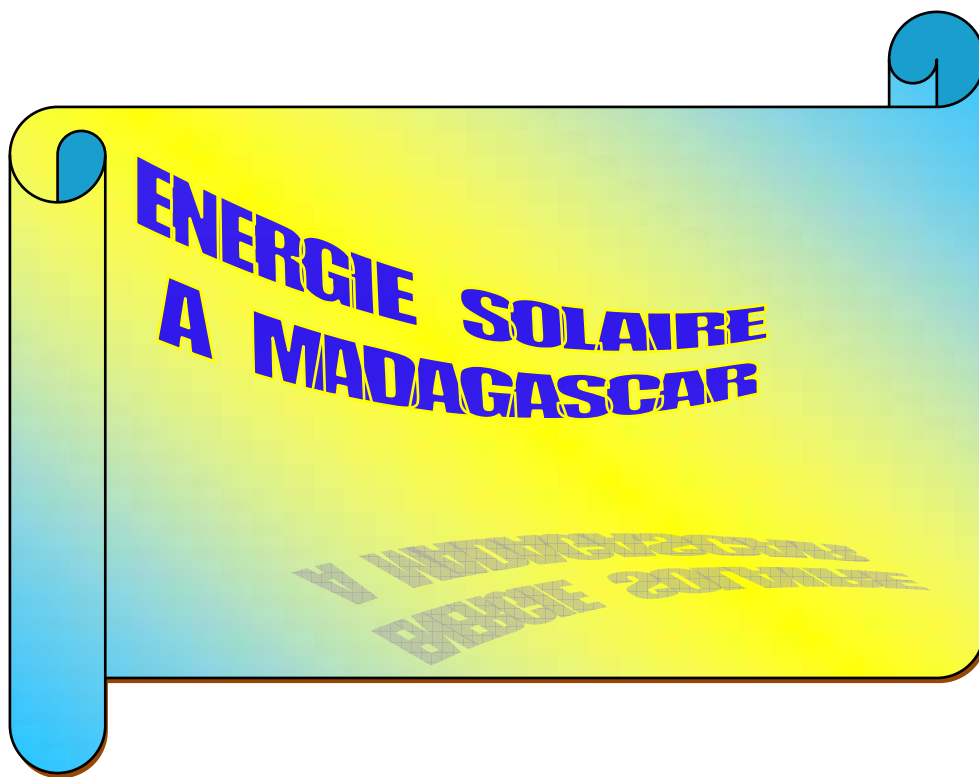


Chapitre III



III.1 – L'ELECTRICITE A MADAGASCAR

La JIRAMA (Jiro sy Rano Malagasy) créée le 17 Octobre 1975 est la seule société d'état assurant le service public dans le domaine de l'électricité. Mais cette société peine à satisfaire une demande de plus en plus grande à cause de l'insuffisance de la production. En 2006, la puissance électrique disponible à Madagascar est seulement 287 MW. Cette puissance provient des centrales hydroélectriques et thermiques. Le tableau III.1 nous donne les détails [1].

Direction inter-régionale	Puissance installée (MW)		
	Thermique	Hydraulique	Total
RI-Tana	78	94	172
RI-Tamatave	24	7	31
RI-Fianarantsoa	8	6	14
Centres autonomes	4	~0	4
Antsirabe	5	0	5
Majunga	23	0	23
Diego-Suarez	26	0	26
Tuléar	12	0	12
TOTAL	180	107	287

Source [1]

Tableau III.1 : Parcs de production Electricité JIRAMA (Mars 2006)
(RI-Tana : Réseaux Interconnectés situés à Antananarivo)

D'après [1], selon la figure III.1 et les tableaux III.2 et III.3, Madagascar a un taux d'électrification extrêmement faible. En effet, à la fin de l'année 2005, la JIRAMA dessert environ 400000 abonnés sur une population estimée à 18 millions d'habitants. Les taux moyens d'accès national et rural à l'électricité sont respectivement 16% et 5%.

