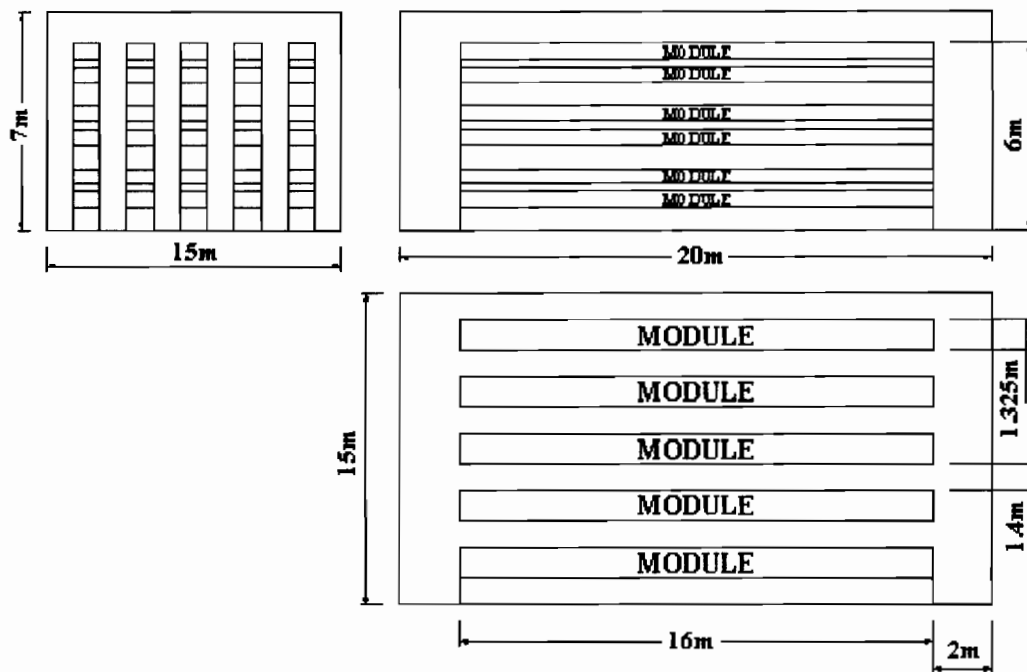


Figure 2. 2 : Vue sur trois plans du local de pont

La figure 2.2 montre sur trois plans un local de pont. Dans notre local on aura 5 rangés de 6 modules chacune. Les rangés de modules espacées entre elles de 1.4 mètre ont une longueur de 16 mètres et les modules sont superposés sur une hauteur totale de 6 mètres. Les figures 2.3, 2.4 et 2.5 donne plus en détail les trois vues de la figure 2.2.

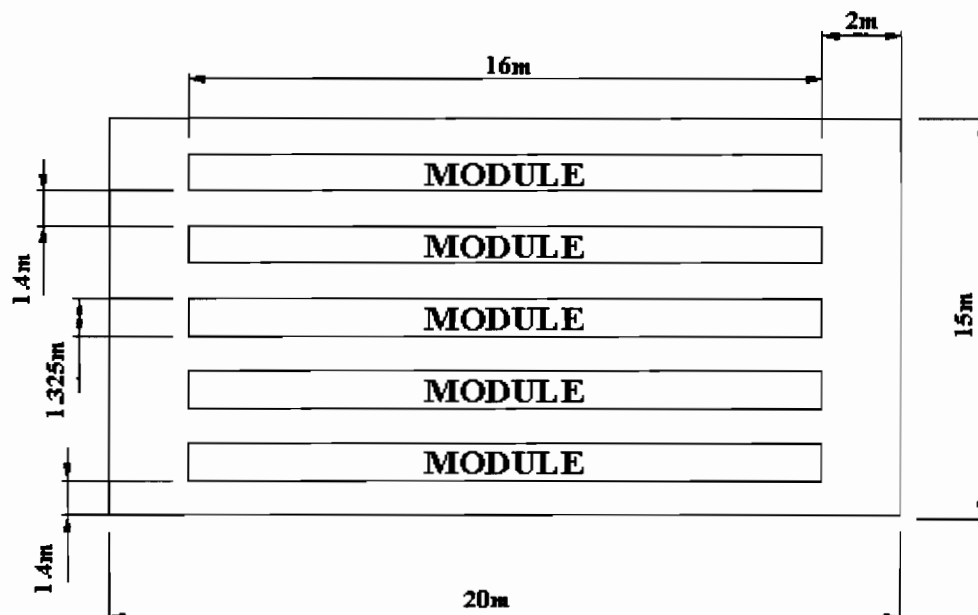


Figure 2. 3 : Vue détaillée 1

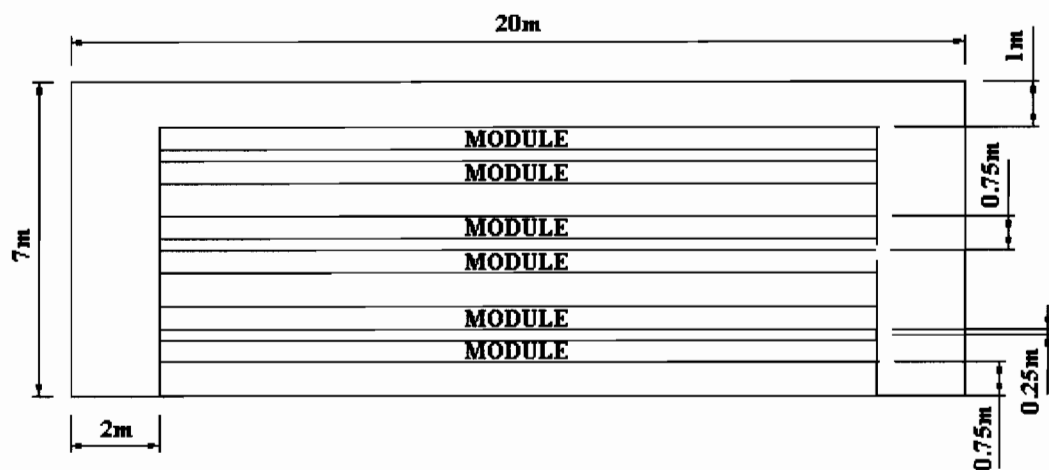


Figure 2. 4 : Vue détaillée 2

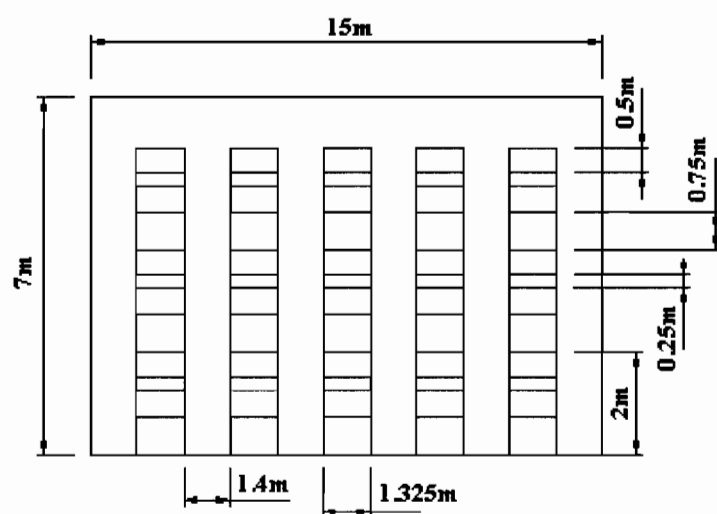


Figure 2. 5 : Vue détaillée 3

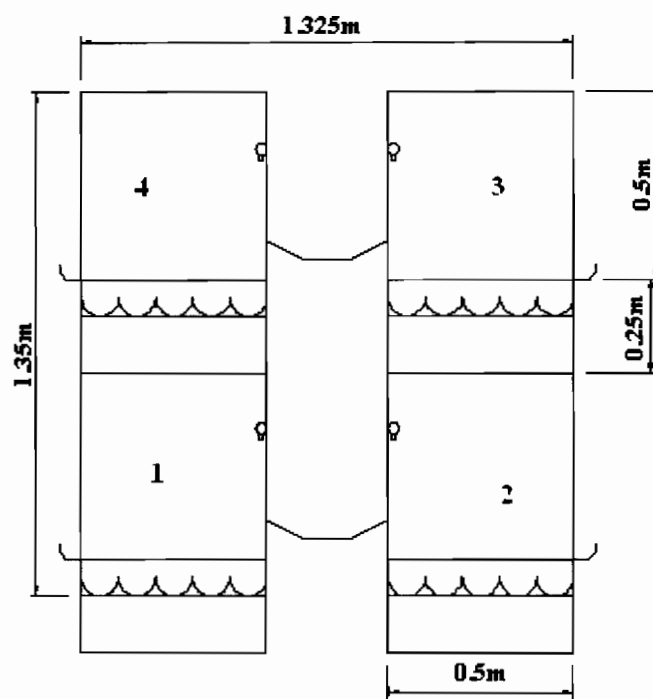


Figure 2. 6 : Nids (au nombre de quatre sur cette vue)

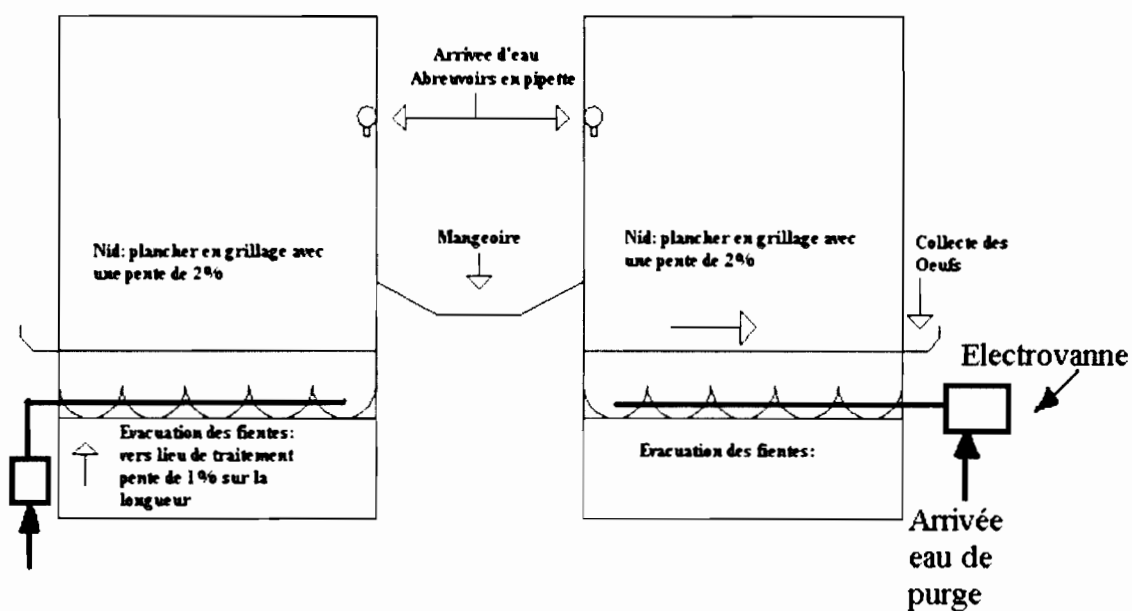


Figure 2. 7 : Vue en détail du nid

Avec les figures 2.6 et 2.7, on note qu'un module est constitué d'un compartiment appelé nid où évoluent les sujets, et d'un second compartiment où l'on récupère et évacue les fientes. Pour faciliter cette évacuation les canalisations ont une légère pente dans le sens de la longueur et des purgeurs séquentiels sont placés en tête des canalisations.

Les deux nids d'un module sont séparés par le mangeoire et des abreuvoirs en pipette sont placés dans les nids à hauteur de bec. Pour pouvoir collecter les œufs, le nid aura une ouverture d'environ 8 cm vers le bas et le plancher d'un nid devra avoir une pente de 2%. Un ouvrier devra faire cette collecte au moins trois fois par jour dont une fois le matin systématiquement car c'est le moment privilégié pour la ponte.

La description de l'intérieur de notre local de ponte étant effectuée, passons aux normes de formulation et de fabrication des aliments en élevage avicole.

II.3 Fabrication des aliments dans l'exploitation

Il est plus avantageux quand l'exploitation atteint une certaine taille, 1000 sujets et plus, de fabriquer soi même ses provendes à partir des matières premières disponibles localement, en installant une unité de provende (moulin et mélangeur horizontal). Il faut d'abord formuler la provende et ensuite la fabriquer.

II.2.3 Formulation des aliments

Pour la formulation des aliments, il s'agit de combiner plusieurs matières premières et compléments afin de satisfaire les besoins des sujets tout en garantissant le prix le plus faible possible par kilogramme d'aliment fabriqué.

Les besoins s'expriment en % de nutriments par kg d'aliment pour différentes catégories :

- ✓ Poulets de chair en démarrage (de 0 à 21 jours),
- ✓ Poulets de chair en croissance (à partir de 21 jours),
- ✓ Poussins d'élevage en démarrage (de 0 à 2 semaines),
- ✓ Poussins d'élevage premier âge (de 2 à 8 semaines),
- ✓ Poulettes (de 8 à 20 semaines),
- ✓ Poules pondeuses (à partir de 10% de ponte).

L'alimentation doit fournir principalement de l'énergie, des protéines, du calcium et du phosphore. Les céréales sont à la base de l'énergie des provendes : le maïs est plus énergétique que le mil, le sorgho et le blé ; les farines basses à base de riz et de blé ont également une bonne valeur énergétique. Les tourteaux, arachide, coton, palmiste...donnent la majeure partie des apports en protéines. Pour satisfaire les besoins en acides aminés essentiels, la lysine et la méthionine de synthèse doivent généralement être ajoutées au mélange. Les apports en Calcium et Phosphore peuvent être assurés par ajout de carbonate de calcium, de phosphates, de coquillages broyés, de coquilles d'huitres. La volaille doit également disposer de minéraux, d'oligo-éléments et de vitamines dans de faibles quantités 0.5 à 5%. Ces minéraux, oligo-éléments et vitamines seront fournis par les concentrés minéraux-vitaminés (CMV) du commerce. (Annexe A 5)

Il y a quelques règles à respecter pour la formulation des aliments :

- ✓ Utiliser plusieurs matières premières afin d'équilibrer correctement une ration ;
- ✓ S'approcher autant que possible des besoins définis pour chaque catégorie suivant les différentes périodes d'élevage sans gaspillage des produits chers ;
- ✓ Toujours recalculer la composition de la provende si une nouvelle matière première est utilisée ;
- ✓ Utiliser toujours les CMV du commerce ne pas en fabriquer soit même ;
- ✓ Ne négliger aucun apport (énergie, calcium, lysine...).

Il existe cependant quelques limites d'utilisation pour les matières premières :

- ✓ Céréales : il n'y a pas de limites d'utilisation ;
- ✓ Ne pas dépasser 25% du mélange pour les tourteaux d'arachide ;
- ✓ Ne pas dépasser 10% du mélange pour les tourteaux de coton ;
- ✓ Ne pas dépasser 20% du mélange pour les tourteaux de palmiste ;
- ✓ Ne pas dépasser 5% du mélange pour la farine de poisson ;
- ✓ Ne pas dépasser 40% du mélange pour la farine basse de riz ;
- ✓ Ne pas dépasser 25% du mélange pour les huiles végétales et graisses animales.

II.2.4 Préparation des aliments

La préparation des aliments dans l'exploitation s'effectue en plusieurs étapes. Il faut :

- ✓ Peser de façon très précise les matières premières ;
- ✓ Incorporer les matières premières fines (particules de 0.1 à 1.5 mm) telles quelles dans le mélange, broyer les autres éléments afin d'avoir une grosseur de l'ordre de 0.5 à 1.5 mm ;
- ✓ Effectuer un pré-mélange : mélanger les matières premières qui sont en faible quantité avec une partie des céréales moulues afin qu'elles soient mieux réparties dans le mélange final.
- ✓ Effectuer le mélange final entre le reste des matières premières et le pré-mélange dans un mélangeur (mélangeur subhorizontal, vertical, tonneau désaxé avec manivelle...) ou tout simplement à la pelle sur une surface bétonnée et propre.
- ✓ Incorporer l'huile en dernier lieu progressivement et après un certain temps de mélange pour éviter la formation de petites boulettes.

Nous l'avons mentionné au départ pour de grandes exploitations il est préférable de fabriquer soit même sa provende. Pour se faire, il faut respecter les normes d'alimentation et donc avoir une main-d'œuvre apte à exécuter ces normes.

II.4 Main-d'œuvre

La main-d'œuvre employée dans un élevage avicole doit être qualifiée et expérimentée, donc il faut qu'elle ait reçu une formation préalable. Pour être plus efficace il existe des règles sur la main-d'œuvre à employer dans les fermes avicoles.

Un ouvrier ne devra s'occuper que d'un lot de 2000 à 2500 volailles si c'est une exploitation non mécanisée et que de 5000 volailles dans le cas d'une mécanisation. Dans les grandes exploitations, il est plus efficace d'affecter un ouvrier par bâtiment d'élevage.

Pour la fabrication des aliments il faudra des ouvriers spécialisés, le CNA et ITAVI proposent des formations en ce sens. Un ouvrier ne doit pas être employé à la fois dans un bâtiment pour poulets de chair et dans un bâtiment pour poules pondeuses pour des soucis de santé aviaire.

La santé est un élément primordial à prendre en considération pour assurer la rentabilité d'une exploitation avicole, mais nous ne la développerons pas dans cette étude.

II.5 Pratique de la médecine aviaire

Il est important pour qu'un projet d'aviculture soit rentable de mettre un accent particulier sur les maladies aviaires qui peuvent causer d'énormes pertes. Nous allons donc établir deux classements des principales maladies en Afrique de l'Ouest, sans trop entrer dans les détails pour montrer l'impact économique si les sujets en sont atteints et les remèdes possibles. L'Annexe A 7 présente un type de programme de vaccinations utilisées en Afrique de l'Ouest.

II.5.1 Classification des principales maladies en fonction de leur impact économique dans l'élevage.

Toutes les maladies susceptibles d'atteindre les volailles n'engendrent pas les mêmes pertes économiques :

- ✓ Maladies pouvant tuer 80 à 100% de l'effectif une fois contaminé :
 - Maladie de Newcastle ou pseudo- peste aviaire
 - Choléra ou Pasteurellose aviaire
 - Coccidiose
- ✓ Maladies pouvant tuer jusqu'à 50% de l'effectif :
 - Variole aviaire
 - Bronchite infectieuse chez les jeunes sujets
 - Pullorose
 - Typhose
 - Picage
- ✓ Maladies pouvant tuer jusqu'à 25% de l'effectif :
 - Gumboro chez les jeunes sujets
 - Laringo-trachéite infectieuse
 - Colibacillose
 - Tuberculose
- ✓ Maladies pouvant tuer en général moins de 15% de l'effectif :
 - Coryza
 - Bronchite infectieuse chez les sujets adultes
 - Leucose et maladie de Marek

- Verminoses (en cas d'infestations fortes)
- Maladie respiratoire chronique
- ✓ Maladies ne tuant quasi jamais mais ayant une forte incidence économique (pertes de production) :
 - Gumboro chez les sujets adultes
 - Syndrome chute de ponte 76
 - Maladie de Marek et leucose
 - Plusieurs maladies parasitaires internes et externes
 - Mycoses

II.5.2 Classification des principales maladies en fonction des possibilités curatives

Au vu de la perte de rendement due aux maladies, il est bénéfique de savoir s'il y a moyen d'y remédier par des interventions préventives ou curatives :

- ✓ Maladies pour lesquelles il n'existe pas de traitement et contrôlables uniquement par la vaccination
 - Maladie de Newcastle ou pseudo-peste aviaire
 - Variole
 - Gumboro
 - Bronchite infectieuse
 - Laryngo-trachéite infectieuse
 - Maladie de Malek et leucose
 - Syndrome chute de ponte 76
- ✓ Maladies pour lesquelles il existe un traitement et/ou des méthodes de prophylaxie (médicaments, vaccinations)
 - Pullorose et Typhose
 - Pasteurellose ou Choléra
 - Coryza infectieuse
 - Maladie respiratoire chronique
 - Coccidiose
 - Verminoses
 - Mycoses

Conclusion

En 1989, l'E.I.S.M.V et l'I.N.D.R avec l'appui du Royaume Belge ont publié une étude sur la pratique de l'aviculture moderne en Afrique de l'Ouest. Ce guide a défini des règles et des normes pour une meilleure exploitation avicole. Le respect des règles et des normes dans une exploitation avicole est d'une importance capitale. Il faut donc leur application stricte et un respect des programmes de vaccination pour une bonne rentabilité d'un projet avicole.

Ayant déjà défini la formulation des aliments nous nous attèlerons dans le chapitre suivant au choix des équipements servant à l'alimentation (abreuvoirs et mangeoires) d'un local d'élevage.

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DES SYSTEMES D'AMENER DES ALIMENTS ET DE L'EAU

L'élevage des poules pondeuses comprend trois périodes distinctes :

- ✓ Le démarrage de 0 à 2 semaines,
- ✓ La croissance des poulettes de 2 à 20 semaines,
- ✓ Et la période de ponte de la 20^{ième} à la 72^{ième} semaine.

L'alimentation des volailles est capitale car déterminant la bonne santé des sujets ainsi que la qualité des œufs. Nous partirons de la définition des besoins pour chacune des trois périodes afin de dimensionner et choisir les abreuvoirs et les mangeoires, appropriés. Déterminons tout d'abord l'effectif des volailles pour les différentes périodes, nous comprendrons le pourquoi dans le développement.

III.1. Nombre de sujets nécessaire pour chaque période

Dans un local d'élevage nous disposons de 30 modules. À la section II.2.2.b du chapitre II, nous pouvons avoir les dimensions d'un nid à la figure 2.6 : largeur 0.5 m, longueur 16 m et hauteur 0.5 m. D'où la superficie d'un nid est de 8 m² si l'on prend une densité d'occupation de 8 sujets/m² et en sachant qu'un module comporte deux nids. Les modules utilisés nous permettent d'avoir 128 poules par module.

$$\text{nombre de sujets dans un local} = 30 \times (2 \times 8 \times 8) = 3840 \text{ poules}$$

(3.1)

Au cours du cycle d'élevage comme pour toute population, des morts de sujets seront enregistrés. Des études ont déterminé des taux de mortalité acceptables pour différentes périodes. ([4] EISMV, 1989) En prenant compte ces taux, le tableau 3.1 détermine le nombre de sujets de départ pour chaque période afin d'avoir en début de ponte 3840 sujets :

Tableau 3. 1 : Nombre de sujets par période

Période	Taux de mortalité acceptable en fin de période (en %)	Nombre de sujets départ	Nombre de sujets final
21 à 72 semaines	6-7	3840 <i>poules</i>	$3840 \times 0.93 = 3571$
8 à 20 semaines	2-3	$3840 \div 0.97 = 3959$ <i>poules</i>	3840 <i>poules</i>
3 à 8 semaines	1-2	$3959 \times 0.98 = 4040$ <i>poules</i>	3959 <i>poules</i>
1 à 2 semaines	2-3	$4040 \times 0.97 = 4165$ <i>poules</i>	4040 <i>poules</i>

Ces données combinées aux densités d'occupation des périodes nous renseignent sur les surfaces nécessaires à l'élevage pour le démarrage et la phase croissance :

Tableau 3. 2 : Densité d'occupation

Période	Densité d'occupation	Superficie nécessaire
Démarrage (0-2semaines)	30 poules/m ²	$\frac{4165}{30} = 139 \text{ m}^2$
Croissance (2-20semaines)	12 poules/m ²	$\frac{4040}{12} = 337 \text{ m}^2$

La poussinière doit avoir au moins une surface de 337 m². Il est inutile d'avoir un local pour le démarrage et un autre pour la croissance. Un seul suffit mais il faudra délimiter l'espace de 139 m² par une cloison qui sera enlevée après les 2 premières semaines.

III.2. Poussinière :

III.2.1 Démarrage 0 à 2 semaines :

Pour les premiers jours, la distribution de provende se fera sur de simples feuilles de carton ou des assiettes pour ainsi faciliter leur préhension. Le matériel doit être adapté à la taille des jeunes volailles et une provende spéciale sera préparée et distribuée à volonté (voir Annexe B 3). Un poussin consommera 10 à 20 g d'aliment et 40 à 60 ml d'eau par jour : soit pour les 4165 poussins entre 41.65 et 83.3 kg/jour d'aliment et pour l'eau entre 166.6 et 249.9 l/jour.

Tableau 3. 3 : Consommation de 0 à 2 semaines

	Aliments	Eau
Consommation maximale totale durant deux semaines	$2 \times 7 \times 83.3 = 1166.2 \text{ kg}$	$2 \times 7 \times 249.9 = 3498.6 \text{ l}$

Les besoins quotidiens et normes en fonction de l'âge permettent de déterminer les caractéristiques et le nombre d'abreuvoirs et de mangeoires nécessaires (Annexe B 3) :

Tableau 3. 4 : Abreuvoirs et Mangeoires de 0 à 2 semaines

		1 ^{ère} semaine	2 ^{ème} semaine
Abreuvoirs	Nombre de Syphoïde 2l	$4165 \times 8 \div 1000 = 34$	
	Nombre de Syphoïde 5l		$4165 \times 30 \div 1000 = 125$
	Nombre de Syphoïde 20l		$4165 \times 10 \div 1000 = 42$
	Double face (m)	$4165 \times 6 \div 1000 = 25$	$4165 \times 8 \div 1000 = 34$
Mangeoires	Nombre de Trémie de 25kg	$4165 \times 25 \div 1000 = 104$	
	A double face (m)	$4165 \times 20 \div 1000 = 83$	

III.2.2 Croissance 2 à 20 semaines :

La provende pour poulettes sera peu énergétique car on ne cherche pas l'obtention de volailles lourdes, au contraire. Un poussin consommera 30 à 120 g d'aliment et 80 à 300 ml d'eau par jour : soit pour les 4040 poulettes entre 121.2 et 484.8 kg/jour d'aliment et pour l'eau entre 323.2 et 1212 l/jour.

Tableau 3. 5 : Consommation de 2 à 20 semaines

	Aliments	Eau
Consommation maximale totale	$17 \times 7 \times 484.8 = 57691.2 \text{ kg}$	$17 \times 7 \times 1212 = 144228 \text{ l}$

Les équipements nécessaires sont :

Tableau 3. 6 : Abreuvoirs et Mangeoires de 2 à 20 semaines

	Abreuvoirs			Mangeoires	
	Syphoïde 5l	Syphoïde 20l	Double face (m)	Trémie de 25 kg	A double face (m)
3 à 5 semaines	162	49	33	101	81
5 à 6 semaines	162	49	33	142	182
6 à 8 semaines		61 à 81	41	142	182
8 à 20 semaines		162	41 à 49	162	445

Ainsi pour une poussinière le tableau suivant fait le récapitulatif des matériels abreuvoirs et mangeoires à disposer :

Tableau 3. 7 : Abreuvoirs et Mangeoires pour une poussinière

Type Equipements	Syphoïde 2l	Syphoïde 5l	Syphoïde 20l	Double face (m)	Trémie de 25 kg	A double face (m)
Total	34	162	162	49	162	445

III.3. Local de ponte :

La distribution des aliments ainsi que l'eau doit être automatique dans le local de ponte. Pour assurer l'alimentation des poules, on a choisi d'utiliser des tapis roulants comme mangeoire et des pipettes pour abreuvoirs.

D'après la configuration choisie, un tapis alimentera le même niveau d'un module, c'est-à-dire les nids placé face à face soit 128 poules. Un sujet consomme entre 120 et 150 g par jour d'aliment et 300 ml d'eau par jour.

III.3.1 Généralités sur les transporteuses à bande :

III.3.1.a Introduction

Une installation de manutention par bandes transporteuses ne peut être réalisée rationnellement que si l'on connaît les exigences de capacité (production journalière, horaire et de pointe), la nature du produit à transporter (déblais, sable, charbon, minerai), la forme de ce produit (rond, anguleux, à angles vifs), la densité apparente des masses à transporter, la hauteur d'élévation et le mode de chargement (régulière ou intermittent).

Sur la base de ces données, on calcule la puissance d'entraînement en fonction de la vitesse linéaire choisie. Une vitesse linéaire plus élevée permet dans tous les cas une réduction de l'effort de traction et, dans la majorité des cas (sauf si la dimension des blocs à transporter impose une certaine largeur de bande) une diminution de la largeur de bande. La transmission de puissance d'un tambour moteur sur une bande transporteuse s'effectue théoriquement selon l'équation d'Eytelwein. En raison de l'effort tangentiel au tambour moteur, l'effort de traction de la bande augmente sur le pourtour du tambour moteur selon une spirale logarithmique avec une valeur initiale T_2 et une valeur finale T_1 . Le schéma suivant montre les relations :

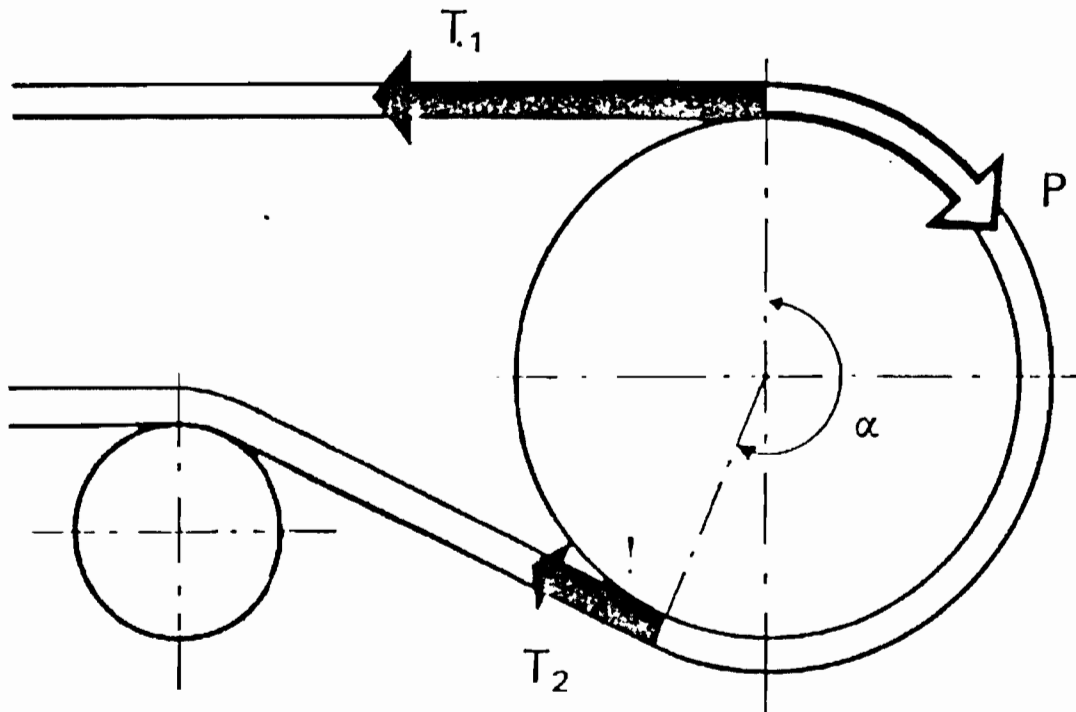


Figure 3. 1 : Relations entre les efforts (traction/tangentiel)

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha} \quad (3.2)$$

$$P = T_1 - T_2 \quad (3.3)$$

$$T_2 = P \times \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad (3.4)$$

$$T_1 = P \times \left[1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \right] \quad (3.5)$$

Pour le choix de la disposition de l'entraînement (entraînement en tête, en queue, double, en tête et en queue), il n'existe pas de règles générales. Un entraînement par rouleaux multiples conduit, il est vrai, à une force de traction plus réduite qu'avec un seul rouleau entraineur ; la multiplicité des moteurs et des réducteurs peut, cependant, suivant les circonstances, occasionner des dépenses supérieures à l'économie réalisée sur le prix de la bande. L'entraînement le plus simple est souvent le meilleur. Chaque tambour de renvoi supprimé, réduit le nombre de pliages et augmente la longévité de la bande.

III.3.1.b Le convoyeur :

Le principe de convoyeur apparaît de prime abord très simple. La bande transporteuse est une courroie sans fin passé autour de deux tambours. Elle doit transporter le produit du lieu d'alimentation jusqu'à celui du déchargement. Pour l'accomplissement de ce travail, la bande est disposée dans des installations de machines de construction appropriée. Ces installations se composent d'un tambour moteur qui est relié au dispositif d'entraînement et d'un tambour de renvoi dont la disposition est réglable à l'aide d'un tambour d'un dispositif de tension.

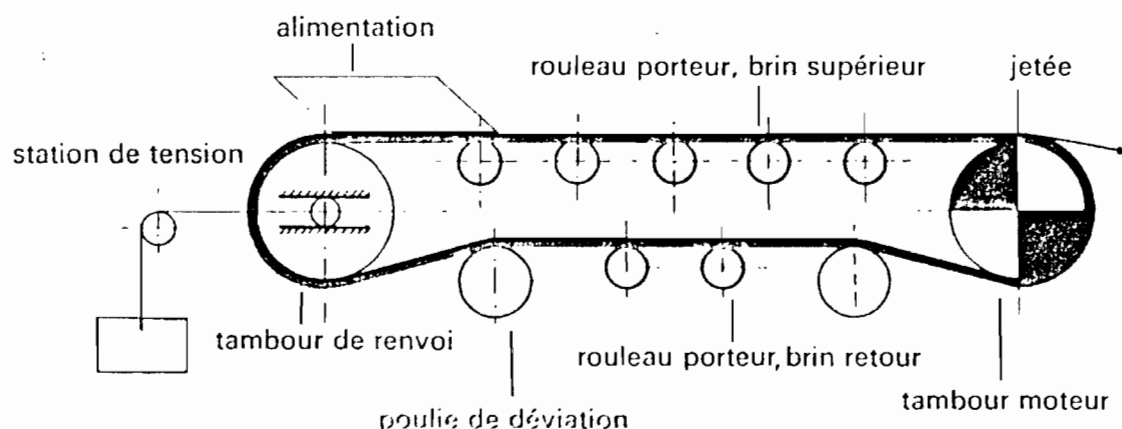


Figure 3. 2 : Principe du convoyeur

L'entraînement en tête est, dans tous les cas, à préférer à l'entraînement en queue, si ce dernier n'est pas absolument imposé par le type d'alimentation (par exemple jetées intermédiaires). Avec l'entraînement en queue, la bande est tendue sur le tambour de tête avec une force élevée.

Les constructions des armatures supportent avec les rouleaux de l'auge le brin porteur supérieur de la bande et avec les rouleaux de renvoi le brin retour inférieur. En outre un dispositif d'alimentation et de déchargement est nécessaire pour qu'à l'aide de celui-ci le produit puisse être amené sur la bande ou en être retiré. Pour faire fonctionner ce système de manutention l'on a recours à une tension initiale produite par le tambour de renvoi ou tambour de tension afin que la force tangentielle du tambour puisse entraîner la bande. La bande constitue le « cœur » de l'installation entière. C'est d'elle que dépend en grande partie un fonctionnement sans défaut de ce principe de manutention d'aspect si simple. Il va donc de soi de porter une grande attention à la bande transporteuse.

III.3.1.c Chargement du produit :

Le point de chargement doit être conçu avec une hauteur de chute aussi faible que possible, de manière à éviter les fortes percussions, dans le cas de matière des blocs de minéraux lourds et bruts. Si la bande est soumise à des percussions importantes au point de chargement, il est nécessaire de choisir une bande plus forte que celle déterminée par le calcul à partir de l'effort de traction.

Le plus grand effort de la bande se situe au poste de chargement. Le mode de chargement est, entre autre, un facteur déterminant de la longévité de la bande. Les postes de chargements sont donc à concevoir avec beaucoup de soin en fonction des principes suivants :

1. Autant que possible distribuer le produit à la vitesse de la bande et parallèle à la direction de celle-ci
2. Maintenir la hauteur de chute aussi faible que possible.
3. Équiper le poste de chargement avec des rouleaux amortisseurs.
4. Prendre soin d'un chargement glissant par des tôles de guidage, adaptées

La trémie de chargement doit laisser le produit s'écouler librement. Des grilles métalliques réduisent les impacts se produisant sur la bande. Pour éviter que le produit n'endommage la carcasse, il faut disposer d'un racloir en forme de V et une tôle de protection sur le brin inférieur de la bande.

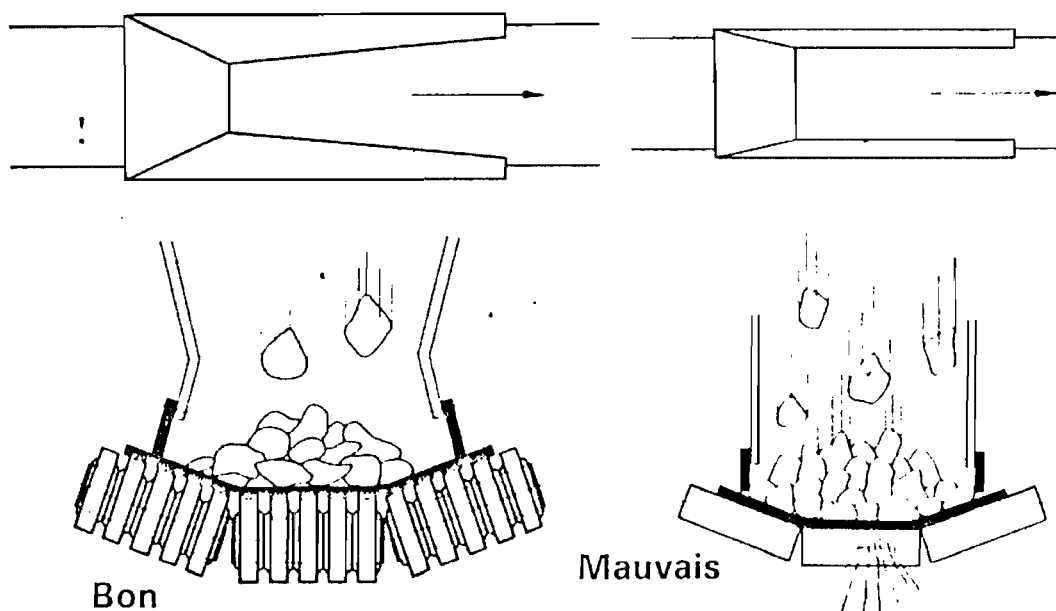


Figure 3. 3 : Chargement du produit

III.3.2 Dimensionnement des transporteuses

Pour faire le dimensionnement, nous allons utiliser la méthodologie de « Exocet » présenté dans « Exposé sur le calcul des bandes transporteuses ». Il nous faut nous fixer les paramètres de base comme la largeur de la bande, la vitesse avant de passer aux calculs des efforts et des puissances, et de faire un choix sur le matériel. Vu l'utilisation de ce tapis et l'encombrement, le choix porte sur une bande textile de largeur 400mm roulant à une vitesse de 0.1m/s.

Tableau 3. 8 : Largeur bande standardisées

Largeurs de bandes standardisées (en mm)															
DIN 22102 Septembre 1970															
300	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000

✓ Données de base : (Annexe B 4)

- Vitesse linéaire du tapis :

$$v = 0.5 \text{ m/s}$$

- Débit théorique du tapis :

$$Q_m = 23 \text{ m}^3/h$$

- Coefficient d'inclinaison :

$$K = 1.0 \implies \delta = 2^\circ$$

- Le produit à transporter est assimilé à du blé dont la densité apparente γ est connue :

$$\gamma = 0.76 \text{ t/m}^3$$

- ✓ Calculons la puissance d'entraînement et la puissance mécanique du moteur électrique d'un tapis : ([2] EXOCET) (Annexe B 5)

- Débit Réel :

$$Q = Q_m \times v \times K \times \gamma \quad (3.6)$$

$$Q = 23 \times 0.5 \times 1.0 \times 0.76 = 8,74 \text{ t/h}$$

- Poids du produit sur 1 m de la bande :

$$G_G = \frac{Q}{3.6 \times v} \quad (3.7)$$

$$G_G = \frac{8.74}{3.6 \times 0.5} = 4.855 \text{ kg/m}$$

- Poids au mètre de la bande : choix bande de 4 plis avec revêtement normal de 2 mm d'épaisseur (tableau 7)

$$G_B = \left(\text{poids/m}^2 + \text{épaisseur revêtement} \times \text{poids/m}^2 \text{ de revêtement} \right) \times \text{largeur bande} \quad (3.8)$$

$$G_B = (10.5 + 2 \times 1.14) \times 0.4 = 5.112 \text{ kg/m}$$

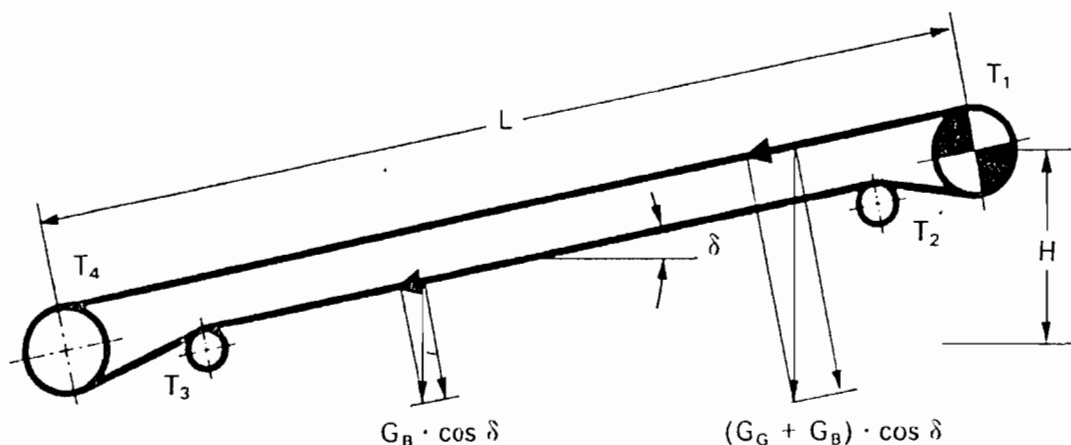


Figure 3. 4 : Sollicitations du tapis

- Intervalles entre rouleaux porteurs :

La bande transporteuse est guidée par des rouleaux porteurs. Les rouleaux porteurs droits sont utilisés à peu près uniquement pour les produits en morceaux. Dans la plupart des cas, le brin porteur est guidé par des éléments de trois rouleaux formant auge. Le brin retour passe sur des rouleaux droits ou sur des rouleaux légèrement en auge pour améliorer le guidage de la bande. Les intervalles entre rouleaux porteurs doivent être choisis de façon telle que la bande ne prenne pas une flèche trop grande. Pour cette flèche, il faudrait respecter une valeur de l'ordre de 1% de l'intervalle entre rouleaux. Des écartements de rouleaux de 0,7 à 3,2 m sur le brin porteur (A_O) et de 2 à 6 m sur le brin retour (A_U) sont courants.

$$A_O = 3.2 \text{ m et } A_U = 6 \text{ m}$$

- Poids au mètre des parties tournantes des supports de brin porteur : (Annexe B 6)

Pour à une largeur de 400 mm correspond deux choix de rouleaux. En considérant l'encombrement le choix se porte sur des rouleaux de 51 mm de diamètre extérieur.

$$G_{RO} = \frac{\text{poids}}{\text{intervalle entre rouleaux porteurs supérieurs}} = \frac{\text{poids}}{A_O} \quad (3.9)$$

$$G_{RO} = \frac{2.7}{3.2} = 0.87375 \text{ kg/m}$$

- Poids au mètre des parties tournantes des supports de brin retour :

$$G_{RU} = \frac{\text{poids}}{\text{intervalle entre rouleaux porteurs inférieurs}} = \frac{\text{poids}}{A_U} \quad (3.10)$$

$$G_{RU} = \frac{1.9}{6} = 0.31667 \text{ kg/m}$$

- Le transport est toujours horizontal sur une longueur (L) de 18m donc la hauteur d'élévation (H) est nulle :

$$L = 18 \text{ m} ; H = 0 \text{ m}$$

- Le coefficient C :

$$C = 3.4$$

- Coefficient de frottement sur les rouleaux porteurs : (Annexe B 5)

pour une installation standard avec un produit normal: $f = 0.020$

- Coefficient de rendement de la commande (tambour moteur/arbre moteur) :

$$\eta = 0.8\%$$

- Force pour surmonter les résistances de frottement dans le brin supérieur :

$$F_O = C \times f \times L \times [(G_G + G_B) \times \cos \delta + G_{RO}] \quad (3.11)$$

$$F_O = 3.4 \times 0.02 \times 18 \times [(4.855 + 5.112) \times \cos 2^\circ + 0.87375] = 13.225 \text{ daN}$$

- Force pour surmonter les résistances de frottement dans le brin inférieur :

$$F_U = C \times f \times L \times [(G_G + G_B) \times \cos \delta + G_{RO}] \quad (3.12)$$

$$F_U = 3.4 \times 0.02 \times 18 \times [(4.855 + 5.112) \times \cos 2^\circ + 0.31667] = 6.641 \text{ daN}$$

- Effort tangentiel au tambour moteur en service pour un transport horizontal :

$$P = F_O + F_U \quad (3.13)$$

$$P = 13.225 + 6.41 = 19.866 \text{ daN}$$

- Puissance d'entraînement au tambour moteur Na :

$$Na = \frac{P \times v}{75} \quad (3.14)$$

$$Na = \frac{19.866 \times 0.5}{75} = 0,13244 \text{ PS}$$

- Puissance du moteur :

$$N_m = \frac{P \times v}{102 \times \eta} \quad (3.15)$$

$$N_m = \frac{19.866 \times 0.5}{102 \times 0.8} = 0,122 \text{ kW}$$

- ✓ Déterminons les caractéristiques complémentaires de cette transporteuse à bande :
- Coefficient de frottement entre bande et tambour moteur :

$$\mu_1 = \mu_2 = 0.35$$

Ce qui donne deux possibilités pour les angles d'enroulement :

$$\alpha_1 = 170^\circ \text{ et } \alpha_2 = 200^\circ \text{ ou } \alpha_1 = \alpha_2 = 200^\circ$$

- Effort tangentielle au tambour moteur (au démarrage) :

La commande du moteur est à établir de telle façon que l'effort de traction au démarrage n'excède pas x-fois (max. $x = 1.6$) l'effort tangentielle exercé sur la bande en pleine charge.

Tableau 3. 9 : Rapport entre effort tangentielle et types de moteur

Rotor bobiné à réglage électrique	$x=1.25$
Induit à court-circuit avec embrayage de mise en marche (le plus utilisé)	$x = 1.6$
Induit à court-circuit sans embrayage de mise en marche (spécialement pour transporteurs courts)	$x = 2.2$

$$PA = x \times P \quad (3.16)$$

$$PA = 1.6 \times 19.866 = 31.7856 \text{ daN}$$

- Accélération de la bande :

$$b = \frac{g \times (x-1) \times P}{L \times (G_O + 2 \times G_B + G_{RO} + G_{RU})} \quad (3.17)$$

$$b = \frac{9.81 \times (1.6 - 1) \times 19.866}{18 \times (4.855 + 2 \times 5.112 + 0.87375 + 0.31667)} = 0.4 \text{ m/s}^2$$

- Énergie pour accélérer les masses au brin retour :

$$B_U \approx (x - 1) \times P \times \frac{G_G + G_B + G_{RO}}{G_G + 2 \times G_B + G_{RO} + G_{RU}} \quad (3.18)$$

$$B_U \approx 7.9424 \text{ kp}$$

- Efforts de traction/tension au démarrage :

$$T_2 A = \frac{PA}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad (3.19)$$

$$T_2 A = 4.45 \text{ daN}$$

$$T_3 A = T_4 A = T_2 A + F_U + B_U \quad (3.20)$$

$$T_3 A = T_4 A = 19.0334 \text{ daN}$$

$$T_1 A = T_2 A + PA \quad (3.21)$$

$$T_1 A = 36.24 \text{ daN}$$

- Efforts de traction /tension en marche :

$$T_2 = \frac{P}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad (3.22)$$

$$T_2 = 2.78124 \text{ daN}$$

$$T_1 = T_2 + P \quad (3.23)$$

$$T_1 = 22.64724 \text{ daN}$$

$$T_3 = T_4 = T_2 + F_U \quad (3.24)$$

$$T_3 = T_4 = 9.42224 \text{ daN}$$

- A l'arrêt

$$T_0 = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4}{4} \quad (3.25)$$

$$T_0 = 11.07 \text{ daN}$$

- COEFFICIENT DE SECURITE :

Pour la sécurité de fonctionnement d'une bande transporteuse à plusieurs plis, il est nécessaire de prévoir une carcasse permettant de conserver un coefficient $S=6$ à la jonction sous l'effort de traction maximale (au démarrage). ([2] EXOCET)

Donc la résistance de la carcasse à la jonction doit être supérieur à :

- Au démarrage $6 \times 36.24 = 217.44 \text{ daN}$
- En marche $6 \times 22.64724 = 135.9 \text{ daN}$

Pour les bandes le coefficient de sécurité tient compte de l'effort supplémentaire dû au pliage, de la perte de résistance par action inégale des plis, de la perte de résistance due au jonctionnement et à celle due au vieillissement.