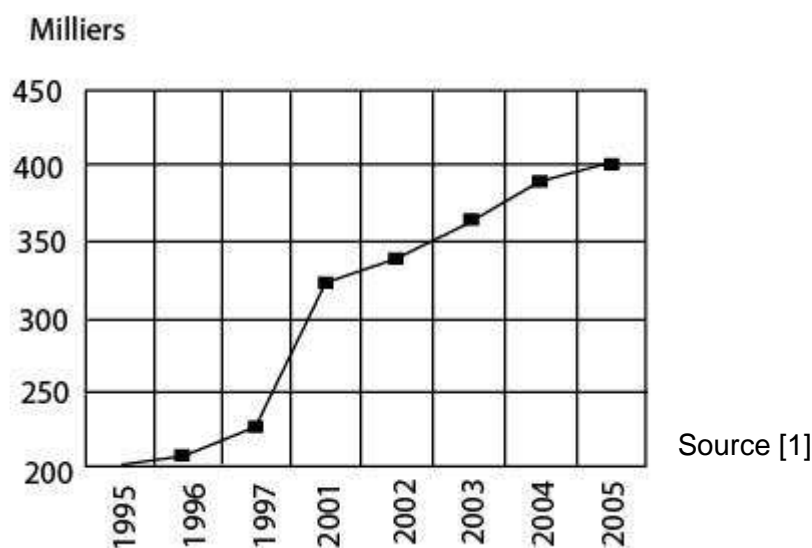


Fig III.1 - Nombre d'abonnés

Année	2001	2002	2003	2004	2005
Industriels (MT/HT)	891	869	860	870	894
Résidentiels	311672	328869	354863	381 401	390 989
PME/Services	7352	7568	7789	8 482	8 890
Eclairage Public	902	976	971	1 040	1 073
TOTAL	320817	338282	364483	391 793	401 846

Source [1]

Tableau III.2 : Répartition des abonnés

Année	2003	2004	2005
Taux d'accès à l'électricité	14,8	15,5	16
Taux d'accès urbain	68,2	71	72
Taux d'accès rural	3,2	3,9	5

Source [1]

Tableau III.3 : Taux d'accès à l'électricité

Selon ce tableau III.3, seuls 5% des zones rurales ont actuellement accès à l'électricité à Madagascar. Mais l'électrification rurale joue un rôle très important pour le développement de l'économie de ce pays qui dépend de celui du monde rural car elle peut améliorer les conditions de vie et désenclaver ces zones où regroupent les 70% de la population malgache. Pour pallier à cette insuffisance d'énergie électrique, on doit accorder une grande place à l'énergie solaire qui peut se transformer en électricité à l'aide des panneaux solaires photovoltaïques. Ceci est primordial surtout pour les sites isolés où ce type d'énergie est la seule alternative pour pouvoir déjà assurer, par exemple, l'éclairage, l'alimentation en courant électrique des réfrigérateurs qui conservent les médicaments (vaccins) du dispensaire du village, etc....

III.2 - SITUATIONS GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE DE MADAGASCAR

Madagascar est une grande île de l'Océan Indien ayant une superficie de 587 040 km². Elle est située dans l'hémisphère sud (hémisphère austral). C'est un pays appartenant au fuseau horaire numéro trois (NF = 3). Cette île est limitée d'une part par les deux parallèles correspondant respectivement aux latitudes 11°56'S (Cap d'Ambre (région Diana)) et 25°36'S (Tanjon'i Vohimena (région Androy)) et d'autre part, par les deux méridiens de longitudes respectives 43°14'E (Andavadoaka (région Atsimo-Andrefana)) et 50°28'E (Bezavary (région Sava)).

Le tableau III.4 donne les caractéristiques géographiques de ces lieux indiqués entre parenthèses.

En conséquence, le tropique du Capricorne (parallèle situé à 23°27' de latitude Sud) traverse l'île. Madagascar est alors un pays au climat tropical où il y a deux principales saisons : l'été et l'hiver.

La durée du jour et celle de la nuit ne sont pas égales en été et en hiver. Par contre, ces durées sont identiques le 21 Mars et le 21 Septembre (Equinoxes) dates marquant la séparation de ces deux saisons.