Tableau 3. 10 : Coefficients de sécurité des bandes

Bandes à carcasse textile				
Nombre de plis (Z)	3	4	5	6
Coefficient de sécurité (S)	12.5	11.0	10.5	10.0

La résistance de la bande (à 4 plis) doit être supérieur à :

- Au démarrage $11 \times 36.24 = 398.64 \text{ daN}$
- En marche $11 \times 22.64724 = 249.2 \text{ daN}$

- Avec cette vitesse de 0.5m/s et les besoins journaliers, la trémie doit avoir un débit au moins égale à :

$$Q_{trémie} = \frac{\text{besoins} \times v}{L} \quad (3.26)$$

$$Q_{trémie} = \frac{19,2 \times 0.5}{18} = 0.53 \text{ kg/s}$$

- Et le tapis doit tourner au moins :

$$\mathbf{Temps}_{tapis} = \frac{L}{v} \quad (3.27)$$

$$\mathbf{Temps}_{tapis} = \frac{18}{0.5} = 36 \text{ s}$$

Les bandes fortement chargées imposent naturellement des diamètres de tambours plus grands que les bandes, dont la capacité de charge n'est pas complètement utilisée. Le tambour moteur aura un diamètre de 200 mm et le tambour de renvoi un diamètre de 160 mm. (Annexe B 7)

- La longueur du tapis dépend de l'entraxe et de l'enroulement au niveau des tambours :

$$\mathbf{L}_{tapis \text{ développée}} = 2 \times \mathbf{entraxe} + \mathbf{enroulement}_{moteur} + \mathbf{enroulement}_{renvoi} \quad (3.28)$$

$$\mathbf{L}_{tapis \text{ développée}} = 2 \times 18 + \left(\frac{0.2}{2} + \frac{0.16}{2} \right) \times \frac{200 \times \pi}{180} = 36.629 \text{ m}$$

Tableau 3. 11 : Récapitulatif des équipements et des caractéristiques d'un tapis

Type de bande	Textile
Largeur bande	400 mm
Nombre de plis de la bande	4
Type de revêtement	Normal
Épaisseur revêtement	2 mm
Diamètre rouleaux	51 mm
Diamètre tambour moteur	200 mm
Diamètre tambour de renvoi	160 mm
Nombre de rouleaux porteur supérieur	15
longueur minimale des rouleaux porteurs supérieurs (en auge)	146.5 mm
Nombre de rouleaux porteur inférieur	2
Résistance de la carcasse à la jonction au démarrage	217.44 daN
Résistance de la carcasse à la jonction en marche	135.9 daN
Résistance de la bande au démarrage	398.64 daN
Résistance de la bande en marche	249.2 daN
Temps de marche minimal du tapis	36 secondes
Débit minimal de la trémie	0.53 kg/s
Puissance d'entraînement au tambour moteur	0.1324 PS
Puissance du moteur	0.122 kW

Pour des soucis d'économie, on procédera à l'utilisation d'un moteur d'une plus grande puissance pour deux tapis.

III.3.3 Besoin en eau :

Les œufs sont constitués pour une bonne part d'eau ce qui fait qu'elle doit être présente tout le temps et surtout en quantité suffisante. Les 128 poules de deux nids consomment 38.4 l/jour.

$$128 \times 0.3 = 38.4 \text{ l/jour}$$

Pour deux modules superposés soit 254 sujets il nous faut un réservoir de volume 78 l au moins. Et pour disposer d'une réserve d'eau, le démarrage des pompes ou l'ouverture des vannes d'alimentation sera asservi par un niveau bas selon le nombre de jour d'autonomie. Même si l'approvisionnement en eau soit primordial, une réserve d'un jour est largement suffisante car l'eau, des réservoirs ne doit pas être trop stagnante.

Tableau 3. 12 : Équipements de distribution eau du local de ponte

Éléments	Quantité
Réservoir	15
Contacteurs	15
Vannes automatiques	15
Vannes manuelles	15
Pipettes	30

Conclusion :

Dans cette partie nous avons donné les équipements abreuvoirs et mangeoires de la poussinière et du local de ponte. À chaque étape d'âge correspond un équipement particulier. Une étude de marché peut être faite pour connaître le prix des différents équipements et savoir leur coût dans l'investissement.

CHAPITRE IV : TRAITEMENT DES FIENTES

Parmi les contraintes du secteur avicole au Sénégal nous avons mentionné les impacts négatifs sur l'environnement, la nuisance sonore et l'évacuation des déjections. Ainsi dans ce chapitre nous décrirons l'utilisation possible des déjections afin de prendre en considération l'environnement et sa préservation.

Dans le local de ponte, les fientes sont évacuées à partir de conduites en PVC ainsi on peut les collecter et à l'aide d'un traitement, appelé méthanisation, obtenir un biogaz et de l'engrais qui pourront être commercialisés

IV.1 Le processus de méthanisation

Le Bio-méthane, est un gaz composé issu de la décomposition de la matière organique avec une forte proportion de méthane. Il a été découvert par Shirley en 1667 ; il est alors connu sous le nom de gaz des marais. La fermentation n'est qu'une des possibilités de récupérer de l'énergie parmi de nombreuses autres.

La fermentation anaérobie est l'un des processus qui contribue à la dégradation des matières organiques mortes en éléments simples gazeux et minéraux. La fermentation qui nous intéresse est celle qui aboutit à la formation de " biogaz ", un gaz combustible. Cette activité microbienne complexe se déroule en deux étapes essentiellement :

- L'hydrolyse : les macromolécules sont décomposées en produits plus simples, il s'agit d'une liquéfaction ou d'une gazéification avec transformation des molécules en acides gras, en sels ou même en gaz.
- Et la transformation de ces acides, sels ou gaz en méthane et autres gaz.

La méthanisation est le résultat de l'activité de bactéries essentiellement méthanogènes. Ces bactéries sont très répandues dans les sédiments naturels, les eaux usées. Elles synthétisent du méthane à l'aide d'un processus enzymatique et sont caractérisées par une croissance très lente, une vie en anaérobiose stricte.

Ces bactéries se trouvant partout dans la nature (sol, jardin, boue, excréments, mares, égouts, appareil digestif ...), on peut même procéder à une domestication de cette fermentation. On les retrouvera dans l'enceinte fermée où se déroule la méthanisation, le digesteur, pour peu qu'onensemence un tout petit peu celui-ci. Des études ont montré que les populations de bactéries sont très interdépendantes : certaines éliminent le dioxygène, toxique pour celles-ci, d'autres fournissent de la nourriture de base pour la production de méthane. Le résultat est qu'à l'intérieur du digesteur, une population équilibrée se construit à partir d'une relation d'interdépendance, appelée symbiose, entre deux types de bactéries. L'activité biologique est visible par la production de gaz.

Les conditions indispensables à la synthèse de méthane sont :

- Un milieu anaérobie : seul la décomposition à l'abri de l'air conduit à la formation de méthane.
- Une température permettant l'activité microbienne : vers 10°C, cette activité est pratiquement nulle, au dessus de 65°C les enzymes sont détruites.

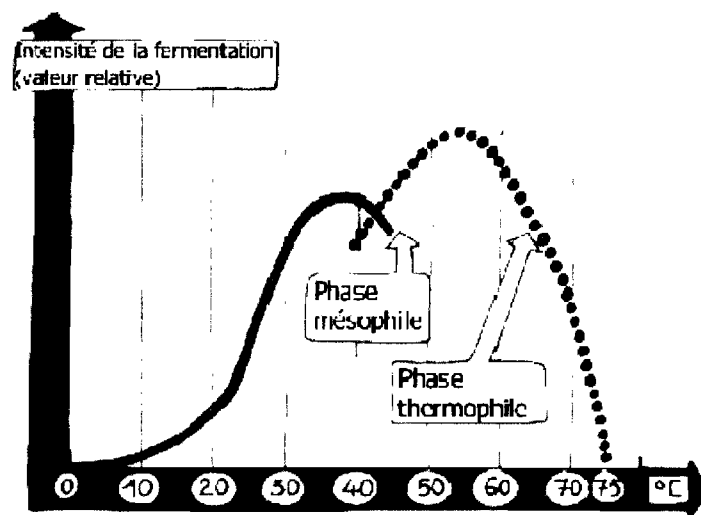


Figure 4. 1 : Intensité de la fermentation en fonction de la température [15]

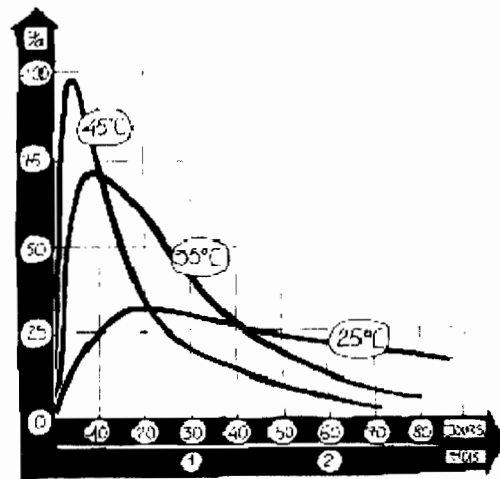


Figure 4. 2 : Production de gaz en fonction de la température [15]

Comme nous l'illustrent les figures précédentes, la température est un élément important à contrôler et à maintenir. On s'aperçoit qu'il existe deux pics de production optimum, l'un en phase dite mésophile et l'autre en phase dite thermophile (entre 10°C et 20°C on parle de phase psychrophile). L'activité microbienne étant plus intense à certaines températures, on comprend que pour une même quantité à digérer, la durée de digestion sera d'autant plus courte que la fermentation sera intense.

IV.2 Avantages environnementaux

Le biogaz est un mélange principalement de méthane (CH_4) et de dioxyde de carbone (CO_2). Les proportions relatives de ces gaz dépendent de la nature du substrat fermenté.

Le méthane représente environ 60%, or il participe à l'effet de serre à un niveau 21 fois plus grand que celui du CO_2 . Le mélange gazeux en s'accumulant dans le sol repousse l'oxygène dont les racines des plantes ont besoin, il entraîne des effets néfastes sur la végétation des terrains à proximité. Cependant son captage et sa consommation réduisent les rejets de méthane dans l'atmosphère en le transformant en dioxyde de carbone et en vapeur d'eau. Cette consommation aboutit alors à des effets favorables pour notre planète.

Également le fait d'utiliser ces gaz, provenant de la fermentation, pour la production d'électricité ou de chaleur permet de réduire la consommation d'autres types de sources d'énergies non renouvelables et dont la production pollue énormément. On aura dégagé ici les avantages importants en terme environnemental qui peuvent découler de l'utilisation du gaz d'enfouissement.

IV.3 Techniques de méthanisation

Il existe plusieurs techniques de méthanisation.

IV.3.1 Les centres d'enfouissement technique

Ceux sont des sites de plusieurs hectares où étaient entreposées rationnellement les ordures :

- Le site d'enfouissement était préparé et des alvéoles de 10 000 à 1 000 000 de m³ sont creusés dans un cadre où l'hydrogéologie est favorable,
- Ensuite des dispositifs de récupération et de drainage du biogaz des eaux polluées sont mis en place.

Les gaz d'enfouissement récupérés doivent être traités et contrôlés afin d'éviter des risques d'explosion. Ainsi un système de traitement doit toujours être mis en place.

Les gaz sont extraits au moyen de puits descendant à 20 ou 30 mètres de profondeur dans les multicouches de déchets. Au cours de la première phase de construction, les puits déjà en place sont recouverts, et de nouveaux puits peuvent être installés. Les puits sont reliés par un réseau de canalisations qui transporte les gaz captés vers une usine de traitement. Des ventilateurs centrifuges installés servent à créer un vide dans les canalisations de captage.

Cependant il faut que le gaz recueilli soit utilisable, il est donc purifié pour retirer toutes traces de contaminants et d'impuretés avant son utilisation finale. Le traitement du gaz commence par le retrait de l'humidité qu'il contient au moyen d'un séparateur. Il est ensuite comprimé, déshydraté, analysé, pour s'assurer qu'il soit un carburant convenable. Pour définir sa qualité, la teneur en méthane, en dioxyde de carbone, en azote, en hydrogène sulfuré et son point de rosée sont à quantifier. Après toutes ces étapes, le gaz est acheminé vers les points d'utilisation.

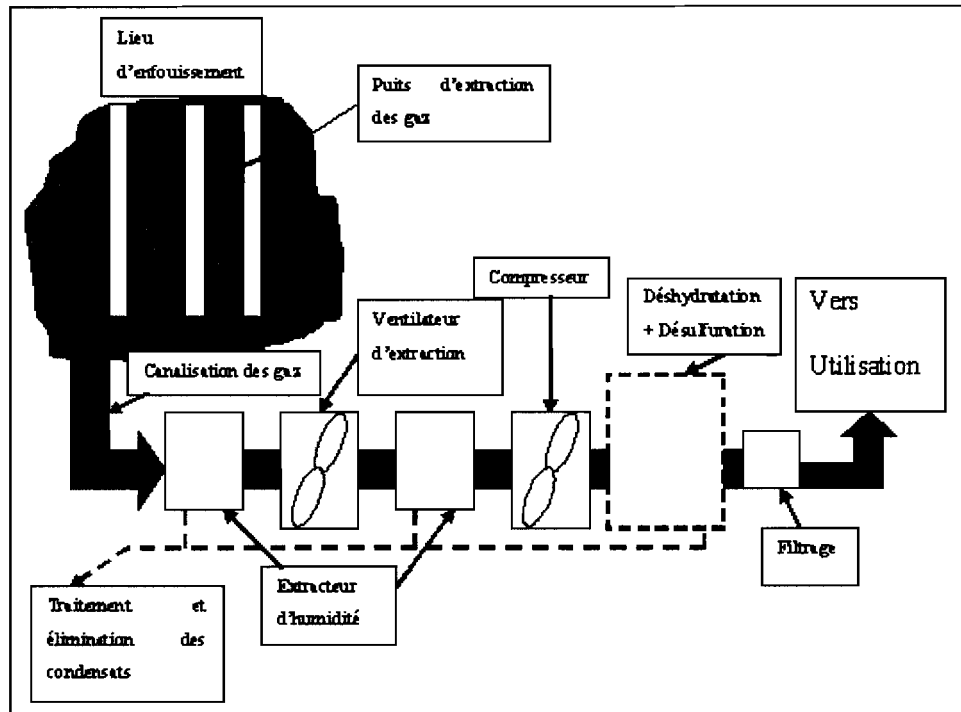


Figure 4. 3 : Principe de captage du gaz dans un CET

IV.3.2 Digestion en continu, un moyen d'épuration : gaz de STEP

Le système continu est issu de fosses septiques qui ont été développées au XIX^{ème} siècle et fonctionne comme un tube digestif. Tout comme lui, il cultive les bactéries, et a besoin d'une certaine température pour être efficace et reçoit une alimentation régulièrement. Le système est constitué d'un réacteur (ou se déroule la réaction), et d'une cloche gazométrique ou d'un réservoir de stockage (où est stocké le gaz si son utilisation n'est pas directe).

Le système continu permet de traiter les boues de stations d'épurations (STEP). En effet, les STEP comprennent souvent des installations de grandes tailles : elles traitent les effluents produits par des centaines de milliers d'habitants, qui rejettent entre 120 et 200 litres d'eaux grises par jour.

On dénombre deux types d'eaux usées :

- ✓ Les eaux dites ménagères,
- ✓ Les eaux de ruissellement (lavage de rue) et de drainage (terres agricoles, parcs...).

Dans un premier temps, on réalise un prétraitement, qui permet de dégraisser les eaux et séparer le plus gros des matières en suspension. Les boues récupérées sont traitées en aérobiose, de manière à les activer. Elles subissent ensuite un traitement anaérobique, dans un digesteur, où la matière organique se décompose en quelques jours. Une bonne stabilisation et un bon procédé de fermentation des boues fournissent d'un côté un amendement organique valorisable en agriculture et de l'autre du biogaz riche en méthane.

IV.3.3 La digestion en discontinu et le traitement des fumiers agricoles

L'origine des digesteurs en discontinu est mal connue, les émanations naturelles de gaz étaient utilisées depuis très longtemps (en Chine notamment). D'ailleurs le processus d'un marais est comparable à un digesteur discontinu. Tous l'intérêt ici sera de s'attacher aux digesteurs artificiels.

Ce processus est semblable à la digestion continue, à la différence que la production ne peut être régulière. Elle commence après le chargement et la fermeture de la cuve, et s'arrête ou est arrêtée lorsque la production baisse jusqu'à devenir nulle.

IV.4 Utilisation du Bio-méthane

C'est juste depuis dix ans que le biogaz des décharges d'ordures a commencé à être mis en valeur. Cette valorisation a été possible grâce à l'amélioration des techniques de mise en décharge et celle des performances des fermenteurs anaérobies. Ainsi l'accroissement des débits de gaz produits a rendu rentable et avantageuse la récupération de l'énergie « biogaz ». Ce gaz peut être utilisé comme source thermique dans les chaudières ou fours de process, les turbines à vapeur ou groupe électrogène, comme carburant d'automobile, dans les réseaux de gaz... ([15] www.biogaz.free.fr)

✓ Source Thermique :

Lorsque le centre d'enfouissement technique ou les fermenteurs sont établis à proximité d'un industriel susceptible d'accepter le biogaz, la voie de la combustion constitue sans aucun doute le moyen de valorisation le mieux adapté au biogaz, car elle allie simultanément les avantages de la simplicité du procédé, d'un investissement réduit et de temps de retour très intéressants. La chaleur de combustion du biogaz peut alors servir pour la production d'eau chaude, de vapeur à moyenne ou haute pression, ou bien dans des fours de procédés (fabrication de tuiles, cimenterie...).

Pour ce type d'utilisation la composition importe peu en général, dans la mesure où il comportera au moins 40% de méthane, mais vue la teneur en H_2S , les matériaux des équipements doivent être prévus en conséquence.

Tableau 4. 1 : Caractéristiques requises pour biogaz de chaudière ou four

Composition	Proportions
CH_4	40%
H_2S	<300mg/m ³
Point de rosée	5°C à la Pression atmosphérique
Chlore	<25mg/m ³
Fluor	<25mg/m ³
Oxygène	<4%
Particules	<5µm

✓ Source Électrique :

Lorsque le centre d'enfouissement technique ou les fermenteurs ne sont pas situés à proximité d'un industriel et lorsque les besoins thermiques locaux sont négligeables au regard de l'énergie biogaz disponible, une source de valorisation possible est la production d'électricité, avec autoconsommation locale ou revente partielle du surplus

Le biogaz peut être en principe produit pour cette application à partir de toute source de fermentation. Sa composition nécessitera, pour une combustion normale dans les cylindres, au moins 40 % de méthane néanmoins, il sera préférable d'utiliser des biogaz dits " propres ", produits en fermenteur à partir d'un substrat homogène, ces conditions imposent a priori une épuration en profondeur du biogaz issu des centres d'enfouissement techniques. Les débits à produire, pour autoriser un temps de retour raisonnable, ne peuvent s'envisager qu'à partir de 400 m³/h.

La production d'électricité à partir du biogaz pourra être obtenue, pour les faibles puissances (< 1 MW), par des groupes moteurs hybrides. Pour les plus grosses puissances, il est préférable d'envisager, malgré une baisse de rendement électrique, le choix d'une turbine à vapeur alimentée par une chaudière à biogaz produisant de la vapeur à 15-10 bars. Cette solution présente l'avantage d'une très grande fiabilité, et d'une grande simplicité d'exploitation. Elle constitue la meilleure solution à long terme pour les centres d'enfouissement techniques compte tenu de la grande variabilité du biogaz produit.

✓ Carburant :

Ce type de valorisation n'existe que dans des installations pilotes encore en cours d'optimisation. Le biogaz comme carburant nécessitera au moins 50% de méthane ; les débits minimum à produire pour l'obtention d'une rentabilité économique sont de l'ordre de 10 à 100 m³/h de biogaz. Le stockage est réalisé à partir de bouteilles de 50 litres remplies sous une pression de 250 bars.

Tableau 4. 2 : Caractéristiques requises d'un biogaz carburant

Composition	Proportions
CH ₄	50%
H ₂ S	100mg/m ³
Point de rosée	-20°C à la Pression atmosphérique
H ₂ O	15mg/m ³
Huile	70 à 200 ppm
CO	3 à 4% de volume
Particules	<40µm

IV.5 Présentation de deux modèles :

Les installations de biogaz de type agricole ont pour but de valoriser le potentiel énergétique du fumier et du lisier. Dans les pays en voie de développement, la majorité des populations n'ont pas accès à l'énergie. Avec les difficultés en approvisionnement et l'épuisement des ressources pétrolières prévus, il devient de plus important de trouver des alternatives. Nous présentons ici le modèle allemand et le modèle indien.

✓ MODELE ALLEMAND

Ainsi des études effectuées par ROTTELER MOLLER ont permis de développer la High Performance Temperature Controlled (HPTC) Biogas Plant. Ils ont également effectué une approximation économique d'une installation HPTC. ([3] ROTTALER MODELL, 2009)

Un HPTC Biogas Plant standard est composé de :

- Un sac digesteur de 25 m³ ;
- Un sac de dépôt de biogaz de 20 m³ ;
- Deux unités d'hydrolyse de 4 m³ chacun ;
- Un trop plein pour stocker l'engrais ;
- Une installation solaire pour chauffer le digesteur ;
- Une pompe de désulfuration ;
- Un système de filtrage ;
- Valve de surpression et réservoir de condensat ;
- Réservoir d'enfouissement (travaux de génie civil) ;
- Des conduits et vannes.

Ce tableau présente la proportion pour quelques types de déchets afin d'avoir 60 m³ de biogaz (avec 60% de méthane soit 36 m³)

Tableau 4. 3 : Ration à utiliser pour différents types de déchets

Déchets	Ratio à utilisé (kg/jour)
Fumier de Bétail (liquide)	1030
Fumier de Bétail (solide)	330
Herbe (frais)	470
Déchets de marchés	400
Légumes (déchets)	400
Déchets industrie de poisson	270
Déchets (d'aliments) de cuisine ou cantine	185
Déchets de jardin ou parc	175
Déchets organiques (domestiques)	90
Résidu de graines d'huile pressées	65

✓ **MODELE INDIEN**

En utilisant les fientes pour obtenir ce gaz, la valeur fertilisante du fumier va être augmentée. ([5] Pierre Markon, 1985)

- **Matériau :**

Comme les fumiers sont enfouis il y a risque d'infiltration dans le sol c'est pour cela que des briques et du ciment seront utilisés pour délimiter et isoler la fosse d'enfouissement. La cloche quant à elle sera en acier, ce qui facilitera le chauffage de la fosse par échange entre l'extérieur et l'intérieur de la fosse.

- Fonctionnement :

Tous les jours, un mélange d'environ 50% d'eau et 50% de fumier est déposé dans la section mélange.

Par gravité le produit s'écoule vers le bas du réservoir.

Le surplus par principe des vases communiquant, s'échappe dans le réservoir du trop plein. On récupère ainsi l'engrais liquide et ne dégageant pas d'odeur.

A mesure qu'il y'a décomposition anaérobie, le mélange gazeux prend une densité plus faible et donc se dirige vers le haut du réservoir (ou cloche).