Fig III.2 - Carte de Madagascar

Site	Latitude	Longitude	Altitude [m]
Cap d'Ambre (**)	11°56'S	49°15'E	50 à 200
Antsiranana	12°16'S	49°17'E	50 à 200
Nosy Be	13°21'S	48°17'E	50 à 200
Sambava	14°14'S	50°08'E	50 à 200
Bezavary (*)	15°19'S	50°28'E	50 à 200
Mahajanga	15°43'S	46°17'E	50 à 200
Marovoay	16°06'S	46°38'E	50 à 200
Ile Sainte Marie	16°54'S	49°55'E	50 à 200
Maevantanàna	16°57'S	46°49'E	50 à 200
Ambatondrazaka	17°48'S	48°26'E	500 à 1000
Maintirano	18°04'S	44°01'E	50 à 200
Toamasina	18°09'S	49°24'E	50 à 200
Antananarivo	18°55'S	47°31'E	1000 à 2000
Vatomandry	19°20'S	48°26'E	50 à 200
Antsirabe	19°53'S	47°01'E	1000 à 2000
Morondava	20°19'S	44°14'E	50 à 200
Fianarantsoa	21°28'S	47°04'E	1000 à 2000
Andavadaoka (*)	22°04'S	43°14'E	50 à 200
Manakara	22°09'S	47°59'E	50 à 200
Ambohitsabo	22°19'S	43°14'E	50 à 200
Ihosal	22°24'S	46°07'E	500 à 1000
Betroka	23°14'S	46°05'E	500 à 1000
Toliary	23°21'S	43°39'E	50 à 200
Benenitra	23°27'S	45°04'E	200 à 500
Ivahona	23°27'S	46°10'E	200 à 500
Ambohimahavelona	23°27'S	43°53'E	500 à 1000
Ampanihy	24°41'S	44°43'E	200 à 500
Taolagnaro	25°01'S	46°59'E	50 à 200
Tanjon'i Vohimena (**)	25°36'S	45°09'E	50 à 200

Source [4]

Tableau III.4 Quelques sites de Madagascar

(**) : extrémités Nord et Sud de Madagascar ;(*) : extrémités Est et Ouest de Madagascar

D'après le paragraphe III.1, Madagascar est alors un pays qui a encore beaucoup à faire en matière d'électrification rurale. La majeure partie de la puissance électrique installée actuellement est d'origine thermique c'est-à-dire basée sur l'utilisation du « pétrole ». Pourtant c'est un pays qui dispose d'énorme ressource en énergie renouvelable surtout en énergie solaire. Mais la maîtrise de ce dernier type d'énergie à Madagascar nécessite une étude approfondie. C'est le but de ce travail de recherche.

Le paragraphe III.5 nous montrera les résultats de notre étude.

III.3 - PRESENTATION DU TRAVAIL A FAIRE

Pour un capteur solaire plan placé en un site donné de Madagascar, déterminer :

- les rayonnements direct **S**, diffus **D** et global **G**
- le rayonnement global en fonction de l'heure
- l'énergie globale journalière en fonction de la latitude (aux équinoxes et solstices)
- l'énergie globale journalière en fonction de l'inclinaison (en été et en hiver)
- l'énergie globale en fonction du jour

Pour répondre à tout ce qui vient d'être énuméré, la conception d'un logiciel s'avère tout d'abord nécessaire. Par conséquent, on peut rajouter à la liste précédente :

- la conception d'un logiciel permettant d'étudier et d'évaluer l'énergie solaire captée en un site quelconque de Madagascar

III.4 - LOGICIEL EVALUANT L'ENERGIE SOLAIRE RECUE PAR UN CAPTEUR SOLAIRE PLAN A MADAGASCAR

Le logiciel à utiliser est un logiciel dont le rôle principal est de pouvoir apporter les réponses au travail demandé dans le paragraphe III.3. Le logiciel que nous avons inventé est

dénoté **LOGISOLMAD**, il est basé sur les formules (II – 8 ; II – 16 ; II – 18 ; II – 19) et écrit en langage MATLAB (MATrix LABoratory) pour obtenir les résultats du paragraphe III.5.