Le gaz de décomposition dans la cloche est récupéré au besoin.

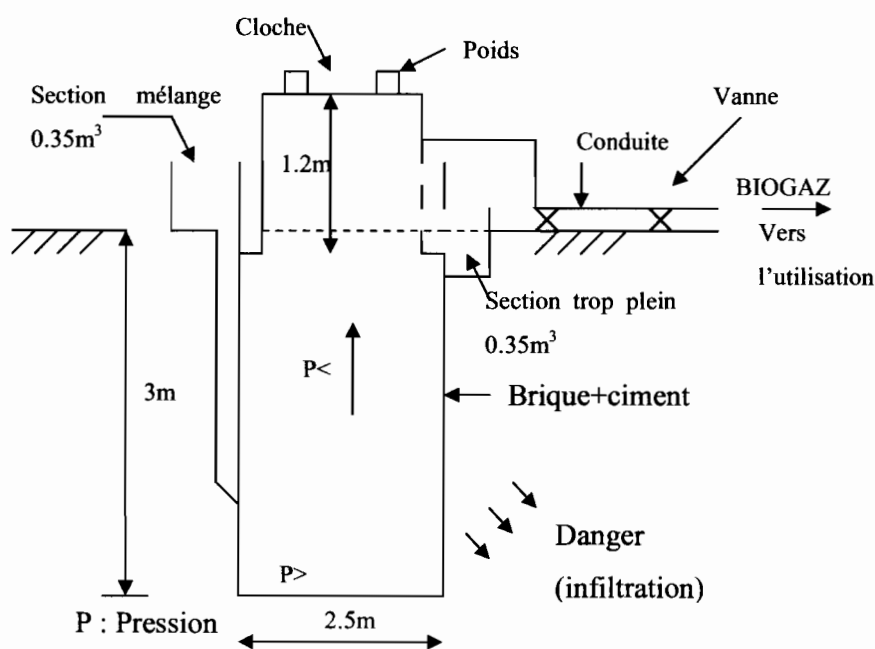


Figure 4. 4 : Modèle indien (installation)

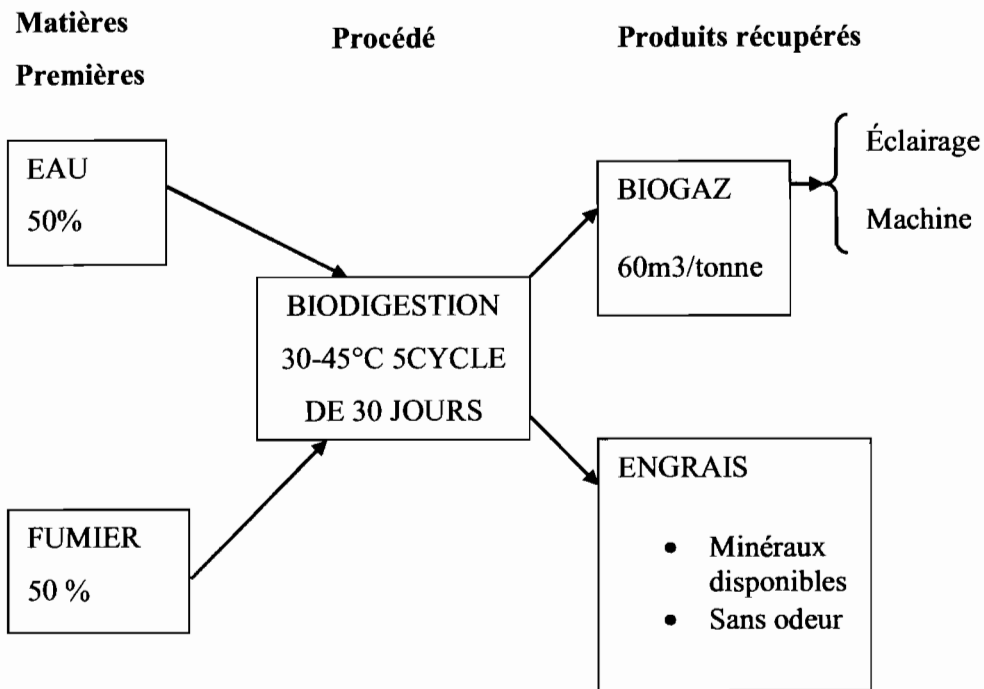


Figure 4. 5 : Modèle indien (schématique)

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons montré l'utilisation possible des fientes récupérées. La méthanisation des déchets provenant de l'exploitation permet d'optimiser les rendements de l'installation. En effet, l'engrais peut servir à créer des jardins en milieu choisi ou être vendu. Le mélange de gaz obtenu peut être utilisé en substitut au gasoil donc vendu aux utilisateurs ou utilisé directement dans les fermes pour amoindrir le coût de l'électricité. On constate également, en comparant le modèle Allemand et celui des Indiens plus ancien, qu'un environnement contrôlé permet une production plus rentable de méthane. Ainsi le modèle allemand est celui que nous proposerons si une telle installation doit se mettre en place.

Dans ce dernier chapitre qui va suivre nous traiterons des installations électriques du local de ponte.

CHAPITRE V : INSTALLATION ELECTRIQUE DU LOCAL DE PONTE

L'objectif fixé par ce chapitre est de concevoir, en vue de la réalisation et de l'organisation, l'installation électrique du local de ponte. Autrement dit, définir la structuration de l'installation, choisir la section des conducteurs, de l'appareillage électrique de commande et de protection des personnes et des biens. Dans ce présent chapitre il s'agira également d'établir le tableau de répartition des différents circuits qui composent notre installation. Pour se faire, le chapitre comportera deux grandes parties : l'électrification du local et l'automatisation des dispositifs.

Compte tenu de la sensibilité du secteur de ponte, une étude sur le dimensionnement d'une source en énergie solaire sera également proposée dans ce présent chapitre pour palier aux éventuels délestages de la SENELEC.

V.1 Électrification du local

La maturité sexuelle des poulettes (âge au moment de la ponte) et l'intensité de la ponte sont influencées par la variation de la durée d'éclairement du local de croissance et du local de ponte. C'est pourquoi pour des raisons de rentabilité, il est primordial d'accorder une grande importance dans l'électrification de ces locaux tout en mettant un accent particulier sur l'économie d'énergie.

V.1.1 Projet d'éclairage du local de ponte

Les éléments de choix d'un avant projet d'éclairage sont multiples et dépendent en général d'un certain nombre de paramètres et en particulier :

- ✓ Définition du local : dimensions, facteurs de réflexion, la nature du plafond, murs, sol...
- ✓ Activités socioprofessionnelles dans le local : suivant que le travail est minutieux ou non...
- ✓ Conditions de services et influences externes : classification des locaux
- ✓ Conditions d'alimentation électrique : tension, régime de neutre...

- ✓ Conditions d'utilisation
- ✓ Exigences en ce qui concerne les nuisances : parasites radiophoniques, chaleur dégagée
- ✓ Niveau d'éclairage et choix du matériel (luminaire et réflecteur)
- ✓ Dépréciations et facteurs de dépréciation : vieillissement des lampes, empoussièrement...
- ✓ Considérations économiques : prix du kWh, coût rechange lampes...

Le dimensionnement sera effectué en nous rapprochant le plus possible des normes en vigueur en utilisant la méthode du « mémotech ».

V.1.1.a Généralités

Dans un premier temps il s'agira d'abord d'expliquer la méthodologie générale de dimensionnement d'un projet d'éclairage d'un local donné et en second lieu l'appliquée à notre local de pont.

En général un projet d'éclairage d'un local donné s'articule autour des différents points suivants :

- ✓ Déterminer les dimensions du local à partir des données du projet : la longueur (a), la largeur (b), la hauteur (h), le niveau ou hauteur du plan utile (h_1), la hauteur de suspension du luminaire (h_2), la hauteur des luminaires au dessus du plan utile (h_3).
- ✓ Calcul de l'indice du local (K) lié au système (direct, indirect, mixte..) d'éclairage, de ses dimensions et au plan de travail :
- ✓ Calculer le rapport de suspension (J) : c'est le rapport entre la hauteur de suspension du luminaire (h_2) et la hauteur du plafond au plan utile ($h_2 + h_3$).
- ✓ Définir l'éclairage uniforme (E) souhaité ou recommandé : le flux lumineux produit par une source peut se répartir sur des surfaces différentes donnant des effets différents, il a donc fallu définir une unité de flux lumineux par unité de surface, c'est l'éclairage. Un bon éclairage doit permettre à l'individu d'avoir la meilleure acuité visuelle c'est-à-dire distinguer facilement les objets à une grande vitesse de perception des détails. Des éclairages en fonctions de la nature des locaux (habitations, salles de spectacles, bâtiments agricoles...) présentés sous forme de tableaux permettent de

retenir pour chaque utilisation l'éclairage qui convient le mieux. ([6] R.Bourgeois, 1991)

- ✓ Déterminer les facteurs de réflexion ([6] R.Bourgeois, 1991) : la lumière émise par le luminaire est réfléchiée par les parois (murs, sol et plafonds) du local éclairé. Selon la couleur des surfaces le coefficient de réflexion peut prendre plusieurs valeurs.

Tableau5. 1: Exemples de coefficients de réflexion

Plafond	70%	50%	30%	
Murs	70%	50%	30%	10%
sol			30%	10%

- ✓ Choisir le luminaire : le choix est effectué en fonction de considérations esthétiques et de luminance. Il faut aussi déterminer le type d'éclairage (source de lumière) : fluorescent ou incandescent.
- ✓ Facteur de dépréciation (d) : selon l'ambiance du local éclairé et le type de lampe, il faut tenir compte d'une perte d'efficacité, diminution du flux des lampes, au cours du temps.
- ✓ Déterminer l'utilance (u) : l'utilance est un facteur qui dépend de quatre paramètres de l'indice du local (K), des facteurs de réflexion, du rapport de suspension (J) et de la classe d'éclairage. Il est déterminé à partir de tableaux en tenant en compte des quatre paramètres cités ci haut. ([6] R.Bourgeois, 1991)
- ✓ Calcul du flux lumineux (F) : tous les paramètres étant connus il s'agit d'appliquer une formule. Le flux lumineux est la quantité de lumière émise par une source lumineuse dans un certain cône.

$$F = \frac{ESd}{u \times \eta} \quad (5.1)$$

- ✓ Calcul du nombre d'appareils ou sources : à une lampe donnée correspond une puissance et un flux lumineux, ainsi ayant défini notre type de lampe et connaissant le flux lumineux total F nécessaire dans le local, il est facile de déterminer le nombre de sources. Il faudra tenir compte du prix du kWh de l'électricité donc de la puissance consommée par les sources.

- ✓ Effectuer l'implantation : l'uniformité de l'éclairage du local dépend de la répartition des luminaires (ou sources) et de la diffusion de la lumière par les parois et le plafond. Selon la classe on doit respecter une valeur de rapport entre la distance des luminaires (ou sources) et la hauteur (h_3) du luminaire au plan de travail. La valeur des inter-distances DM sont des valeurs minimales ($\leq e$). En bordure des murs, on prendra DM/2 de façon à ce que les angles ou le milieu du local présente le même éclairage. La constitution du plafond et la présence de poutres apparentes, de caissons peuvent apporter des limitations dans la détermination de la position et du nombre de luminaires, mais on recherche à se rapprocher des dispositions prévues.

V.1.1.b Dimensionnement de l'éclairage du local de ponte

Nous allons utiliser la méthodologie présentée précédemment et dimensionner l'éclairage du local de ponte.

Données du projet :

- Dimension du local :

$$\text{longueur} = a = 20m$$

$$\text{largeur} = b = 15m$$

$$\text{hauteur} = h = 7m$$

- Les lampes fixées à 0.75m du plafond ;
- Système d'éclairage : direct ;

De ces données on en déduit :

- La hauteur du plan de travail :

$$h_1 = 0.75m$$

- La hauteur de suspension du luminaire :

$$h_2 = 0.75m$$

- Et la hauteur des luminaires au dessus du plan de travail :

$$h_3 = 7 - 2 \times 0.75 = 5.5m$$

Du fait que le système d'éclairage choisi est de type direct, le calcul de l'indice du local s'obtient comme suit :

$$K = \frac{ab}{h_3(a+b)} \quad (5.2)$$

$$K = \frac{20 \times 15}{5.5(20 + 15)} \cong 1.21 \approx 1.25$$

Calculons le rapport de suspension :

$$J = \frac{h_2}{h_2+h_3} \quad (5.3)$$

$$J = \frac{0.75}{0.75 + 5.5} \cong 0.12 \approx 1/3$$

D'après le « Mémento de l'Agronome » l'Éclairement (E) uniforme souhaité dans un local d'élevage de poules en pays sahélien est de : 20 à 30 lux.

Eclairement choisi: $E = 30\text{lux}$

Choix des luminaires : on a besoin de lumière et de chauffage dans le local de ponte pour une bonne production d'œufs pour cela des lampes à incandescence, type standard seront utilisées.

Le tableau suivant donne les coefficients de réflexion et de déperdition :

Tableau5. 2 : Coefficients de réflexion et de déperdition du local de ponte

Coefficient de réflexion du mur	30%
Coefficient de réflexion du plafond	50%
Coefficient de réflexion du plafond	10%
Coefficient de déperdition (ou dépréciation) d	1.3 (généralement)

En connaissant toutes ces données, on fera deux dimensionnements suivants les classe de luminaire afin de faire un choix du système qui donne la moins de consommation.

a) Classe A :

Pour un luminaire de classe A, l'espacement maximal (e) entre sources est donné par :

$$e = 0.9 \times h_3 \quad (5.4)$$

$$e = 0.9 \times 5.5 = 4.95\text{m}$$

Détermination de l'utilance en reportant ces données dans les tableaux d'utilance :

$$\text{Tableau d'utilance}(u) \text{ 7.2.16 Memotech} \Rightarrow u = 0.87$$

CALCUL du Flux Lumineux : étant donné que les lampes à incandescence sont utilisées le rendement est alors égal à 1.

$$F = \frac{ESd}{u} \quad (5.5)$$

$$F = \frac{30 \times (20 \times 15) \times 1.3}{0.87} \cong 13450 \text{ lm}$$

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le nombre de lampes en fonction des puissances normalisées des lampes commercialisées.

Tableau5. 3 : Détermination de nombre de lampe (classe A)

Puissance (w)	Flux lumineux (lm)	Nombre de lampes
40	430	$n = \frac{13450}{430} \cong 32 \text{ lampes}$
60	730	$n = \frac{13450}{730} \cong 19 \text{ lampes}$
75	960	$n = \frac{13450}{960} \cong 14 \text{ lampes}$
100	1400	$n = \frac{13450}{1400} \cong 10 \text{ lampes}$

Ayant le nombre de lampes pour ces différentes puissances, on vérifie si ce nombre permet de respecter l'espacement exigé par la classe de luminaire.

Tableau5. 4: Écart entre luminaire (classe A)

Puissance (w)	Nombres de lampes	Puissance (w)	Espacement
40	4 rangées de 7	$40 \times (4 \times 8) = 1280$	DM(a)=2.86m DM(b)=3.75m
60	4 rangées de 5	$60 \times (4 \times 5) = 1200$	DM(a)=4m DM(b)=3.75m
75	3 rangées de 5	$75 \times (3 \times 5) = 1125$	DM(a)=4m DM(b)=5m
100	2 rangées de 5	$100 \times (2 \times 5) = 1000$	DM(a)=4m DM(b)=7.5m

Après calcul des espacements, on voit qu'en utilisant des lampes de 100 W on a la plus petite consommation mais on ne respecte pas l'espacement maximal de 4,95m. Si on augmente une rangée de lampes, la consommation sera la plus importante.

Ainsi pour des luminaires de classe A, 15 lampes de 75 W est l'optimal qui offre l'éclairage nécessaire et une faible consommation de 1125 W.

b) Classe D

Pour un luminaire de classe D, l'espacement maximal (e) entre sources est donné par :

$$e = 1.2 \times h_3 \quad (5.6)$$

$$e = 1.2 \times 5.5 = 6.6\text{m}$$

En procédant de la même manière que pour la classe A on a :

- Utilance :

$$\text{Tableau d'utilance}(u) \text{ 7.2.16 Memotech} \Rightarrow u = 0.66$$

- Flux Lumineux

$$F = \frac{ESd}{u}$$

$$F = \frac{30 \times (20 \times 15) \times 1.3}{0.66} \cong 17730 \text{ lm}$$

Tableau 5. 5: Détermination de nombre de lampe (classe D)

Puissance (w)	Flux lumineux (lm)	Nombre de lampes
40	430	$n = \frac{17730}{430} \cong 42 \text{ lampes}$
60	730	$n = \frac{17730}{730} \cong 25 \text{ lampes}$
75	960	$n = \frac{17730}{960} \cong 19 \text{ lampes}$
100	1400	$n = \frac{17730}{1400} \cong 13 \text{ lampes}$

Tableau5. 6 : Écart entre luminaire (classe D)

Puissance (w)	Nombres de lampes	Puissance (w)	Espacement
40	4 rangées de 11	$40 \times (4 \times 11) = 1760$	DM(a)=1.82 m DM(b)=3.75 m
60	5 rangées de 5	$60 \times (5 \times 5) = 1500$	DM(a)=4 m DM(b)=3 m
75	4rangées de 5	$75 \times (4 \times 5) = 1500$	DM(a)=4 m DM(b)=3.75 m
100	3rangées de 5	$100 \times (3 \times 5) = 1500$	DM(a)=4m DM(b)=5m

Pour des luminaires de classe D, l'utilisation de lampes de 60, 75 ou 100W donne la même consommation 1500 W.

En conclusion, compte tenu des considérations technico-économiques et esthétiques, l'éclairage sera établi avec 15 lampes de 75 W suivant un espacement de 4 m sur la largeur et 5 m sur la longueur avec des luminaires de la classe A.

Nous donnons à la figure suivante la répartition des lampes dans le local de ponte conformément à la technique de dimensionnement proposée ci-dessus.

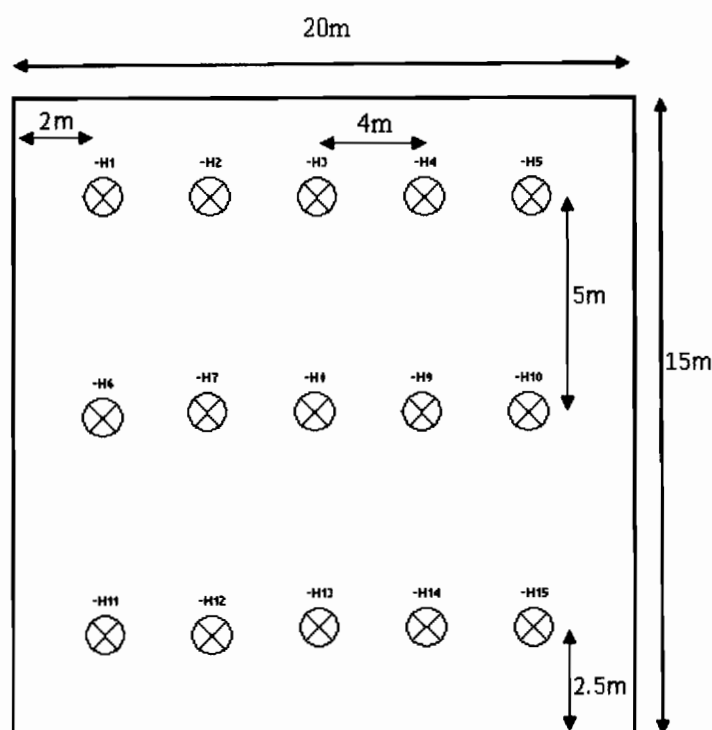


Figure 5. 1: Disposition optimale des lampes dans le local de ponte

c) Section et protection des conducteurs :

L'éclairage du local de ponte est exclusivement constitué de lampes par conséquent, conformément à la norme, la section de ces conducteurs doit être de 1,5 mm² en cuivre. Et pour une telle section la protection doit être exclusivement assurée par des disjoncteurs de 15 ampères.

Nous avons mentionné plus haut que la ponte est très dépendante de la continuité de l'éclairage. Ainsi la protection par des disjoncteurs a été choisi car lors d'un dysfonctionnement il suffit juste de la réarmer alors que pour un fusible, il fond et il faut le changer, on peut être confronté à un problème d'approvisionnement.

Pour ces mêmes raisons de rentabilité de la ponte et de survie des poules, liées au niveau d'éclairage de leurs locaux, il est impératif d'avoir en permanence de l'énergie électrique soit à partir du réseau classique de la SENELEC ou à partir d'une source secondaire. Cause pour laquelle, pour notre projet nous comptons mettre en place comme source secondaire d'énergie le solaire.

V.1.2 Dimensionnement du système photovoltaïque

Compte tenu des délestages et le coût de l'énergie classique, on compte mettre en perspective l'énergie solaire comme source principale. Par conséquent, le dimensionnement d'une telle installation est également proposé dans cette partie de notre travail.

V.1.2.a Généralités

Un générateur photovoltaïque est un système qui permet de fournir de l'énergie électrique de façon autonome, en alternative à la ligne électrique. Par rapport à la ligne électrique, ce générateur a la caractéristique d'être modulaire et limité en énergie délivrée par jour. Ainsi sa taille et par conséquent son prix sont adaptés aux besoins journaliers de l'abonné.

En fonction des contraintes rencontrées pour les solutions traditionnelles, six cas peuvent se présenter :

- ✓ Non existence de la ligne : dans ce cas il représente une alternative à l'extension du réseau.
- ✓ La ligne existe mais un renforcement est nécessaire : si la contrainte est liée à une trop grande distance en BT, pour alimenter un bout de ligne, et que les consommations observées ne sont pas trop importantes, il est possible qu'un générateur autonome soit plus rentable qu'effectuer un renforcement.
- ✓ La ligne existe mais elle est vétuste et il faut la remplacer : si les consommations ne sont pas trop élevées, un générateur autonome peut être plus rentable que la construction d'une nouvelle ligne.
- ✓ La ligne existe, mais pour des contraintes d'environnement, elle doit être enfouie : du fait des coûts importants du kilomètre de ligne enterrée en zone rurale et si les consommations ne sont pas trop élevées, il est probable qu'un générateur photovoltaïque soit plus rentable qu'un enfouissement.
- ✓ Les contraintes d'exploitation de la ligne sont trop importantes : si les coûts d'entretien sont exorbitants et si les consommations sont faibles, un générateur photovoltaïque peut être très vite amorti.
- ✓ La fiabilité de la fourniture n'est pas très bonne, mais elle doit être garantie : si l'appareil ou le lieu alimenté en électricité ne doit pas subir d'interruption de

fourniture, alors que les risques sont importants, il est possible d'ajouter en bout de ligne un générateur photovoltaïque, alimentant le minimum vital en secours réseau en cas de défaillance de celui-ci.

Le champ photovoltaïque délivre un courant proportionnel à l'ensoleillement reçu et au nombre et à la puissance des modules qui le compose. Ce courant recharge éventuellement des batteries de stockage d'énergie chimique, qui vont se vider à mesure des besoins, pour fournir l'énergie électrique demandée par l'utilisateur.

A une extrémité de la chaîne, il y a le soleil et les modules et à l'autre l'utilisateur et ses appareils électriques. Il faut donc concevoir le générateur photovoltaïque, pour :

- L'énergie journalière nécessaire à l'utilisateur pendant la période la plus défavorable de l'année.
- Passer les périodes de mauvais temps (faible éclaircissement, donc faible production des modules).

Le dimensionnement d'un projet photovoltaïque passe nécessairement par les différentes étapes suivantes :

- Estimation des besoins de service énergétique de l'abonné puis conversion de ces besoins en consommations énergétiques journalières de l'abonné avec un accent particulier sur l'économie d'énergie,
- Calcul du champ de modules photovoltaïques nécessaire aux besoins de l'abonné,
- Calcul de la capacité de la batterie de stockage d'énergie,
- Calcul de la section des conducteurs et des convertisseurs (onduleur, chargeur) pour passer aux puissances maximales sans contrainte,
- Calcul de la puissance à souscrire auprès de la SENELEC : pour alimenter directement certains appareils trop puissants ou pour recharger les batteries en cas de mauvais temps prolongé, il est souvent fait appel à un groupe électrogène dit « de secours » ou « d'appoint » associé à un chargeur.