a - **Organigramme et algorithmes**

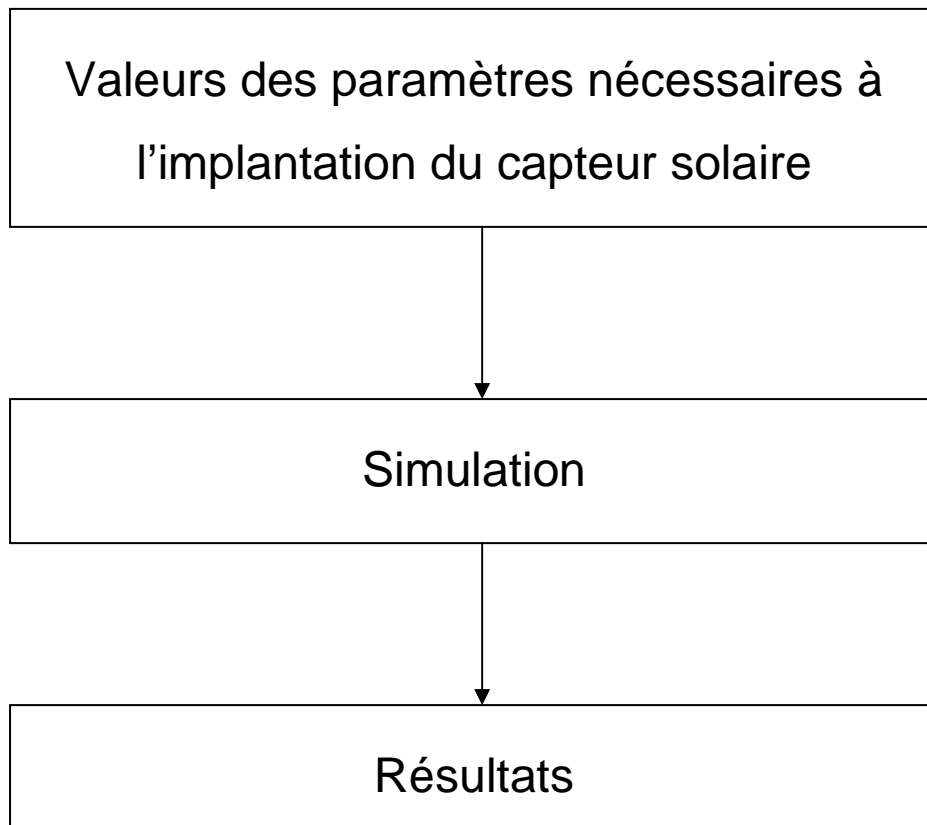


Fig. III.3 - Organigramme

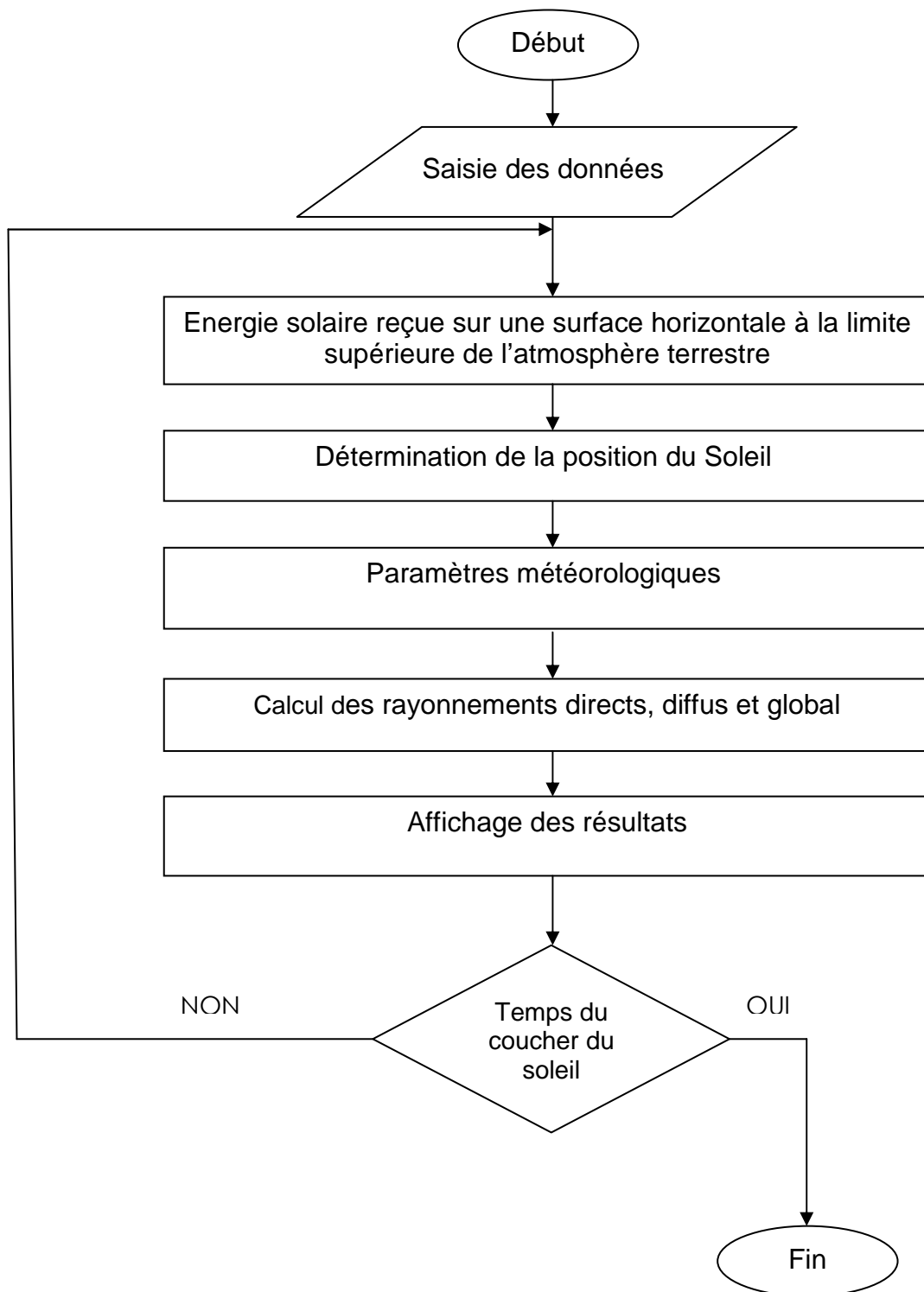


Fig. III.4 - Algorithme de détermination des rayonnements solaires en fonction de l'heure légale