Après avoir décrit les généralités, appliquons-les à notre projet d'éclairage du local de pont plus particulièrement.

V.1.2.b Application au projet :**a) Estimation des besoins énergétiques :**

L'éclairage est un facteur déterminant dans l'élevage de poules pondeuses dans le sens où il incite à la ponte. Il est donc primordial d'assurer un bon éclairage de l'habitat en se référant au « Mémento de l'Agronome », il existe un programme particulier pour l'éclairage des locaux de ponte. ([7] Ministère de la coopération et du développement, 1991)

Suivant que ce soit un local clair ou obscur, les niveaux d'éclairement diffèrent, mais le projet étant implanté au Sénégal (pays assez éclairé) pour des soucis d'économie d'énergie le local de ponte sera conçu de telle sorte qu'on puisse bénéficier très largement de l'éclairage naturel et par conséquent l'éclairage électrique ne sera qu'un complément.

Le niveau d'éclairement étant lié à l'âge des sujets (poussins et poules), nous donnons au tableau ci-dessous sa valeur en fonction de l'âge et de la durée d'éclairement des sujets conformément au Mémento de l'Agronome.

Tableau5. 7: Éclairement en élevage (élevage et ponte en poulaillers obscurs)

Âge (jours)	Période d'éclairement quotidien (heures)	Intensité	
		Watts/m ²	Lux
1-2 jours	22h	3-4	20-40
3-4 jours	20h	3	20-30
5-6 jours	18h	3	20-30
7-8 jours	16h	2	10-20
9-10 jours	14h	2	10-20
11-12 jours	12h	2	10-20
13-14 jours	10h	1	5-10
15-112 jours	8h	1	5-10
113-118 jours	8h	1	5-10
119-125 jours	9h	3	20-30
126-132 jours	10h	3	20-30
133-139 jours	11h	3	20-30
140-146 jours	12h	3	20-30
147-150 jours	12h30	3	20-30
154-182		3	20-30
Après 183 jours	15h	3	20-30

NB : En poulailler clair (ouvert) la norme, voudrait qu'on augmente l'éclairage qu'à partir de la 20ème semaine par un complément de lumière artificielle.

Le cycle d'élevage pour poules pondeuses dure 72 semaines mais la ponte ne commence qu'à la 20^{ème} semaine donc les poules vivent 20 semaines (soit 5 mois) dans la poussinière et 52 semaines (soit 13 mois) dans les batteries. On procédera au renouvellement des poussins à chaque 52 semaine.

À partir de la 20^{ème} semaine il faudra avoir un éclairage artificiel pour atteindre 14 à 16 h d'éclairement entre la 26^{ème} et la 28^{ème} semaine. (E.I.S.M.V et I.N.D.R, 1989)

En considérant un éclairage naturel moyen de 8 h par jour, il faudra donc atteindre en moyenne 7 heures d'éclairage artificiel supplémentaire journalier à partir de la 26^{ème} semaine.

Pour atteindre les 7 h d'éclairage supplémentaire, il faut donc une augmentation hebdomadaire de la 20^{ème} à la 26^{ème} semaine obtenue comme suit :

$$\frac{\text{durée d'éclairage à atteindre à la 26^{ème} semaine}}{\text{nombre de semaines entre 20^{ème} et 26^{ème} semaine}} = \frac{7 \text{ heures}}{7 \text{ semaines}} = 1 \text{ h}$$

(5.7)

Compte tenu de ce qui précède (répartition des lampes et estimation des besoins énergétiques), l'énergie journalière (E_j) nécessaire pour un éclairage optimal est donnée par la relation suivante : ([8] Ademe)

$$E_j = (3 \times 5) \text{ lampes} \times 75W \times 7 \text{ h/j} = 7875Wh/j$$

b) Calcul du Champ de modules photovoltaïques :

Au Sénégal, l'irradiation journalière (E_i) est en moyenne égale à 5kWh par mètre carré et 1 Wc installé fournit 4 Wh d'énergie électrique par jour. Les modules ayant pour mission de fournir l'énergie journalière désirée, avec l'ensoleillement du moment, la taille du champ (ou sa puissance crête), est donc proportionnelle aux besoins énergétiques (E_j) et inversement proportionnelle à l'ensoleillement journalier (E_i). Par conséquent cette puissance crête exprimée en kWc peut être décrite par la relation suivante : ([8] Ademe)

$$P_c = \frac{E_j}{0.5 \times E_i} \quad (5.8)$$

Au Sénégal, l'irradiation journalière (E_i) est en moyenne égale à 5 kWh par mètre carré et 1 Wc installé fournit 4 Wh d'énergie électrique par jour.

$$P_c = \frac{7.875}{0.5 \times 5} = 3.15 \text{ kWc}$$

c) Calcul de la capacité de la batterie :

La batterie doit être conçue pour continuer à apporter de l'énergie à l'utilisateur durant un certain nombre de jour « sans soleil », sans rupture ou dégradation de service. La capacité de la batterie est donc proportionnelle aux besoins journaliers (E_j) et au nombre de jours d'autonomie (N_j), suivant la formule : ([8] Ademe)

$$C_r = \frac{N_j \times E_j}{0.5} \quad (5.9)$$

Pour une autonomie (N_j) de 3 jours la capacité de la batterie sera égale à :

$$C_r = \frac{3 \times 7875}{0.5} = 47250 \text{ Wh}$$

La tension de la batterie dépend de la puissance crête à installer :

- ✓ 12 V pour $P_c < 150 \text{ Wc}$
- ✓ 24 V pour $150 \text{ Wc} < P_c < 1000 \text{ Wc}$
- ✓ 48 V pour $P_c > 1000 \text{ Wc}$

Pour notre installation la puissance crête est de 7875 Wc, ce qui est supérieure à 1000 Wc d'où la batterie devra avoir une tension de 48 V. Ce qui nous donne une capacité de :

$$Cr = \frac{Nj \times Ej}{0.5 \times V} \quad (5.10)$$

$$Cr = \frac{3 \times 7875}{0.5 \times 48} = 985 Ah$$

Pour une autonomie de trois jours il faut une batterie de 945 Ah sera adéquate.

NB : le facteur 0.5 dans les formules précédentes sert à prendre en compte les pertes dans les batteries (80%), l'onduleur (80%) et les autres pertes (80%).

d) Calcul des conduites, des protections et des convertisseurs :

Un générateur photovoltaïque travaillant à faible tension, les courants véhiculés sont très importants. On cherchera les maintenir à 100 A, en modifiant au besoin la tension du système. La tension étant faible, les câbles seront conçus avant tout pour limiter les chutes de tension à une valeur de 3% de la tension nominale plus que pour résister à l'échauffement lié au passage du courant. De ce fait les sections seront très importantes (2.5 mm² à 50 mm²) et les longueurs limitées au possible (maximum 20 m pour chaque liaison) ; ce qui peut entraîner des contraintes pour positionner les équipements (modules, local technique).

Vu l'importance de notre puissance (3.15 kWc), nous disposerons les panneaux à une distance de 15 m de notre armoire électrique pour éviter d'avoir des conducteurs de très forte section qui implique un coût d'investissement relativement élevé.

L'intensité I qui sera véhiculée par ces conducteurs sous une tension de V = 48 V pour transporter une puissance crête Pc de 3.15 kW sera de :

$$I = \frac{Pc}{V} \quad (5.11)$$

$$I = \frac{3150}{48} \approx 66 A$$

Vu le courant important débité, on opte pour son transport via deux fils conducteurs de même nature et même caractéristiques. Et conformément aux tableaux ou abaques de choix des conducteurs en très basse tension qui lient la section des conducteurs S à la distance de transport 15 m, à la tension 48 V et à l'intensité 33 A, le câble $2 \times 16 \text{ mm}^2$ convient à nos besoins.

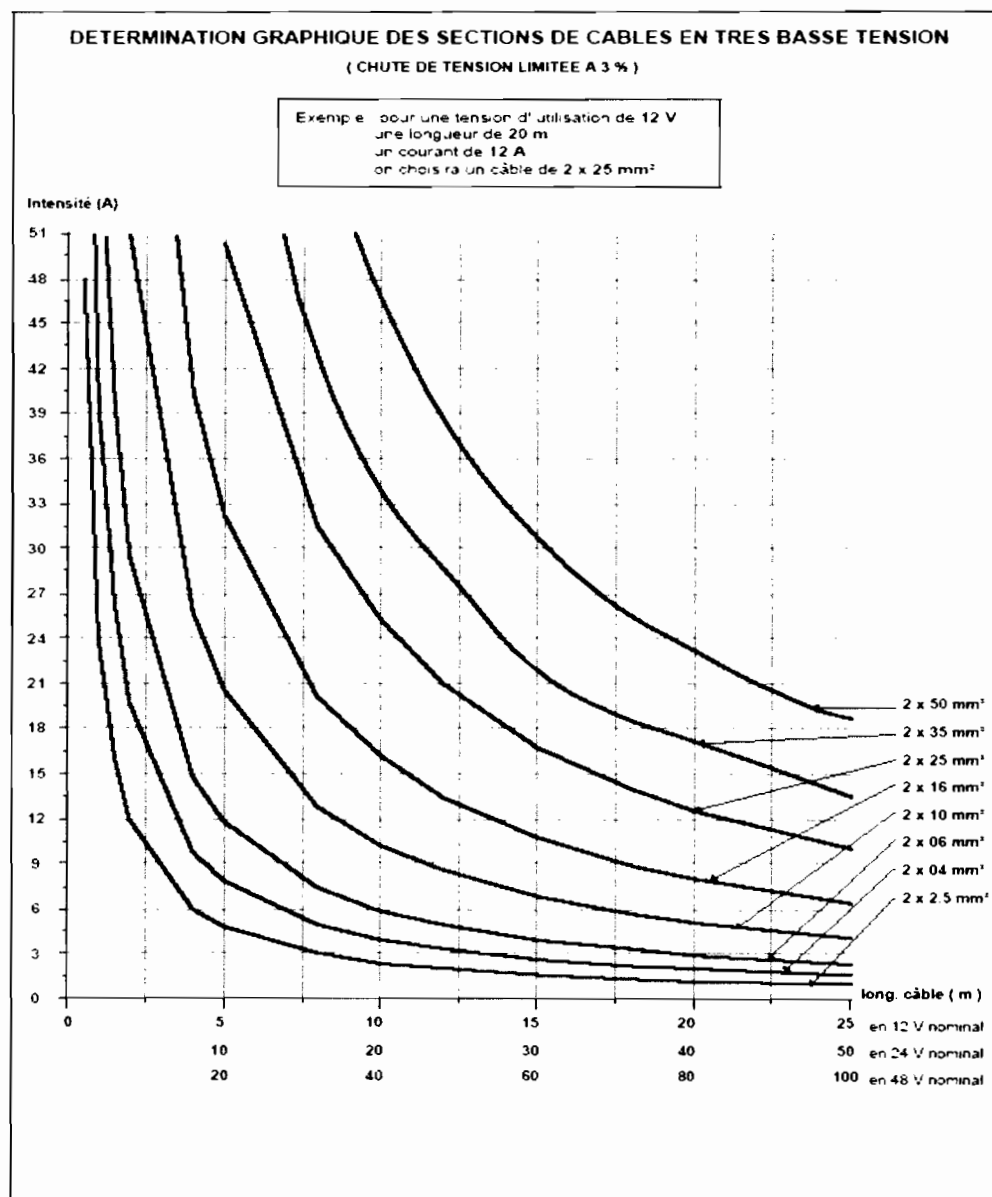


Figure 5. 2 : Graphique de détermination de la section des câbles

L'onduleur est conçu pour passer la puissance désirée en 230 V, dans la limite des 100 A disponibles.

Pour couvrir tous nos besoins on peut choisir un onduleur de puissance apparente supérieure à 2400 VA.

e) Description du fonctionnement Normal/Secours :

Les schémas de la figure 5.3 ci-dessous représentent respectivement le schéma bloc, le circuit de puissance et le circuit de commande de l'inversion normal / secours entre l'alimentation solaire qui la source prioritaire et la SENELEC comme source secondaire.

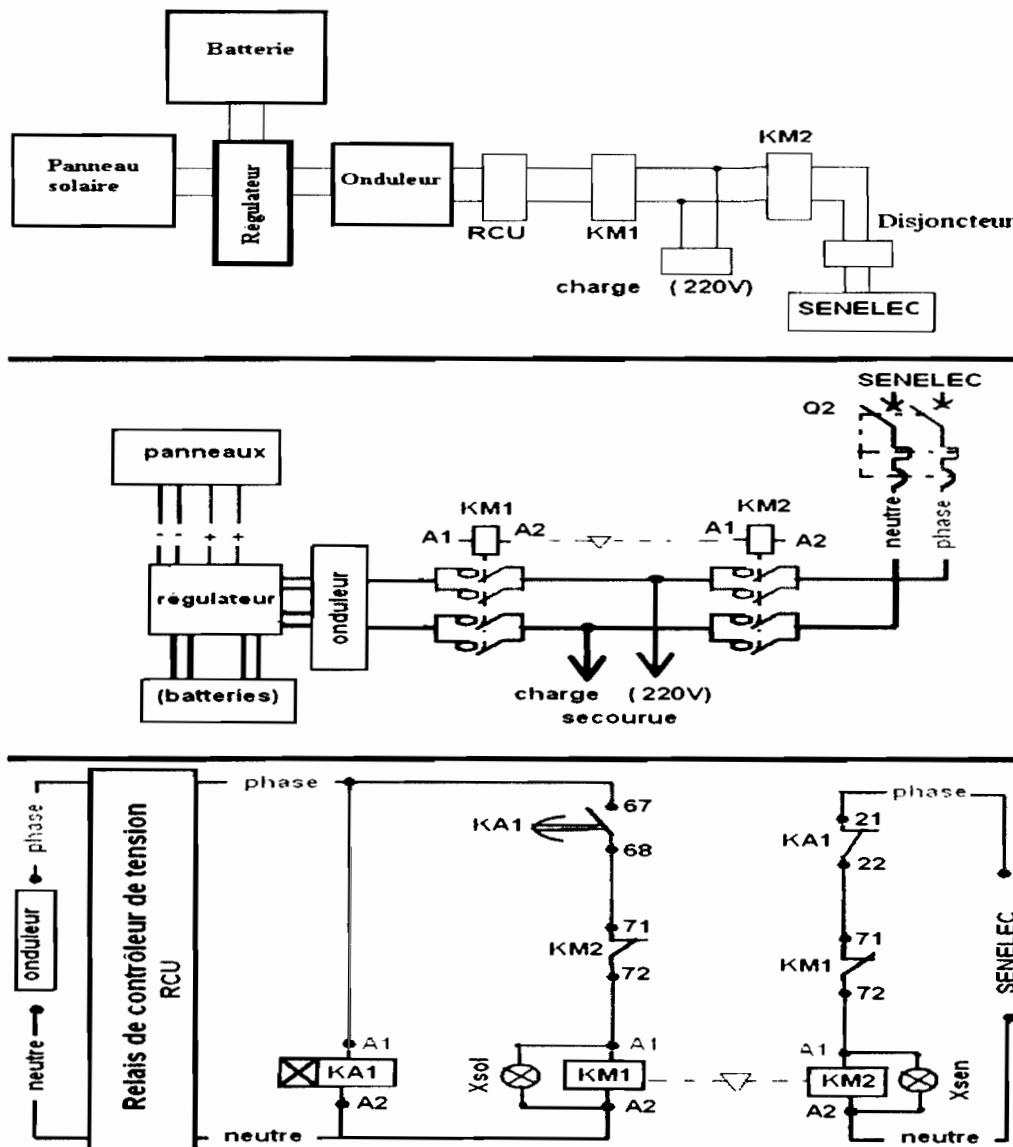


Figure 5. 3: Inverseur normal/secours (Schémas de l'installation photovoltaïque)

Légende de la figure 5.3 :

KA1 : contacteur auxiliaire avec additif temporisé à l'action KA1 / 67-68

KM1 : contacteur tétra-polaire pour source normale (solaire)

KM2 : contacteur tétra-polaire pour alimentaire secours (SENELEC)

Q2 : disjoncteurs magnétothermiques

Xsen : lampe témoin présence SENELEC

Xsol : lampe témoin présence solaire

RCU : contrôle de surtension et de sous-tension : tension à mesurer 220 V AC, fabricant : Groupe Shneider, référence : 21 182 enclenché sur dépassement de seuil.

Bloc de contacts auxiliaires instantanés LA1KN22 (2 contacts fermés et 2 contacts ouverts)

La charge, qui est dans notre cas les lampes de notre local de ponte, est en marche normale alimentée par les panneaux solaires et en cas de rupture de cette source le secours est assuré par le réseau SENELEC. Le fonctionnement est garanti par l'utilisation de contacteurs comme l'illustre le circuit de commande :

- ✓ lorsque les panneaux délivrent une tension le contacteur auxiliaire KA1 est sous tension ce qui commande l'ouverture de l'interrupteur normalement fermé du circuit secours et enclenche la temporisation à la fermeture de l'interrupteur normalement ouvert du circuit normal. L'interrupteur KA1 étant ouvert le contacteur KM2 n'est plus sous tension et donc l'interrupteur normalement fermé commandé à l'ouverture par KM2 se ferme. À la fin de la temporisation l'interrupteur normalement ouvert KA1 se ferme. Les deux interrupteurs du circuit normal étant fermés le contacteur KM1 est sous tension et donc ferme ses contacts montrant sur le circuit de puissance afin d'alimenter la charge et en même temps ouvre l'interrupteur KM1 du circuit secours pour une double protection ou un double verrouillage de l'alimentation.
- ✓ Lorsque les panneaux ne délivrent pas ou plus de tension le contacteur auxiliaire KA1 est hors tension. L'interrupteur normalement fermé KA1 du circuit de secours se

ferme et L'interrupteur temporisé à la fermeture s'ouvre. L'interrupteur temporisé étant ouvert KM1 n'est plus alimenté, ce qui ouvre ses contacts du circuit de puissance et ferme son contact normalement fermé du circuit secours (SENELEC). Ainsi KM2 devient actif et ouvre son contact normalement fermé du circuit normal solaire et ferme ses contacts du circuit de puissance. La charge est alors alimentée par le réseau SENELEC.

V.1.3 Système automatisé d'éclairage du local de ponté :

Vu le programme d'éclairage, on note que dans le local de ponté on doit augmenter d'une heure chaque semaine la durée de l'éclairage à partir de la 20^{ème} semaine. Pour le faire d'une manière autonome, nous utiliserons des interrupteurs horaires journaliers pour la commande de ces lampes.

L'interrupteur horaire permet la fermeture puis l'ouverture d'un contact selon un temps déterminé (réglable au préalable). Dans ces conditions la durée de l'éclairage sera fixée à volonté. Le système peut également fonctionner en marche permanente.

Pour la commande automatique de la lumière du local de ponté, nous utilisons l'interrupteur horaire type journalier (24 h) du Groupe Schneider référence 15 337 disposant d'une réserve de marche de 150 h dont le schéma de câblage est représenté à la figure B ci-dessous. Dans le local de ponté il y'a 15 lampes de 75 W qui seront regroupées en ensemble de 5, soit trois circuits lumière conformément à la norme qui stipule qu'un circuit alimente au maximum 5 points lumineux voir 8. Pour obtenir une souplesse dans l'entretien et dans le fonctionnement, chaque circuit éclairage disposera de son propre interrupteur horaire. Cependant pour anticiper sur les défaillances possibles, des interrupteurs simples seront placés en dérivation car toute perturbation de l'éclairage se fera sentir sur le pourcentage de ponté.

Le réglage du temps de mise en marche des lampes et de leur extinction dépendra exclusivement des consignes de l'exploitant en conformité avec les inscriptions des règles en vigueur établies par le « Mémento de l'Agronome ». Chaque début de semaine un opérateur déplace les barrettes pour obtenir la durée d'éclairage voulu en général ce sont des barrettes de 15 minutes chacun.

Le câblage de l'éclairage se fera par des conducteurs de section 1.5 mm² protégés par des disjoncteurs de 15 A comme l'impose la norme.

Voici un exemple de programme d'allumage, exemple par ce qu'il faudra faire des réajustements suivant la période de l'année et la région où l'élevage est implanté.

Tableau5. 8: Programme d'allumage des lampes

Périodes	Matin	Soir
20 ^{ème} semaine	08h à 08h 30 min	18h à 18 h 30min
21 ^{ème} semaine	07h 30 min à 08 h	18h 30 min à 19 h
22 ^{ème} semaine	07h à 07h 30 min	19h à 19 h 30 min
23 ^{ème} semaine	06h30min à 07h	19h30min à 20h
24 ^{ème} semaine	06h à 06h30min	20h à 20h 30 min
25 ^{ème} semaine	05h30min à 06h	20h30min à 21h
26 ^{ème} semaine	05h à 05h30min	21h à 21h 30 min

Les schémas suivants montrent un circuit lumière sous trois possibilités normales de marche :

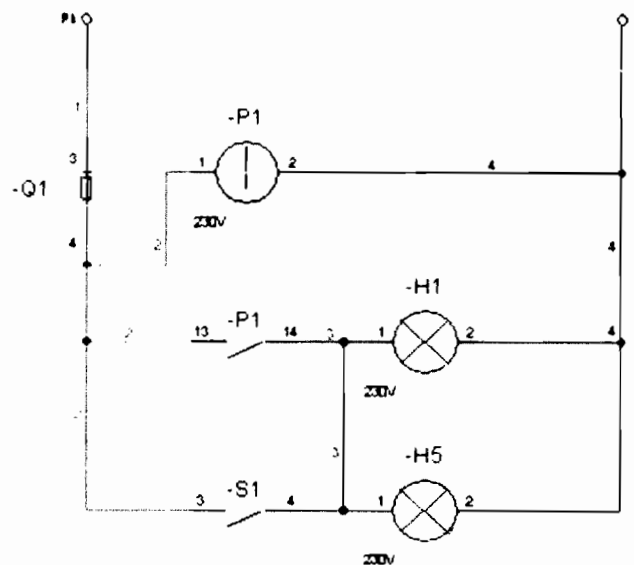


Figure 5. 4 : Hors heures de commande

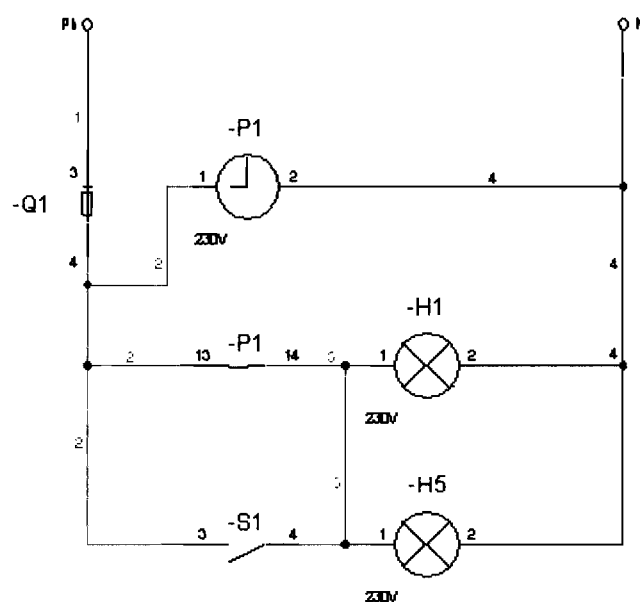


Figure 5. 5 : Commande des lampes par l'interrupteur horaire

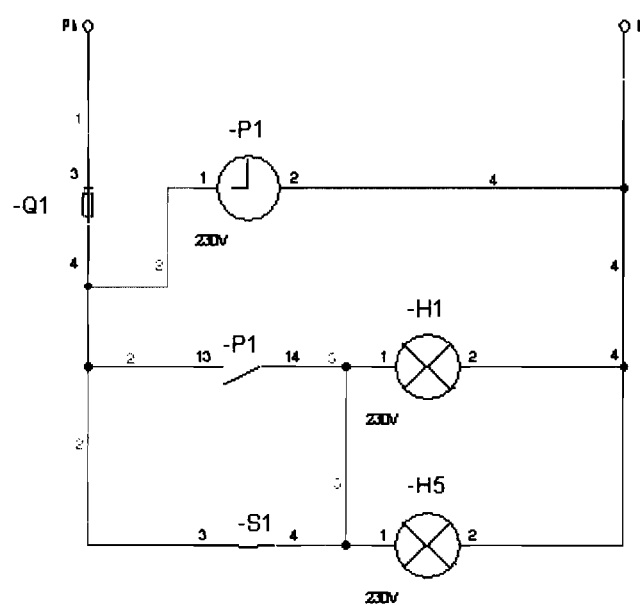


Figure 5. 6 : Défaillance de l'interrupteur horaire

V.1.4 Montage lumière et prise de courant du local de pont :

Une installation électrique peut être expliquée par plusieurs schémas : schéma de principe, architectural, schéma unifilaire et schéma multifilaire et le schéma équivalent (pour analyse et calcul des caractéristiques : courant, tension, résistance...). Le schéma de fonctionnement représente l'installation au repos ou hors tension.

V.1.4.a Schéma de Principe

Pour expliquer le fonctionnement d'une installation électrique, le schéma développé est le plus souvent utilisé. Sur ce schéma l'emplacement de l'appareillage n'est pas indiqué, tous les éléments se trouvent sur une ligne droite entre 2 fils d'alimentation. Il permet l'étude et la conception de l'installation.

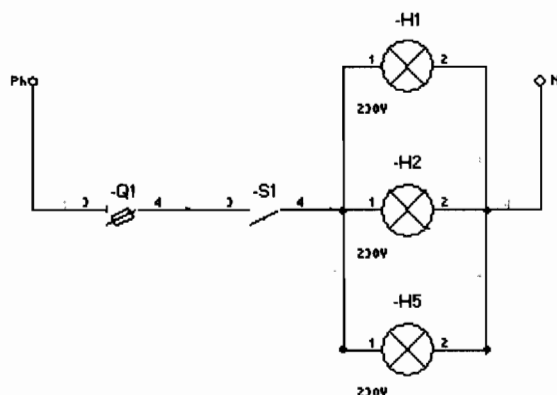


Figure 5. 7 : Schéma de principe de l'éclairage

V.1.4.b Schéma architectural

Ce schéma indique l'emplacement des points lumineux, des socles de prises de courant, des points de commande. C'est une représentation topographique des matériels dans l'espace. Il indique également les liaisons par pointillés entre l'appareil commandé (lampe) et l'appareil de commande (interrupteur), le nombre de circuit, le passage des conduits et l'emplacement des boîtes de dérivation ne l'étant pas.

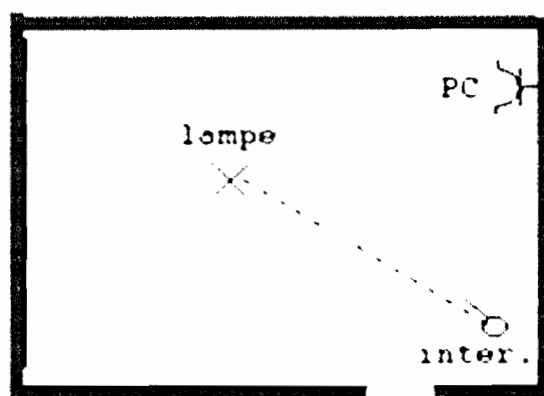


Figure 5.8 : Exemple de schéma architectural

V.1.4.c Schéma Unifilaire

Réalisé à partir du schéma architectural, il montre l'emplacement des canalisations électrique en indiquant le nombre de conducteurs dans chaque conduit. C'est une représentation simplifiée d'une installation avec ses principaux éléments indiquant le fonctionnement et la structure de l'installation.

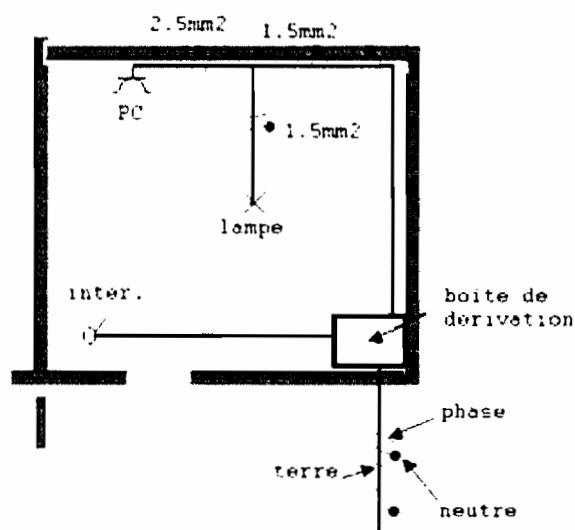


Figure 5.9 : Exemple de schéma unifilaire

V.1.4.d Schéma multifilaire

Il est une représentation exhaustive d'une installation avec ses détails. Ce schéma représente tous les conducteurs électriques. Il est réalisé à partir du schéma unifilaire. Il montre l'emplacement des canalisations électriques et de l'appareillage. Pour ce schéma on utilise les symboles du schéma développé et son repérage équipotentiel. Ce schéma montre les liaisons entre les différents matériels électriques en tenant compte de la disposition physique des bornes et par fois de la couleur des fils.

Nous donnons à la figure 5.9 ci-dessous le schéma de câblage du simple allumage du local de ponte. Mais à titre d'exemple nous faisons le schéma d'un seul circuit lumière qui contient 6 lampes à cause de la similitude de répartition des lampes dans le local de ponte.

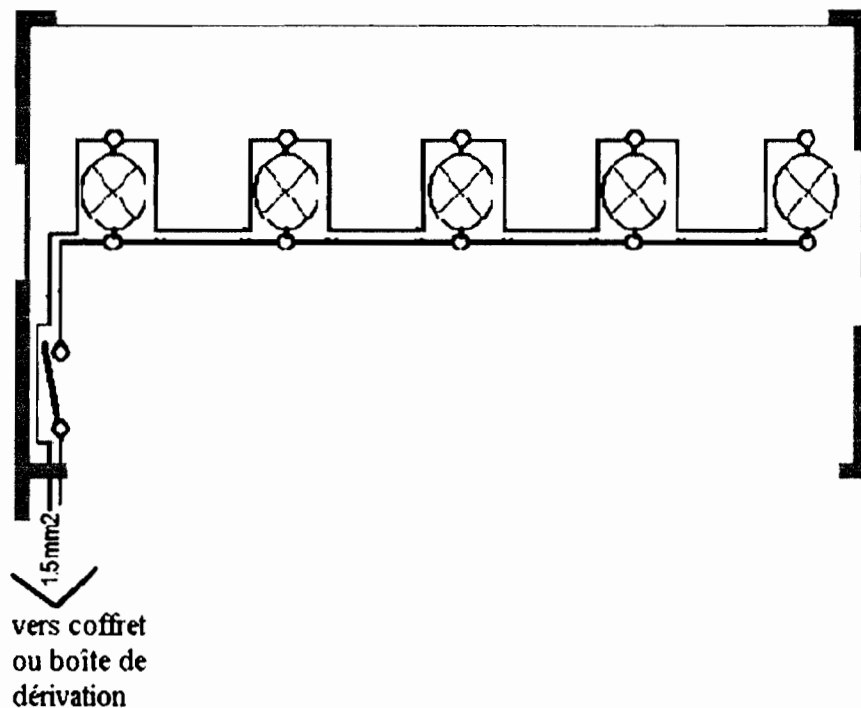


Figure 5. 10 : Schéma de câblage simple allumage

V.2 Automatisation des différents dispositifs :

Cette partie de notre projet met un accent particulier sur les systèmes automatisés de la ferme. En effet, étant donné qu'on projette la conception d'une ferme moderne, l'automatisation de certains systèmes classiques existants déjà sur le marché sénégalais tournera autour d'un certains nombre de volets. Il s'agira en particulier :

- ✓ D'assurer l'alimentation des poules en nourriture à partir d'un système entièrement automatisé (prérégulé suivant les besoins) de tapis entraîné par des moteurs électriques,
- ✓ De réguler le niveau d'eau dans les réservoirs reliés aux abreuvoirs ou pipettes,
- ✓ D'évacuer les fientes à l'aide d'un système automatisé de purge d'eau dans les réservoirs de stockage avant leur traitement.

V.2.1 Moteurs des tapis d'alimentation :

Dans notre local de ponte nous disposons de 30 tapis donc 30 moteurs. Pour avoir une exploitation plus facile et un coût moindre, les tapis seront associés par deux avec un système de transmission et le nombre de moteurs sera de 15 moteurs dans un local de ponte.

Les calculs du Chapitre III nous avaient permis de dire qu'il faut pour l'entraînement d'un tapis un moteur de 0.122 kW de puissance. Ainsi pour deux tapis en prenant en compte les pertes dans la transmission un moteur normalisé de 0.37 kW sera utilisé.

Les caractéristiques de ce moteur sont :

Tableau5. 9 : Caractéristiques des moteurs des tapis

Puissance mécanique	0.37 kW
Intensité nominale	1.03 Ampères
Tension de fonctionnement	380 Volt

Connaissant ces données nous pouvons choisir à l'aide du catalogue Schneider les éléments de protections et de commandes adéquates :

Tableau5. 10 : Appareils de protection des moteurs

Disjoncteur	Référence : GV2 LE05
	Calibre : 1 ampère
	Irm : 13 ampères
Contacteur	Référence : LC1 K06
Relais de protection thermique	Référence : LR2 K0306
	Domaine : 0.8 et 1.2 ampères

Au chapitre III également, nous avons défini un temps de marche minimal qui est de trois minutes et comme l'alimentation est essentielle il nous faut établir un planning journalier de marche suivant les habitudes des sujets.

On opte pour cinq approvisionnements par jour en prenant en compte les heures de sommeil car il ne sera pas économique de faire marcher les tapis lorsque les sujets sont inactifs :

Tableau5. 11 : Heures de marches journalières des moteurs

Approvisionnement 1	À 05h
Approvisionnement 2	À 09h
Approvisionnement 3	À 13
Approvisionnement 4	À 17h
Approvisionnement 5	À 21h

Ce programme pourra être amélioré après une période de surveillance quand l'ouvrier constate qu'à certains moments de la journée il risque d'avoir rupture

Les schémas suivant montrent les circuits de puissance et de commande du moteur électrique des tapis selon plusieurs modes de fonctionnement :

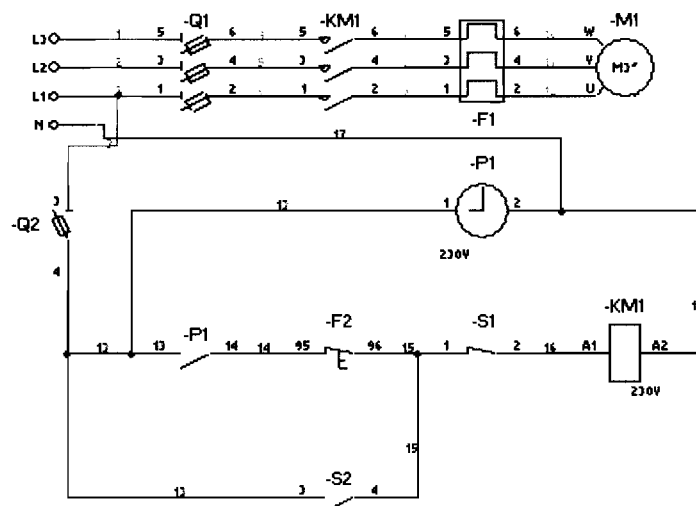


Figure 5.11 : Système au repos

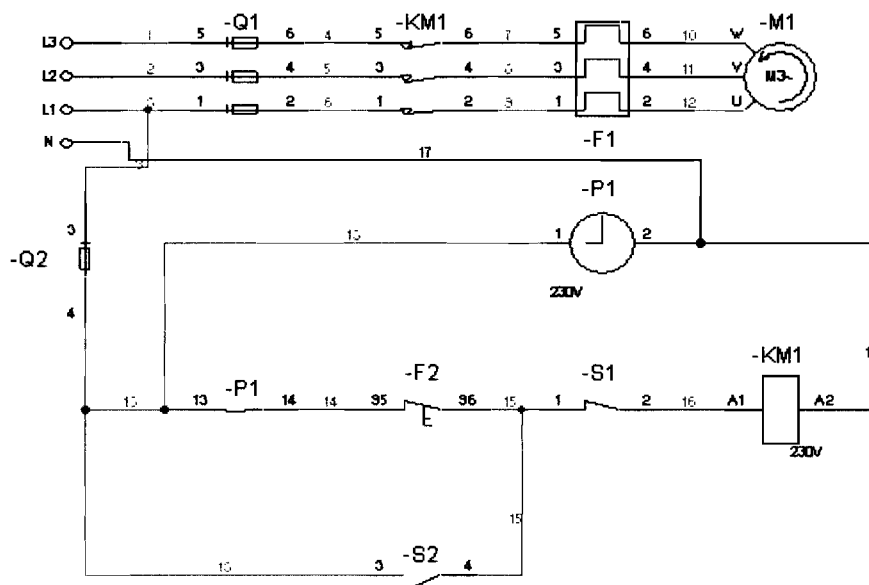


Figure 5.12 : Marche normal avec l'interrupteur horaire

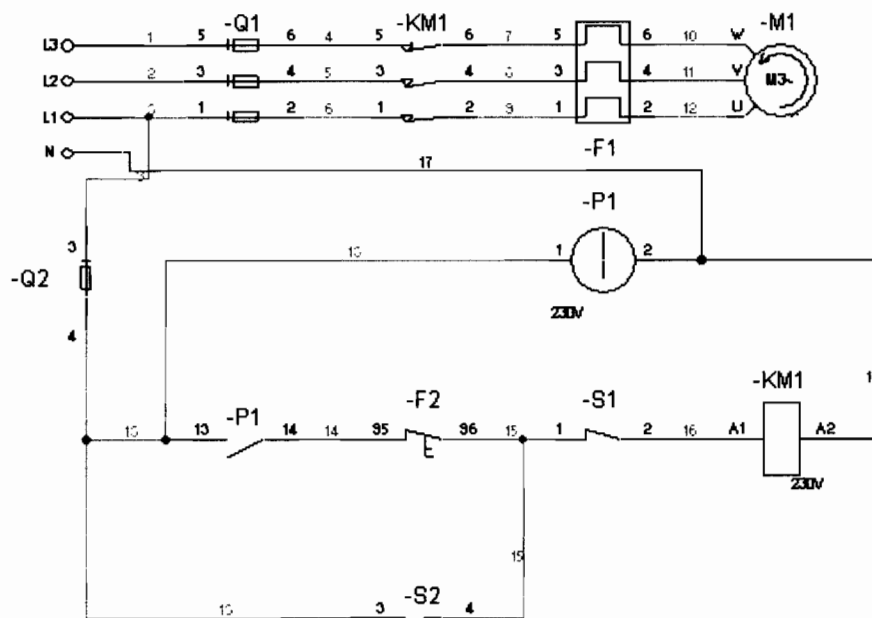


Figure 5.13 : Marche avec interrupteur de secours

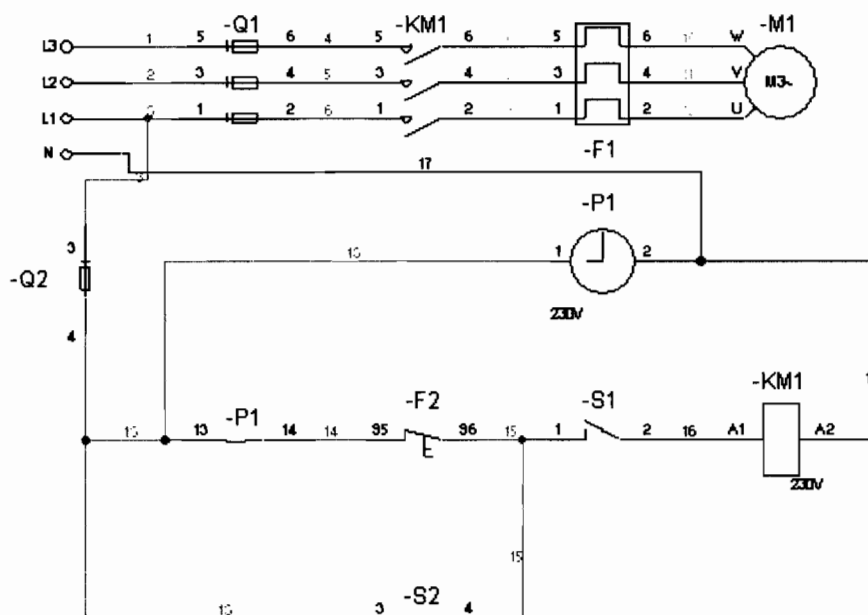


Figure 5.14 : Arrêt d'urgence

L'entraînement du tapis est lié à l'alimentation électrique du moteur – M1. Pour l'option automatisée, suivant des séquences prédéfinies en fonction des besoins en aliment des sujets, le contact de l'interrupteur horaire – P1 13 /14 se ferme pour alimenter la bobine du contacteur – KM1. Et dans ces conditions, les contacts de puissance du contacteur KM1 à savoir 1 / 2, 3 et 4/ 5 / 6 se ferment et le moteur est sous tension entraînant ainsi le tapis.

On peut également à tout moment arrêter ou démarrer le moteur du tapis à l'aide respectivement du sectionneur Q2 ou de l'interrupteur S1.

En cas de problèmes de l'interrupteur horaire –P1, la marche du moteur –M1 pourra se faire manuellement grâce à l'interrupteur S2.

V.2.2 Électrovannes pour l'évacuation des fientes :

Comme établi dans les chapitres II et IV, des électrovannes vont servir pour l'évacuation des fientes pour leur traitement. Le système consiste à maintenir de l'eau sous pression dans les conduites d'alimentation en eau potable jusqu'à l'entrée du local de ponton pour rejoindre des caniveaux de récupération de fientes.

Au niveau de chaque ligne de modules superposés on placera une électrovanne pour la purge des déchets, ces électrovannes vont être commandées à l'ouverture par des interrupteurs horaires suivant une séquence prééglée par rapport à la nécessité d'évacuer les fientes. Le schéma du dispositif est indiqué à la figure ci-dessous. Nous utiliserons des électrovannes de 220V de diamètre 15 /21.

Des vannes manuelles seront placées après l'électrovanne afin de permettre l'isolation de circuits si nécessaire.

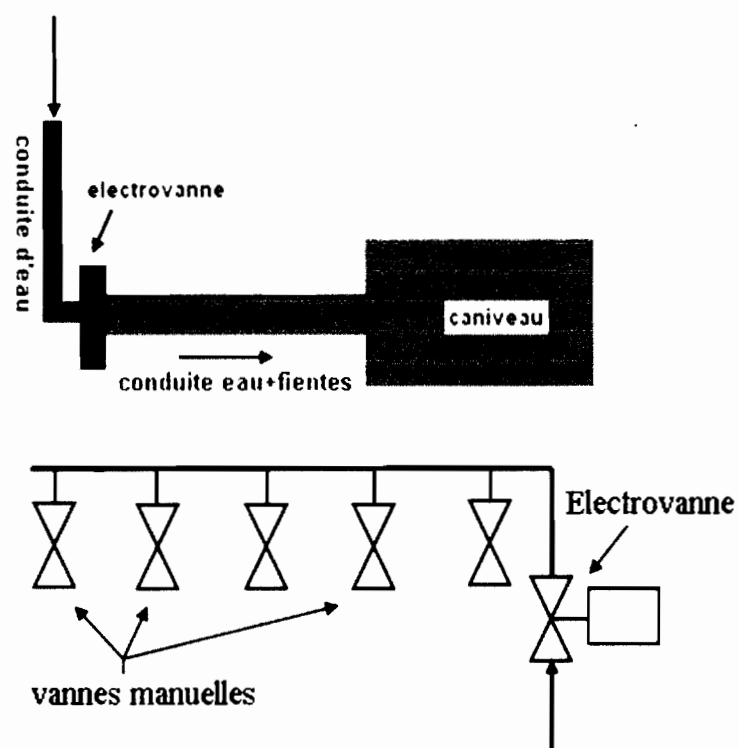


Figure 5. 15 : Schéma de principe de l'évacuation des fientes

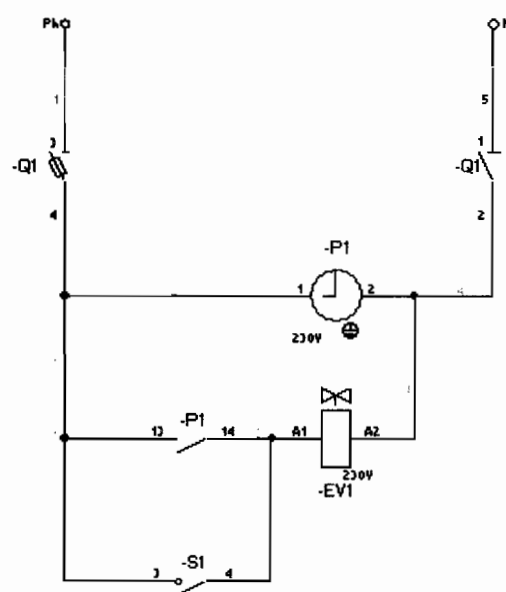


Figure 5. 16 : Schéma de câblage d'une électrovanne

V.2.3 Régulation du niveau d'eau dans les réservoirs de stockage

Une bonne alimentation donne une bonne qualité des œufs, qui sont à un grand pourcentage constitués d'eau. C'est pour cela qu'il faut s'assurer de la présence en permanence d'une certaine quantité d'eau dans les réservoirs de stockage d'eau. Ainsi on pourra à partir de détecteurs de niveaux (niveau haut, niveau bas) commander le démarrage et l'arrêt d'une pompe ou l'ouverture et la fermeture d'une vanne selon les cas de figures ou les contraintes qui seront spécifique aux sites des fermes.