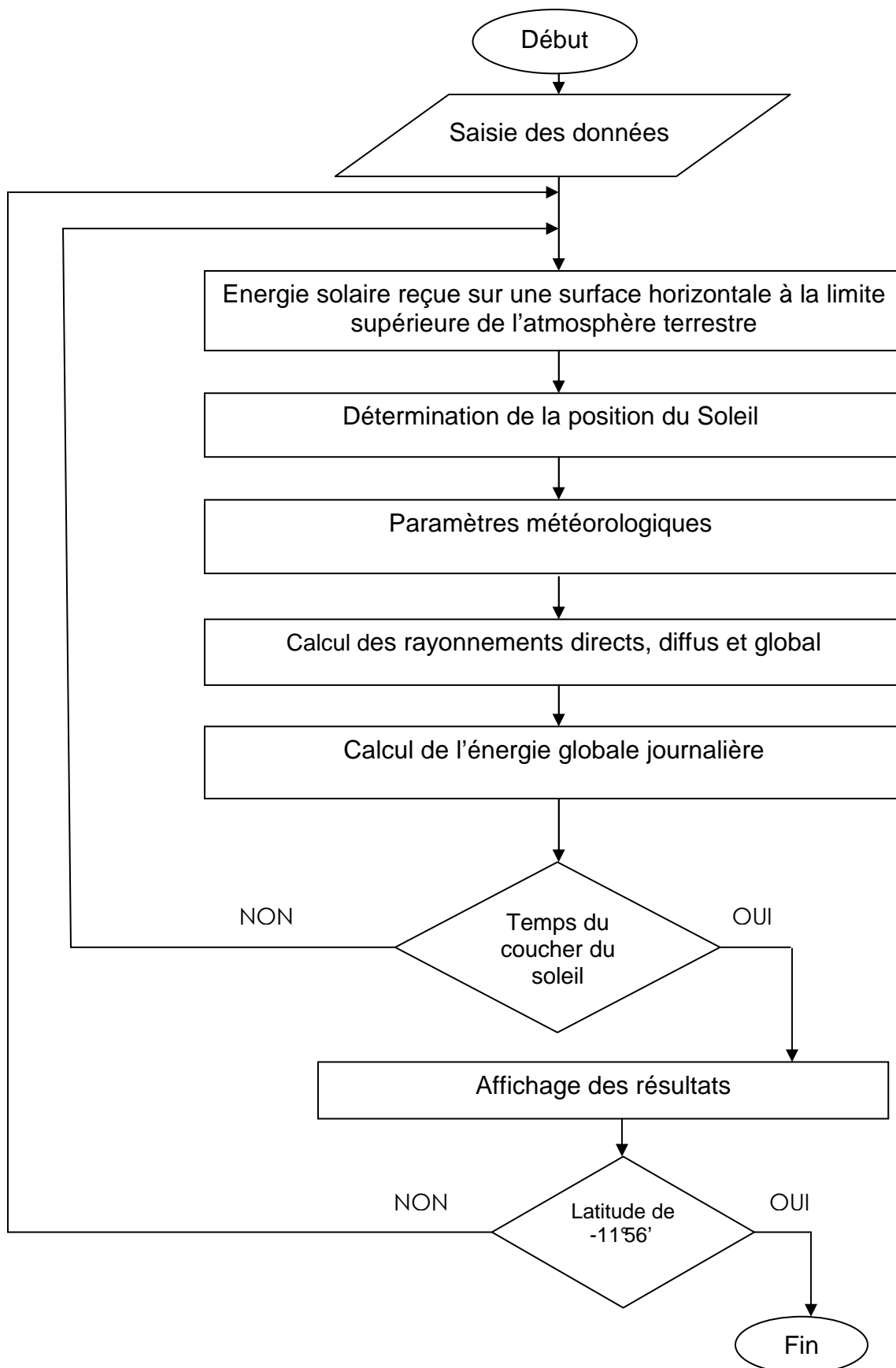


Fig. III.5 - Algorithme de détermination de l'énergie globale journalière en fonction de la latitude