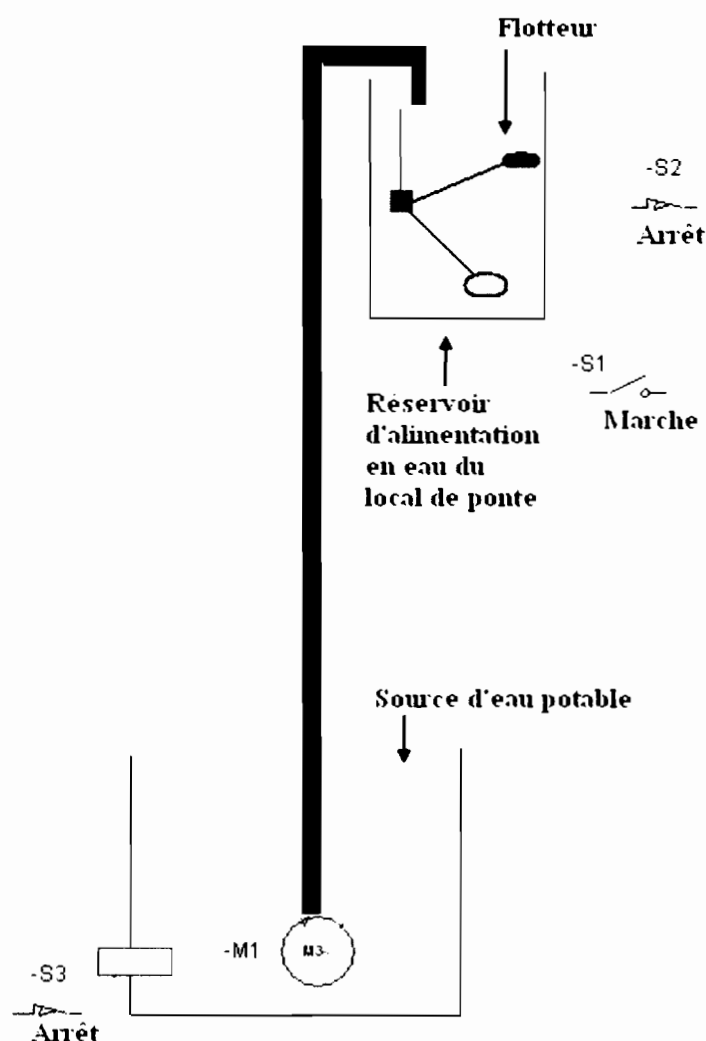


Figure 5. 17 : Principe de fonctionnement régulation de niveau

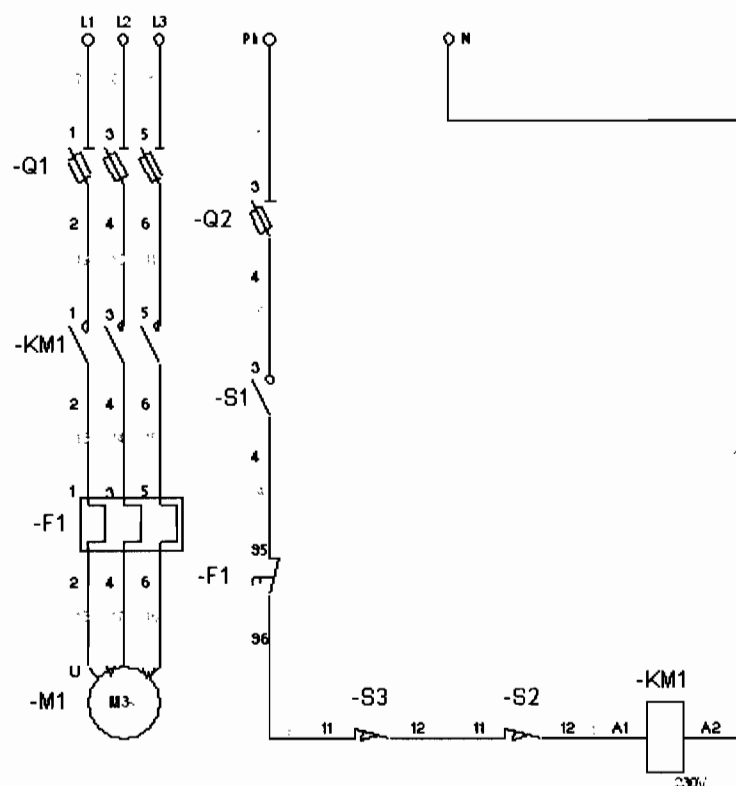


Figure 5. 18 : Circuit de commande, circuit de puissance de la régulation de niveau

Lorsque l'eau atteint le niveau bas le contact – S1 se ferme et si – S2 et – S3 fermés alors – KM1 est sous tension et ferme ainsi ces contacts du circuit de puissance la pompe débite. Le niveau d'eau dans le réservoir de stockage augmente et dès que l'eau atteint le niveau haut prédéfini – S2 s'ouvre ce qui arrête la pompe (ou ferme la vanne). Il faut comprendre que dans le cas des flotteurs c'est un seul contact qui par exemple si le niveau bas est atteint se ferme jusqu'à atteinte du niveau haut où il s'ouvre et ne se refermera que lorsqu'à nouveau le niveau bas est atteint.

Pour protéger la pompe on peut aussi asservir la pompe à un niveau bas du réservoir source (ou à une absence de pression s'il s'agit d'une vanne), ceci est très important surtout pour les pompes immergées car la plupart du temps c'est leur immersion dans l'eau qui assure leur refroidissement. Si le niveau du réservoir source est bas – S3 s'ouvre, - KM1 n'est plus sous tension, le circuit de puissance n'est plus connecté au réseau la pompe s'arrête.

Conclusion

Dans cette partie dernière partie, nous avons décrit l'installation électrique d'un local de pont. Ainsi le générateur photovoltaïque à installer devra avoir une puissance de 3.15 kWc. Des moteurs de 0.37 kW chacun asservis par des interrupteurs horaires, assureront l'entraînement des tapis. Ce chapitre nous permet aussi d'avoir les équipements électriques nécessaires à un local de pont afin de faire une étude de prix ainsi qu'une étude économique.

Ce développement mettant fin à l'étude, nous présentons à la suite la conclusion générale et les recommandations.

CONCLUSION GENERALE

Dans cette étude pour la réalisation de fermes avicoles modernes au Sénégal, nous avons noté que le Sénégal dispose d'un potentiel malheureusement pas encore bien maîtrisé d'après les statistiques du CNA. Donc de prime à bord il pourrait être très rentable de développer des fermes dans le pays entier et même dans la sous région. Ces fermes en plus de créer de nouveaux emplois, favoriseront la recherche d'une qualification des aspirants à ce secteur. Il y a déjà plusieurs fermes d'aviculture au Sénégal, mais une exploitation avicole se fait en respectant plusieurs normes primordiales.

Pour des élevages de grande taille le respecter de ces normes nécessite une mécanisation des installations, il sera très fastidieux pour un ouvrier d'allumer des lampes tous les jours à des horaires strictes, la ponte étant très dépendante de l'éclairage et de l'alimentation. C'est pour cette raison qu'on a voulu que l'éclairage et l'alimentation ne soit pas sujettes à l'oisiveté ou à un accent de zèle des employés de la ferme.

On a constaté que le marché sénégalais (et même celui du Mali) est favorable au développement de fermes avicoles, il faut cependant faire une étude économique pour décrire de manière pécuniaire la pertinence de ces projets. Pour une exploitation de poules pondeuses la marge brute réalisée sera calculée sur un cycle, c'est-à-dire pour ce type d'élevage, 18 mois (confère Annexe D.3), en considérant les :

- ✓ Les charges fixes : Main d'œuvre, coût des poussins, bâtiments, matériel, les frais généraux.
- ✓ Les charges variables : coût électricité, frais vétérinaires, aliments, eau...
- ✓ Et les recettes : vente œufs, vente poules à la fin du cycle d'élevage, vente engrais, vente biogaz.

Une poule pond durant un cycle d'élevage entre 237.9 et 284.0 œufs soit en moyenne 261.3 œufs dont 0.78% d'œufs non commercialisable. Ces performances ont été enregistrées dans le respect rigoureux des normes d'élevage. ([7] Ministère de la coopération et du développement, 1991)

En considérant que les 3840 poules pondeuses d'un local de ponte produiront 230 œufs, chacun vendu à 40 FCFA l'unité, les recettes dues à la vente seule de ces œufs seront de 35 137 228,8 F CFA/cycle.

Étant donné que la performance des poules pondeuses baisse considérablement après un cycle d'élevage, il faut renouveler les sujets à chaque cycle. Ainsi les poules pourront être vendues à chaque fin de cycle. Si le prix de vente est de 1200 F CFA l'unité, les recettes de vente de ces poules réformées seront de 4 464 691,2 FCFA.

Les recettes totales en considérant en plus la vente d'engrais et de biogaz seront nettement supérieures à 40 000 000 de F CFA par cycle.

Ces estimations de recettes ne nous permettent pas d'affirmer que le projet sera rentable mais elles nous donnent dans une certaine mesure, une idée l'impact économique de ces fermes, en sachant aussi que les locaux sont à amortir sur 10 à 15 ans et le matériel sur 5 ans.

De ce fait nous donnons certaines recommandations aux promoteurs de ces projets.

RECOMMANDATIONS

- 1) Étudier les nouvelles statistiques fournies par le CNA pour analyser les tendances plus actuelles. Déjà on se rappelle quand début d'année (2009), le prix de vente des œufs a connu une certaine hausse.
- 2) Trouver des consommateurs-partenaires comme les biscuiteries, les grands restaurants, les grands hôtels...
- 3) Choisir des sites témoins deux à trois en coopération avec le Centre National d'Aviculture.
- 4) Faire une évaluation économique de chacun car les contraintes et les avantages différeront d'un site à un autre.
- 5) Respecter les normes d'élevage.
- 6) Penser à la conservation des denrées ainsi qu'à leur transport.
- 7) Enregistrer les quantités de fientes produites afin de choisir l'installation d'un HPTC Biogas plant adéquat.

REFERENCES

- [1] Direction de l'Elevage. (2003). *Statistiques du secteur avicole de 1992 à 2001*.
- [2] EXOCET. *Exposé sur le calcul des bandes transporteuses*.
- [3] ROTTALER MODELL. (2009). HPTC Biogas Plant. *Salon International des Energie Nouvelles et Renouvelables*, 1-12.
- [4] EISMV, I. e. (1989). *Guide pratique d'aviculture moderne en climat sahélo-soudanien de l'Afrique de l'Ouest*.
- [5] Pierre Markon, p. E. (1985). Modèle de Biogas. *Poly-Echos EPT*, 18-19.
- [6] R.Bourgeois, D. (1991). *mémotech électrotechnique*. CASTEILLA.
- [7] Ministère de la coopération et du développement. (1991). *Mémento de l'Agronome ("Technique rurales en Afrique")*. Coopération française.
- [8] Ademe. *Fiche F1 Production local d'électricité photovoltaïque*.
- [9] Henry Ney et Noël Morel. (2001). *Installations électriques*. NATHAN TECHNIQUE.
- [10] Klöckner Moeller. (1992). *Automatisation et distribution d'énergie: Schémas électriques*. Moeller.
- [11] Schneider Electric. (2007-2008). *Catalogue Automatisme et Contrôle*.
- [12] SEDIMA. *Fiche Technique Batterie d'élevage*.
- [13] www.wikipedia.org. (s.d.).
- [14] M. Keïta. (2009). *Notes de Cours Construction Métallique DIC3 GC*.
- [15] www.biogaz.free.fr. (s.d.).

ANNEXES

Annexe A 1 : Norme d'Implantation des bâtiments

([7] Ministère de la coopération et du développement, 1991)

TERRAIN
— plat
— perméable
— non inondable
— prévoir plantations de 2 ou 3 rangées d'arbres à feuillage permanent contre l'ensoleillement
DISTANCE
— sujets de même âge = 1,5 à 3 fois largeur du bâtiment
— sujets d'âges différents = 500 mètres
ORIENTATION
— perpendiculaire aux vents dominants (avec une possibilité d'écart de 30 à 45° de part et d'autre de cette direction)
ACCÈS
— 1 pour aliments + animaux (zone propre)
— 1 pour déjections, litières, cadavres (zone contaminée)

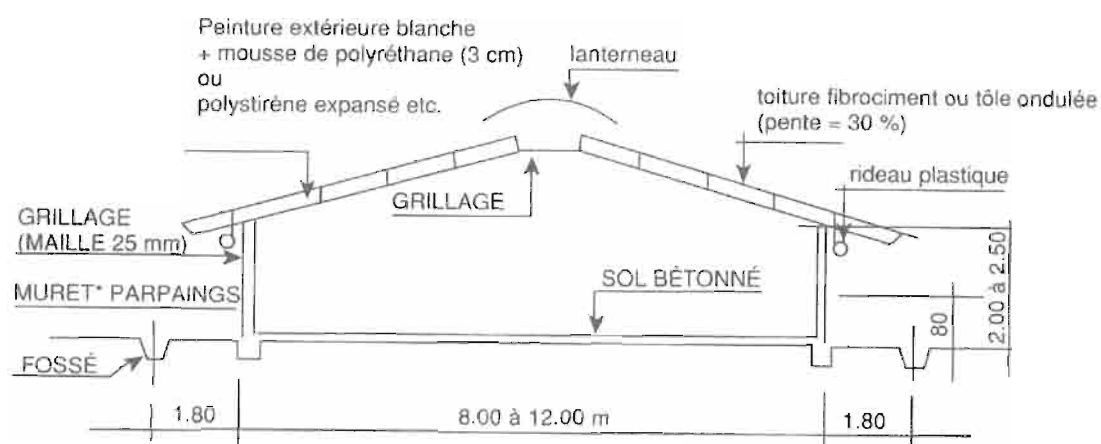
Annexe B 1 : Densités d'élevage au sol en ventilation statique en climat chaud

([7] Ministère de la coopération et du développement, 1991)

Type de volailles	Nbre sujets/m ²	Observations
— Poulets de chair	10	sur litière complète
— Poulettes (futures pondeuses)	10	de 0 à 8 semaines
	8	après 8 semaines
— Pondeuses demi-lourdes	5	sur litière totale
	6	litière + 30-50 % caillebotis
	7	litière + 60-75 % caillebotis
	8	caillebotis complet
— Reproducteurs (poules, avec coqs inclus) :		
• type « nanifiés »	4	litière
• type « lourds »	3	litière
• type « nanifiés »	6	litière + 60-75 % caillebotis
• type « lourds »	5	litière + 60-75 % caillebotis

Annexe A 2 : Schéma de poulailler « ouvert » pour climat chaud

([7] Ministère de la coopération et du développement, 1991)



Annexe A 3 : Produits utilisables pour le nettoyage et la désinfection des poulaillers

([7] Ministère de la coopération et du développement, 1991)

PRODUIT	MODE D'UTILISATION	ACTIONS	EFFICACITÉ DE DÉSINFECTION ET OBSERVATIONS
Savons, lessives	dans l'eau de lavage	décapage	très faible
Vapeur sous pression		lavage, désinfection	assez bonne, efficace contre parasites
Eau de Javel	dans l'eau peu calcaire (dilué à 10 %)	lavage, désinfection	bonne, produit économique
Crésyl	idem (dilué à 4 %) (si eau pas trop calcaire)	idem	idem (à utiliser également dans pédiluves)
Ammoniums quaternaires	idem (2 %)	idem	idem
Soude caustique	idem (4-8 %)	idem	efficace mais dangereux à manipuler et corrosion des métaux
Iode	(voir produits commerciaux)	désinfection	utile pour désinfecter l'eau de boisson et tuyauteries
Formol	— dans l'eau (1-5 %) — en pulvérisation — en fumigation : (4 parties d'eau, 4 parties formol, 2 parties permanganate de potasse), soit 3,2 litres/m ² de local. Placés dans des récipients répartis à la surface du poulailler	désinfection idem	bonne bonne si : 1. bâtiment bien étanche et bien fermé 2. température + 25° C 3. humidité sur parois et dans l'air

Annexe D 1 : Résultats moyen de testage de souche (1985-1986)

Bulletin de la station expérimentale de Ploufragan (Vol 26 n°2 et 3)

a) REPRODUCTEURS CHAIRS (sur 293 jours de production)

	Nombre d'œufs produits par poule départ			Nombre de poussins nés	Consom. alim. moy. g/poussin
	Pondus	Incubables	Fertiles		
Souches nanifiées	150	144	133	122	388
Souches lourdes	152	147	135	122	493

b) POULETS DE CHAIR (moyennes de 3 tests - 0-42 jours d'âge)

	Mâles	Femelles	Moy. mâles et femelles	Extrêmes/Souche
Poids vif (PV) g	2 115	1 779	1 947	1 670-2 134
Indice de consom.	—	—	1,80	1,782-1,814
Mortalité %	4,6	2,3	3,4	1,0-5,2
Découpe % PV				
Cuisses	27,4	26,1	26,7	26,4-26,9
Ailes	8,2	8,1	8,2	7,9-8,3
filets	13,9	14,1	14,0	13,4-14,8

c) POULES PONDEUSES (moyennes de 350 jours de ponte à partir du 134^e jour d'âge)

	Moyennes/7 souches	Extrêmes/Souches
Nombre d'œufs par poule départ	261,3	237,9 - 284,0
Poids moyen des œufs g	60,9	60,4 - 61,5
Poids d'œuf pondue par jour g/j	46,8	43,7 - 50,2
Consommation d'aliment g/j	110,3	101,8 - 118,0
Consommation/kg d'œuf 134-483 j	2,36	2,25 - 2,48
Consommation/kg d'œuf 1-483 j	2,78	2,63 - 2,93
Œufs non commercialisables %	0,78	0,54 - 1,13
Mortalité %	6,35	3,11 - 11,8

Annexe D 2 : Performance des principales races

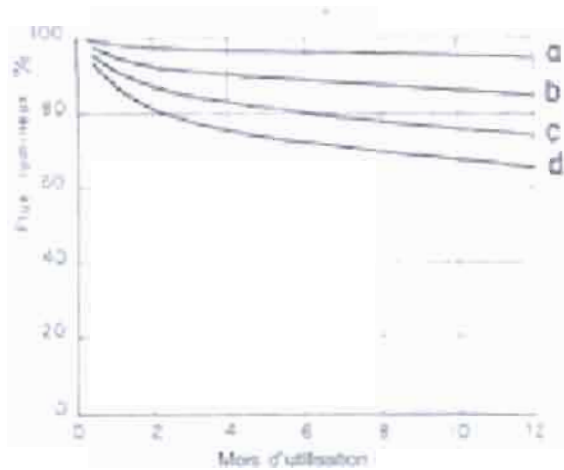
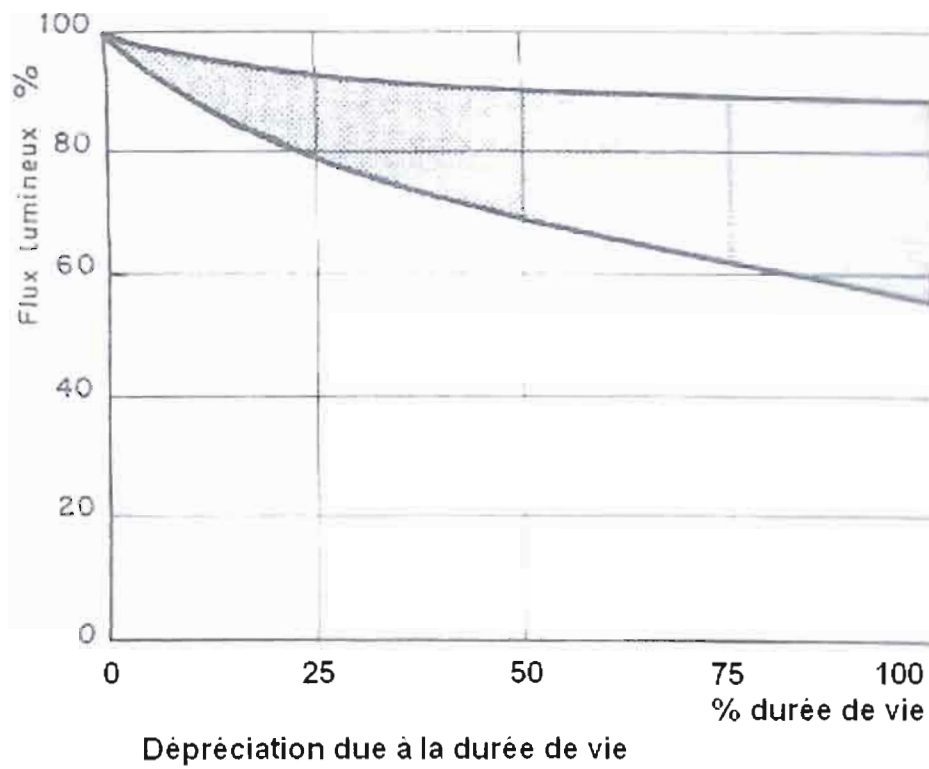
([7] Ministère de la coopération et du développement, 1991)

RACES	POIDS		PRODUCTION DES ŒUFS			Couleur du plumage
	Coq	Poule	Poids	Nb/an	Déb. ponte	
— Rhode Island Red	3 000 à 3 800 g	2 500 à 3 000 g	51/53 g	135 (a)	160 à 175 j	Rouge acajou
— Sussex	3 000 à 4 000 g	2 800 à 3 500 g	50/54 g	104 (a) 140 (c)	160 à 180 j	Blanche herminée
— Leghorn	2 500 à 2 800 g	1 750 à 2 000 g	52 g	125 (a)	160 à 180 j	Blanche
— Rhode Island Red x Sussex				150 (a) à 180 (b)	4 mois 1/2 ou 5 mois	Coq : Sussex Poule : rouge clair Auto- sexable
— Locales en condi- tions naturelles	1 500 à 2 000 g	600 à 1 200 g	35 g	60/80	4 à 5 mois	
— Locales en station			35/40 g	100		
— Métisses		1 500 à 1 800 g	40/45 g	65 (a)	165 à 185 j	

(a) Bamako (Mali) – (b) Basse Côte-d'Ivoire (Bingerville) – (c) Nigeria

Annexe C 1 : Facteur de Dépréciation

([6] R.Bourgeois, 1991)

Dépréciation due à la
poussière

Dépréciation due à la durée de vie

Annexe C 2 : Répartition des luminaires

([6] R.Bourgeois, 1991)

— La répartition des luminaires est dictée par l'emplacement des postes de travail.

— La constitution du plafond, la présence de poutres apparentes, de caissons, peuvent apporter des limitations dans la détermination de la position et du nombre de luminaires, mais on cherchera à se rapprocher des dispositions ci-dessus.



Classe du luminaire	Interdistance maximale entre deux luminaires
A	$e = 0,90 h$
B	$e = 1,00 h$
C	$e = 1,10 h$
D	$e = 1,20 h$
E	$e = 1,30 h$
F	$e = 1,40 h$
G	$e = 1,45 h$
H	$e = 1,50 h$
I	$e = 1,50 h$
J	$e = 1,50 h$

Annexe C 3 : Nombre de luminaire

([6] R.Bourgeois, 1991)

— Le nombre de luminaires est donné par la relation : $\frac{F}{f}$

F = flux lumineux total

f = flux émis par les sources installées dans un luminaire.

— On respectera les interdistances données dans le tableau ci-dessus. Si besoin est, on augmentera le nombre de points lumineux. Éventuellement, on diminuera la puissance lumineuse de chaque source.