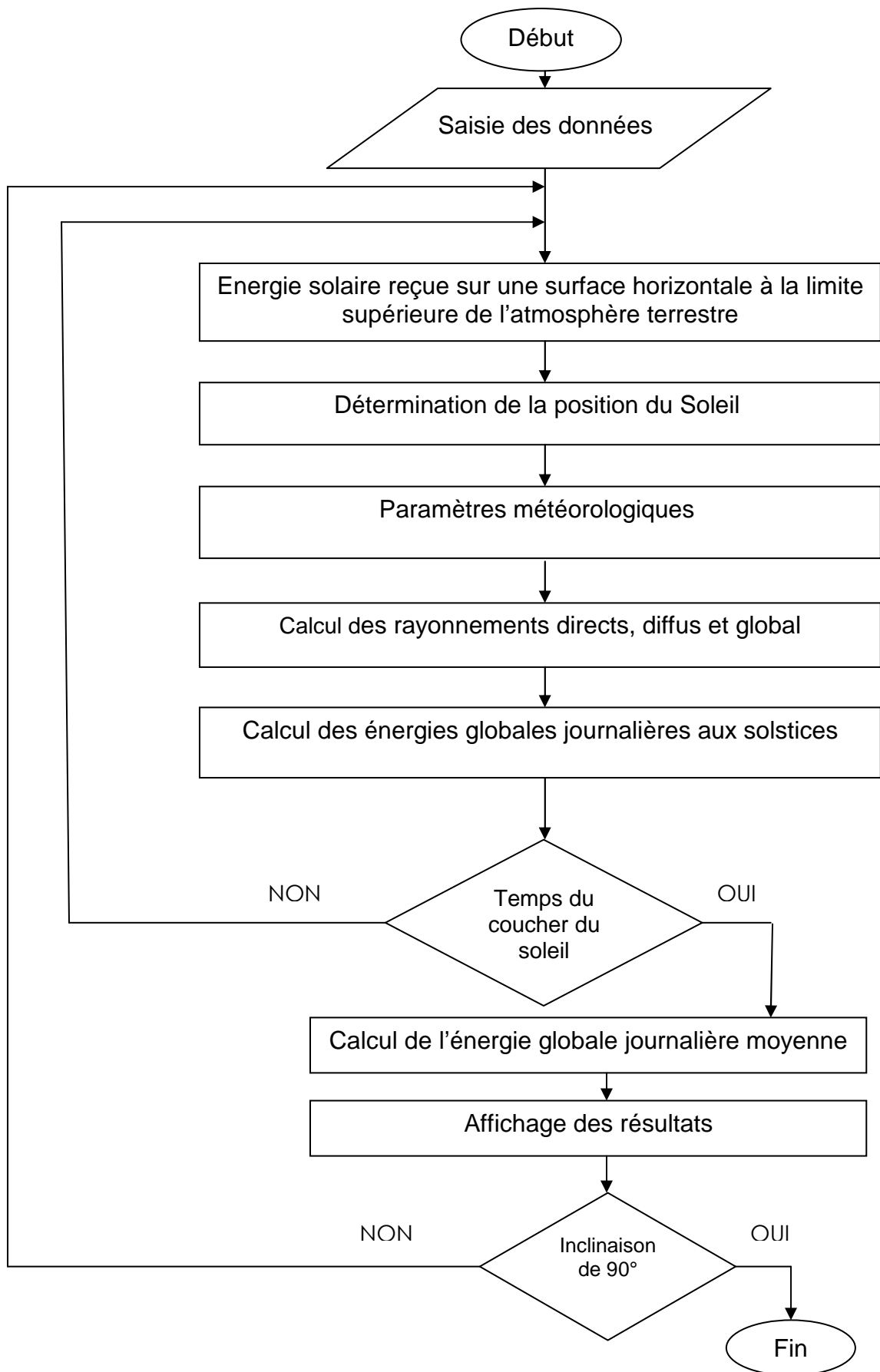


Fig. III.6 - Algorithme de détermination de l'énergie solaire en fonction de l'inclinaison