Annexe C 4 : Tableau Utilicance

([6] R.Bourgeois, 1991)

$J = 0$

$J = 1/3$

$K = 0,60$

Facteur utilitaire (%)	général	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	mon	70	60	50	40	30	20	10	00	00	00
Classe des 12-années	A	0,83	0,77	0,73	0,70	0,76	0,72	0,72	0,72	0,70	0,69
	B	0,74	0,67	0,62	0,58	0,66	0,61	0,58	0,61	0,58	0,57
	C	0,66	0,58	0,50	0,46	0,55	0,50	0,46	0,49	0,46	0,44
	D	0,60	0,50	0,43	0,35	0,42	0,40	0,38	0,42	0,38	0,36
	E	0,55	0,44	0,36	0,31	0,43	0,36	0,31	0,36	0,30	0,28
	F	0,51	0,38	0,30	0,25	0,37	0,30	0,24	0,29	0,24	0,22
	G	0,53	0,40	0,32	0,27	0,39	0,30	0,27	0,31	0,27	0,24
	H	0,51	0,39	0,31	0,25	0,36	0,30	0,24	0,30	0,25	0,23
	I	0,46	0,33	0,24	0,18	0,31	0,23	0,17	0,23	0,17	0,15
	J	0,44	0,32	0,23	0,17	0,31	0,23	0,17	0,23	0,16	0,14

$K = 0,60$

Facteur utilitaire (%)	général	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	mon	70	60	50	40	30	20	10	00	00	00
Classe des 12-années	A	0,81	0,76	0,72	0,70	0,75	0,72	0,70	0,72	0,70	0,68
	B	0,72	0,65	0,61	0,56	0,60	0,61	0,58	0,61	0,58	0,57
	C	0,63	0,55	0,49	0,46	0,51	0,49	0,46	0,49	0,45	0,44
	D	0,56	0,49	0,42	0,38	0,46	0,42	0,38	0,42	0,38	0,36
	E	0,52	0,40	0,35	0,30	0,41	0,30	0,30	0,35	0,30	0,28
	F	0,48	0,36	0,29	0,24	0,36	0,29	0,24	0,29	0,24	0,22
	G	0,50	0,36	0,31	0,26	0,36	0,31	0,25	0,31	0,26	0,24
	H	0,48	0,37	0,30	0,25	0,36	0,29	0,25	0,29	0,24	0,23
	I	0,43	0,30	0,23	0,17	0,30	0,22	0,17	0,22	0,17	0,15
	J	0,40	0,30	0,22	0,16	0,29	0,22	0,16	0,22	0,16	0,14

$K = 0,60$

Facteur utilitaire (%)	général	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	mon	70	60	50	40	30	20	10	00	00	00
Classe des 12-années	A	0,89	0,83	0,80	0,77	0,83	0,79	0,77	0,79	0,77	0,75
	B	0,82	0,75	0,70	0,67	0,74	0,70	0,68	0,69	0,66	0,65
	C	0,75	0,66	0,60	0,56	0,65	0,60	0,56	0,59	0,55	0,54
	D	0,70	0,60	0,53	0,48	0,58	0,52	0,48	0,52	0,47	0,45
	E	0,65	0,55	0,48	0,40	0,52	0,45	0,40	0,44	0,40	0,37
	F	0,60	0,51	0,43	0,37	0,50	0,43	0,37	0,42	0,37	0,35
	G	0,61	0,49	0,41	0,35	0,48	0,40	0,35	0,40	0,34	0,32
	H	0,58	0,47	0,38	0,30	0,45	0,38	0,30	0,37	0,32	0,29
	I	0,56	0,43	0,34	0,27	0,41	0,33	0,27	0,32	0,27	0,24
	J	0,54	0,40	0,31	0,24	0,39	0,30	0,24	0,29	0,23	0,21

$K = 0,60$

Facteur utilitaire (%)	général	70	70	70	70	50	50	50	30	30	00
	mon	70	60	50	40	30	20	10	00	00	00
Classe des 12-années	A	0,87	0,80	0,79	0,77	0,82	0,79	0,77	0,79	0,76	0,75
	B	0,80	0,74	0,70	0,66	0,73	0,69	0,66	0,69	0,66	0,65
	C	0,73	0,64	0,59	0,55	0,64	0,59	0,55	0,59	0,55	0,54
	D	0,67	0,56	0,52	0,47	0,57	0,51	0,47	0,51	0,47	0,45
	E	0,63	0,51	0,44	0,40	0,51	0,44	0,40	0,44	0,39	0,37
	F	0,60	0,49	0,42	0,37	0,48	0,40	0,37	0,41	0,37	0,35
	G	0,58	0,47	0,40	0,34	0,46	0,39	0,34	0,39	0,34	0,32
	H	0,56	0,45	0,37	0,31	0,44	0,37	0,31	0,36	0,31	0,29
	I	0,53	0,41	0,32	0,27	0,40	0,32	0,27	0,32	0,27	0,24
	J	0,51	0,38	0,29	0,23	0,37	0,29	0,23	0,29	0,23	0,21

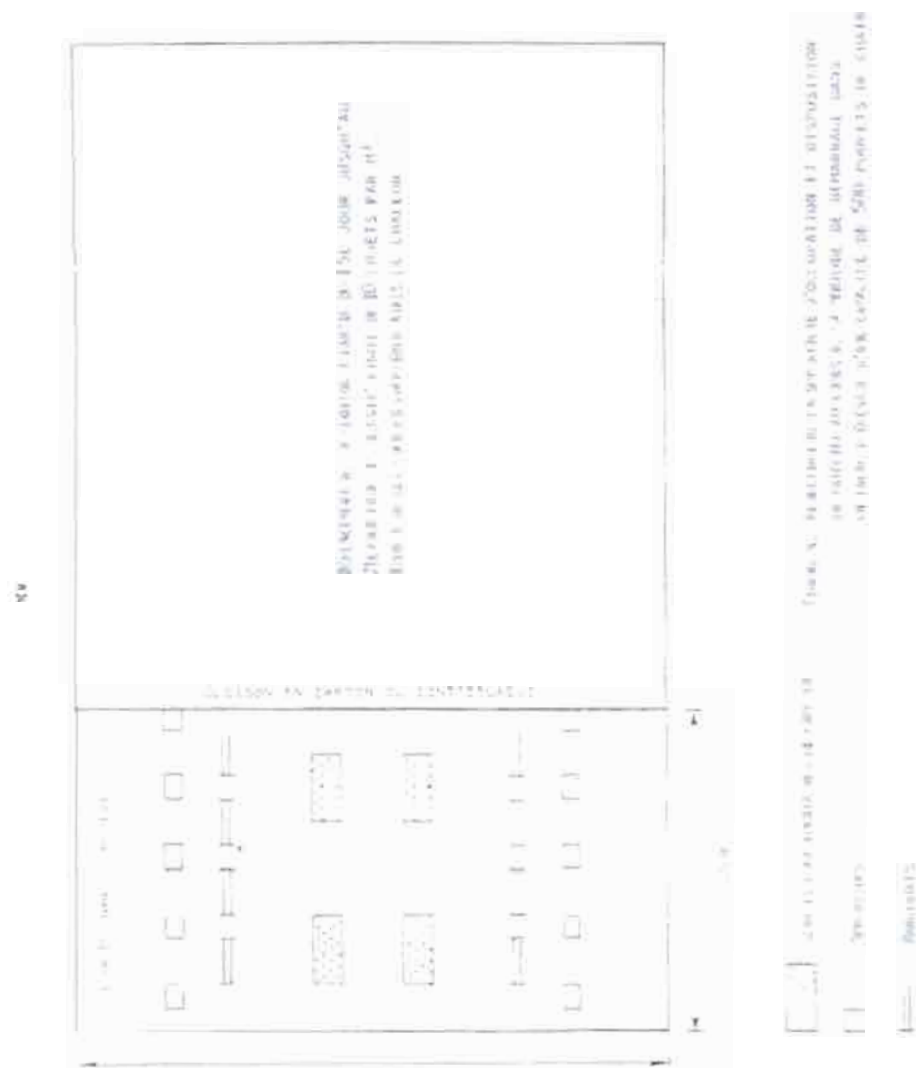
Annexe C 5 : Lampes à incandescence ordinaires

([6] R.Bourgeois, 1991)

APTITUDES → TYPE ↓	FORMES ↓	ASPECT ↓	CULOTS ↓	PUISSANCE ↓		UTILISATIONS OBSERVATIONS	
				Watts	FLUX LUMINEUX ↓ Lumens		
LAMPES À INCANDESCENCE ORDINAIRES (D'APRÈS EDF) 2800 à 3000 K	LAMPES ORDINAIRES 		balconnette vis	40 60 75 100 150 200 300 500 750 1 000 1 500 2 000	350 600 850 1 300 2 100 2 950 4 750 8 500 13 500 18 500 27 700 37 000	Reste d'un emploi très général. Permet de réaliser économiquement des installations à faible durée d'utilisation. Branchement direct sur le secteur sans appareillage. Allumage instantané. Faible encombrement.	
	LAMPES STANDARD 		claires dépolies opalescées	balconnette vis	40-60 75-100 150-200	450-750 890-1400 2200-3000	La plus utilisée pour l'éclairage domestique.
	LAMPES AU KRYPTON 		claires dépolies opalescées	balconnette vis	40-60 75-100 150	400-700 900-1300 1900	Remplace avantageusement la lampe standard pour un encombrement identique.
	LAMPES FLAMME 		claires dépolies opalescées	balconnette vis	15-25 40-60	120-200 350-700	Pour luminaires décoratifs.
	LAMPES TORSADÉES 		claires dépolies	balconnette vis	25-40 60	210-400 680	Pour luminaires décoratifs.
	LAMPES SPHÉRIQUES 		claires dépolies	balconnette vis	15-25 40-60	120-200 400-700	Pour appliques.
	LAMPES À RÉFLECTEUR INCORPORÉ 		claires dépolies couleurs	balconnette vis	40-60 75-100 150-200	400-700 900-1300 1900-3000	Lampes à faisceau lumineux dirigé. Employées encastrées dans des faux plafonds avec une ventilation suffisante.
	LAMPES À CALOTTE ARGENTÉE 		claires	vis	60-100-200		
	LAMPES OBLIQUES À CALOTTE ARGENTÉE 		claires	vis	40-60		
	LAMPES TUBE À CULOT UNIQUE 		claires opalescées	balconnette vis	15-25 40-60	100-210 400-700	Pour appliques ou hublots.
	LAMPES LINÉAIRES À CULOTS AXIAUX		claires dépolies	spéciaux	longueurs de 140 à 300 mm 25 à 100 W	220 à 900	
			claires dépolies	spéciaux	longueurs de 300 à 500 mm 60 W		

Annexe B 2 : Plan poussinière avec cloison démontable

([4] EISMV, 1989)



Annexe A 5 : Valeurs alimentaires des principales matières premières

([4] EISMV, 1989)

	EM Kcal/Kg	PB (%)	Lys. (%)	Méth. (%)	Ca (%)	P disp. (%)
Céréales						
Maïs	3.300	9,7	0,32	0,20	0,01	0,05
Mil	2.860	11,8	0,27	0,17	0,04	0,04
Sorgho	3.180	8,5	0,27	0,16	0,03	0,05
Blé	3.050	11,3	0,32	0,19	0,06	0,18
Sous-produits divers						
Tourteau d'arachide	2.825	47,2	1,49	1,34	0,16	0,06
Tourteau de coton	1.945	41,0	1,72	0,59	0,20	0,10
Tourteau de palmiste	1.240	18,5	0,66	0,32	0,28	0,09
Farine de poisson	3.300	62,7	4,72	1,77	5,05	2,55
Son de riz	1.860	7,0	0,21	0,10	0,07	0,14
Farine basse de riz	3.000	11,2	0,55	0,27	0,04	0,19
Son de blé	2.220	15,6	0,62	0,23	0,11	0,32
Sources de minéraux						
Carbonate de calcium	-	-	-	-	38	-
Calcaires naturels	-	-	-	-	39	0,02
Coquilles d'huîtres	-	-	-	-	38	0,05
Coquillages marins	-	-	-	-	35	0,03
Phosphate tricalcique	-	-	-	-	37	19,5
Farine d'os	400	6	-	-	23,5	11,2
Autres aliments						
Huile végétale	9.250	-	-	-	-	-
Lysine de synthèse	3.870	95,6	99	-	-	-
Méthionine de synthèse	4.950	58,7	-	98,9	-	-

Annexe A 6 : Exemples de formules expérimentées à l'INDR pour poules pondeuses
 ([4] EISMV, 1989)

Matières premières. Poulettes 2 à 8 semaines Poulettes 8 à 20 semaines Poules pondeuses						
Maïs	25 %	-	-	-	26,5 %	26 %
Sorgho	12,5 %	23 %	41 %	21 %	11,8 %	15 %
Mil	25 %	40 %	27 %	50 %	-	13 %
Farine basse de riz	-	-	-	-	15 %	-
Son de riz	9,6 %	12 %	10 %	12 %	11 %	11 %
Tourteau d'arachide	25 %	15 %	15 %	9 %	20 %	16 %
Farine de poisson	-	4 %	3 %	2 %	4,5 %	4,5 %
Huile d'arachide	-	-	-	-	-	-
Craie	0,5 %	-	1,5 %	-	9,15 %	9,2 %
Phosphate tricalcique	1,4 %	0,85 %	2 %	0,9 %	1,2 %	-
Lysine	0,3 %	0,15 %	-	0,1 %	0,20 %	0,21 %
Méthionine	0,2 %	-	-	-	0,15 %	0,09 %
CMV du commerce	0,5 %	5 %	0,5 %	5 %	0,5 %	5 %

Annexe B 3 : Besoins quotidiens et normes en fonction de l'âge

([4] EISMV, 1989)

DURETÉS	POULETS DE CHAIR										POULETTS		POULES
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 à 20	21 à 76	
Âges en semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 à 20	21 à 76	
Poids vif unitaire (g)	120	240	450	850	1.150	1.550	1.800	2.000					
Consommation d'aliment (kg/j)	15	50	60	90	120	140	140	150			90-120	120-140	
Consommation d'eau (l)	30	100	120	180	240	280	280	300			250-300	300	
Température ambiante (°C)													
- sous l'élevage	32-35	28	26										
- dans la salle	26	24	22	20	18	18	18	18	18	18	18-20	18-20	
Aérations													
- Syphoide 2 l	8												
- Syphoide 5 l		30	40										
- Syphoide 20 l		10	12			15-20					40	40	
- Double face (m)	6	6	8			10					10-12	10-12	
Mangroires													
- Tréte de 25 kg (nombre)	25				35						40	50	
- A double face (m)	20				45						110	130	

Annexe D 3 : Paramètres économiques des élevages

([4] EISMV, 1989)

Calcul de la marge brute d'un élevage avicole (poulets de chair ou poules pondeuses) réalisé au cours d'un cycle de production (poulets de chair = 2 mois; poules pondeuses = 18 mois).

Charges fixes et variables/Recettes

Montants en FCFA

Charges fixes

- Main-d'oeuvre
- Amortissement des bâtiments (10 à 15 ans)
- Amortissement du matériel (5 ans)
- Achat des poussins
- Frais généraux (5% des charges fixes)

Charges variables

- Frais d'électricité
- Eau
- Frais vétérinaires
- Désinfection des locaux
- Aliments
- Litière (sol et nids de poules)
- Alvéoles pour les oeufs (poules pondeuses)
- Frais d'abattage (si les animaux sont vendus en carcasses)

Total des charges fixes et variables

Recettes

- Poules pondeuses
 - * Vente des oeufs
 - * Vente des poules à la réforme
- Vente des poulets
- Vente des fientes

Total des Recettes

Marge brute = Recettes - Charges (fixes et variables)

Annexe A 7 : Types de programme de vaccination appliqué en Afrique de l'Ouest
([4] EISMV, 1989)

Poulets de chair

1er jour :

Maladie de Newcastle (Hitchner B1) par trempage du bec
ou en oculo-nasal.

9e jour :

Maladie de Gumboro dans l'eau de boisson.

21e jour :

Rappel Newcastle (Lasota).

Poules pondeuses

1e jour :

Newcastle (Hitchner B1)

9e jour :

Gumboro dans l'eau de boisson

21e jour :

Rappel Newcastle (Lasota)

49e jour :

Rappel Gumboro

12e semaine :

Variole, transfixion

18e semaine :

Vaccin trivalent Newcastle + Gumboro + EDS 76

Vaccin contre la Salmonellose

Annexe B 4 : Table des valeurs des paramètres Q_m ; v ; K ; δ ; γ du dimensionnement des tapis

([2] EXOCET)

1 Débit théorique q_m en m^3/h avec $v = 1$ m/sec.

Largeur de bande (mm)	Bande plate (m ² /h)	Bande en sautoir d'épaisseur DIN 22101	$L_1 = L_2$	sautoir 20° (m ² /h)	sautoir 25° (m ² /h)	sautoir 30° (m ² /h)	sautoir 35° (m ² /h)	sautoir 40° (m ² /h)	sautoir 45° (m ² /h)
300	12		132						
400	23		165						
500	38		200	74	80	87	91	95	98
650	69		250	133	144	156	164	172	176
800	108		315	208	227	244	258	269	276
1000	173		380	336	365	394	415	434	445
1200	255		465	494	537	580	610	638	654
1400	351		530	680	738	798	840	878	900
1600	464		600	898	976	1055	1110	1160	1190
1800	592		670	1145	1245	1340	1415	1475	1515
2000	735		740	1422	1545	1665	1760	1835	1880
2200	893		800	1730	1880	2030	2140	2235	2290
2400	1070		870	2070	2250	2430	2560	2670	2740
2600	1260		940	2430	2640	2850	3000	3135	3220
2800	1465		1000	2840	3085	3330	3510	3660	3760
3000	1683		1070	3270	3550	3830	4040	4210	4320



2 Coefficient k pour bandes inclinées

δ°	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
k	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81
δ°	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
k	0,78	0,76	0,73	0,71	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59	0,56

3 Densité apparente γ en t/m^3

Déblais	1,40–1,80	Argile (sèche)	1,60
Basalte (0–100 mm)	1,60	Argile (humide)	2,00
Remblai	1,20–1,60	Mortier	1,70–1,80
Béton-chaux	2,00	Sable pétrolifère	1,50
Lignite, blocs		Phosphate	1,20
(séché à l'air humidité naturelle)	0,65–0,78	Porphyre (gros gravier)	1,39–1,45
Brique de lignite	0,72–0,82	Boulets	1,00–1,11
Terre (sèche)	1,60	Pyrite (fer sulfuré)	2,00–2,50
Terre (humide)	2,00	Seigle	0,68–0,79
Minéral (fin)	1,70	Betteraves	0,65–0,75
Sable de fonderie (mélangé)	1,30	Sable (sec)	1,60
Eboulis	1,80	Sable (humide)	2,00
Avoine	0,43–0,60	Scories	0,60
Scorie de haut fourneau	2,50–3,00	Houille (Lorraine)	0,80–0,87
Chaux	1,70–1,80	Houille (Loire)	0,76–0,80
Pierre à chaux	1,50–1,80	Houille (Nord-Pas de Calais)	0,72–0,80
Pommes de terre	0,65–0,75	Sell gemme (broyé)	1,00
Gravier (sec)	1,80	Terre glaise (sèche)	1,80
Cokes (sec)	0,35–0,45	Blé	0,76
Cokes (mines)	0,50–0,55	Ciment-brique concassé jusqu'à 10 mm	2,00

4 Coefficient C

	3	4	5	6	8	10	12,5	16	20	25	32	40
C	9	7,6	6,6	5,9	5,1	4,5	4	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4
	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400	500	1000
C	2,2	2	1,85	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,05	1,05

DIN 22101 Février 1942

Annexe B 5 : Valeurs de f ; épaisseur et propriétés des revêtements

([2] EXOCET)

5 Valeurs de «f»

Installations bien réalisées:	$f = 0,018$
Valeur standard	$f = 0,020$
Conditions défavorables	de $f = 0,023$
de service	à $f = 0,030$

Produit: avec faible frottement intérieur
 Produit: normal
 Produit: avec grand frottement intérieur
 (Voies de taille au fond, flèche de la bande)

6 Valeurs pour l'épaisseur du revêtement

Bandes textiles

Mode d'utilisation	Produit	Côté porteur mm	Epaisseur des revêtement côté inférieur mm
Convoyeurs mobiles	produit fin en vrac		
Evacuation de boues	produit léger en morceaux	2	1
Installations de fond et de surface	houille, potasse, gravier, minéral fin, déblais	2-4	2
Installations de fond et de surface	charbon brut, minerais, pierres, déblais	4-8	2-3
Bandes de transfert			
Bandes pour roue-pelles, remblayage	charbon en blocs, déblais, pierres, minerais	8-12	3-4
Bandes de transfert			
Bandes à câbles d'acier			
Installations de fond et de surface	houille, potasse, gravier, minéral fin, déblais	4-6	4-5
Installations de fond et de surface	charbon brut, minerais, pierres, déblais	6-10	5-6
Bandes de transfert			
Bandes pour roue-pelles, remblayage, Bandes de transfert	charbon en blocs, déblais, pierres, minerais	12-16	

Revêtements

DIN 22102 Sept. 1970

Désignation de la qualité		M	N	P	Q
Résistance longitudinale à la traction (min.) daN/cm ²		250	200	150	100
Allongement longitudinal à la rupture (min.) %		450	400	350	300
Abrasion (max.) mm ³		150	200	250	300

Propriétés des revêtements

	résistance	abrasion	Comportement à la température °C		durée		qualité
			min.	max.	min.	polites	DIN 22102
Technique d'extraction							
Exigences élevées	XXX	XX	-40			+ 70	M
Technique d'extraction générale	XX	XX	-30	+ 70		+ 90	N
Installation de fond, mines	XX	XX					N
Manutention de produits à haute température	X	X	-20	+130		+150	T
	X	X	-20	+180			T
Manutention sous action huile et graisse	X	X	-10	+ 70	-20	+ 90	G

Annexe B 6 : Poids des parties tournantes et valeurs de $e^{\gamma\alpha}$ et $\frac{1}{e^{\gamma\alpha}-1}$

([2] EXOCET)

9

Poids en kg des parties tournantes des rouleaux porteurs (indices)

Largeur bande mm	Diamètre extérieur mm															
	51		70		89		108		133		159		191		218	
	droite	auge	droite	auge	droite	auge	droite	auge	droite	auge	droite	auge	droite	auge	droite	auge
300	1,6	2,4	2,7	4,1												
400	1,9	2,7	3,2	4,6												
500	2,2	3,0	3,7	5,1												
650			4,4	5,8	6,5	9,1										
800			5,4	6,8	7,8	10,4	11,4	16,0								
1000					9,1	11,7	13,3	17,9	17,5	23,5						
1200							15,7	20,3	20,7	26,7	28,3	36,9				
1400									23,2	29,2	31,7	40,3				
1600									25,8	31,8	35,2	43,8				
1800											38,7	47,2	55,5	70,5		
2000											42,2	50,8	60,3	75,3		
2200													65,1	80,1	84,7	104,7
2400													69,9	84,9	90,9	110,9
2600													74,8	89,8	97,1	117,1
2800													79,5	94,5	103,3	123,3
3000													84,3	99,3	109,5	129,5

poids en kg/m des parties tournantes des supports

α = intervalle entre les rouleaux porteurs supérieurs
 u = intervalle entre les rouleaux porteurs inférieurs
 Exemple: bande en auge = 1200 mm,
 rouleaux $\varnothing$ = 159 mm, α = 1,2 m, u = 2,4 m

(valeurs moyennes)

Pour les rouleaux supérieurs: $G_{RO} = \frac{36,9}{1,2} = 30,8 \text{ kg/m}$

Pour les rouleaux inférieurs: $G_{RI} = \frac{28,3}{2,4} = 11,8 \text{ kg/m}$

10

Valeurs de $e^{\gamma\alpha}$

α°	μ 0,20	μ 0,25	μ 0,30	μ 0,35	μ 0,40	μ 0,45	μ 0,50
180	1,88	2,20	2,56	3,00	3,51	4,12	4,82
190	1,94	2,29	2,70	3,18	3,75	4,44	5,25
200	2,01	2,40	2,85	3,40	4,04	4,82	5,73
210	2,08	2,50	3,00	3,60	4,32	5,20	6,23
220	2,16	2,60	3,17	3,83	4,65	5,64	6,82
230	2,23	2,73	3,32	4,07	4,97	6,09	7,43
240	2,32	2,85	3,51	4,34	5,35	6,60	8,13

11

Valeurs de $\frac{1}{e^{\gamma\alpha}-1}$

α°	μ 0,20	μ 0,25	μ 0,30	μ 0,35	μ 0,40	μ 0,45	μ 0,50
180	1,15	0,83	0,64	0,50	0,40	0,32	0,26
190	1,06	0,77	0,59	0,46	0,36	0,29	0,23
200	0,99	0,71	0,54	0,42	0,33	0,26	0,21
210	0,93	0,67	0,50	0,38	0,30	0,24	0,19
220	0,86	0,63	0,48	0,35	0,27	0,22	0,17
230	0,81	0,58	0,43	0,33	0,25	0,20	0,16
240	0,76	0,54	0,40	0,30	0,23	0,18	0,14

Annexe B 7 : Diamètre de tambours

([2] EXOCET)

12 Diamètres de tambours

Les bandes fortement chargées (à faible coefficient de sécurité) imposent naturellement des diamètres de tam-

bours plus ~~grands~~ que les bandes dont la capacité de charge ~~est~~ pas complètement utilisée.

Bandes textiles

Bandes à plusieurs plis

Ø mm	Résistance des plis daN/cm*		
	Effort de traction		
	100 %	50 %	30 %
	A — B	A — B	A — B
1600	630 500		A B
1400	400 315	630 500	
1250	250 200	400 315	630 500
1000	160 125	250 200	400 315
800	100 80	160 125	250 200
630	63 50	100 80	160 125
400		63 50	100 80
315			63
200			50
160			

A = entraînement B = retour

* daN/cm → kg/cm

Bandes à deux plis

Ø mm	Types de bande		
	Effort de traction		
	100 %	50 %	30 %
	A — B	A — B	A — B
800	1000/2		A B
630	800/2 1000/2		
500 BB 22109	630/2 800/2 1000/2		
400	500/2 630/2 800/2		
315	400/2 500/2 630/2		
250	315/2 400/2 500/2		
200	250/2 315/2 400/2		
160	200/2 250/2 315/2		

Bandes à câbles d'acier

Effort de traction	100 %			50 %			30 %		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
St 630	630	500	400	500	400	320	400	400	320
St 800	630	500	400	500	400	320	400	400	320
St 1000	800	630	500	630	500	400	500	400	400
St 1250	800	630	500	630	500	400	500	400	400
St 1600	1000	800	500	800	630	500	630	500	400
St 2000	1000	800	500	800	630	500	630	500	400
St 2500	1250	1000	500	1000	800	500	800	630	500
St 3150	1250	1000	600	1000	800	500	800	630	500
St 4000	1400	1250	630	1250	1000	500	1000	800	500
St 5000	1600	1400	800	1400	1250	630	1250	1000	630
St 5400	1800	1600	800	1600	1400	800	1400	1250	630
St 6300	1800	1600	800	1600	1400	800	1400	1250	630

A = entraînement

B = retour

C = rayon de flexion (30° arc)

(mm)