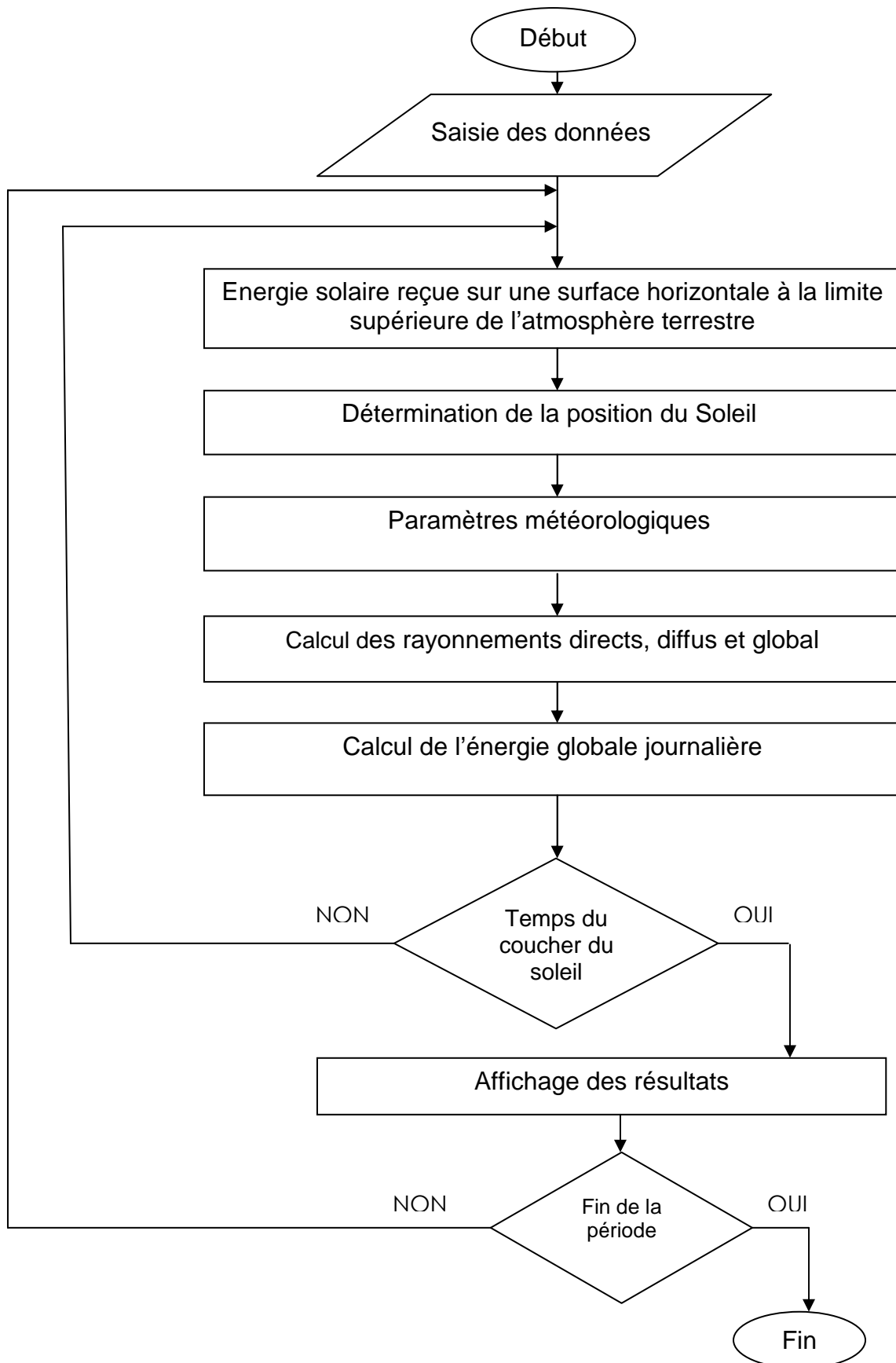


Fig. III.7 - Algorithme de détermination de l'énergie solaire en fonction du jour

b - Guide d'utilisation du logiciel LOGISOLMAD

A l'aide des fenêtres **logic1**, **logic2**, **logic3**, **logic5**, **logic6**, **logic7**, nous obtiendrons les résultats exposés au paragraphe III.5.

Le principe d'utilisation du logiciel **LOGISOLMAD** est le suivant :

Pour commencer il faut ouvrir le fichier « **logic1.fig** » dans **Matlab** et la fenêtre ci-dessous apparaîtra :



Fig. III.8 - Fenêtre d'accueil du logiciel

Cliquer sur le bouton « **OUVRIR** » et une fenêtre nommée « **logic2** » s'affichera telle que la figure suivante :

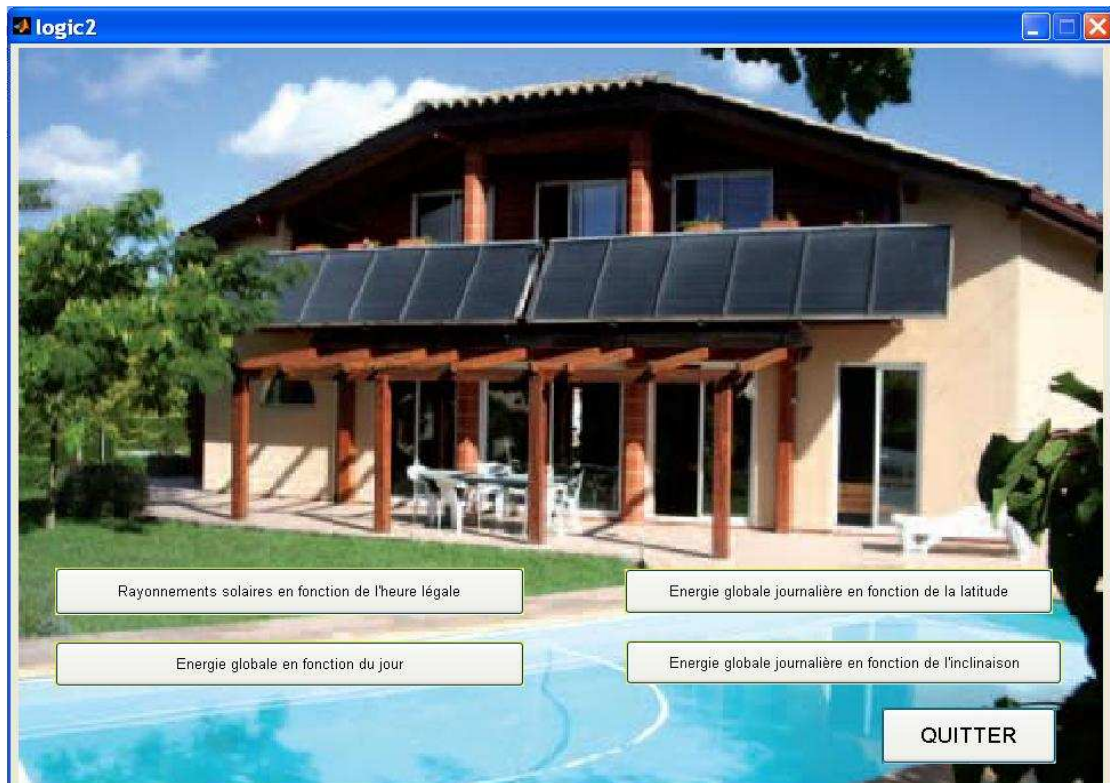


Fig. III.9 - Fenêtre des choix des différentes allures des courbes de l'évolution de l'énergie solaire

Dans la fenêtre ci-dessus, on pourra cliquer sur l'un des quatre boutons énumérés ci-après pour obtenir une des courbes concernant l'évaluation de l'énergie solaire à Madagascar. Ces quatre boutons sont les suivants :

- « **Rayonnements solaires en fonction de l'heure légale** »
- « **Energie globale journalière en fonction de la latitude** »
- « **Energie globale journalière en fonction de l'inclinaison** »
- « **Energie globale en fonction du jour** »

- ❖ Le bouton « **Rayonnements solaires en fonction de l'heure légale** », fait apparaître la fenêtre suivante permettant d'obtenir l'évolution du rayonnement solaire en fonction de l'heure.

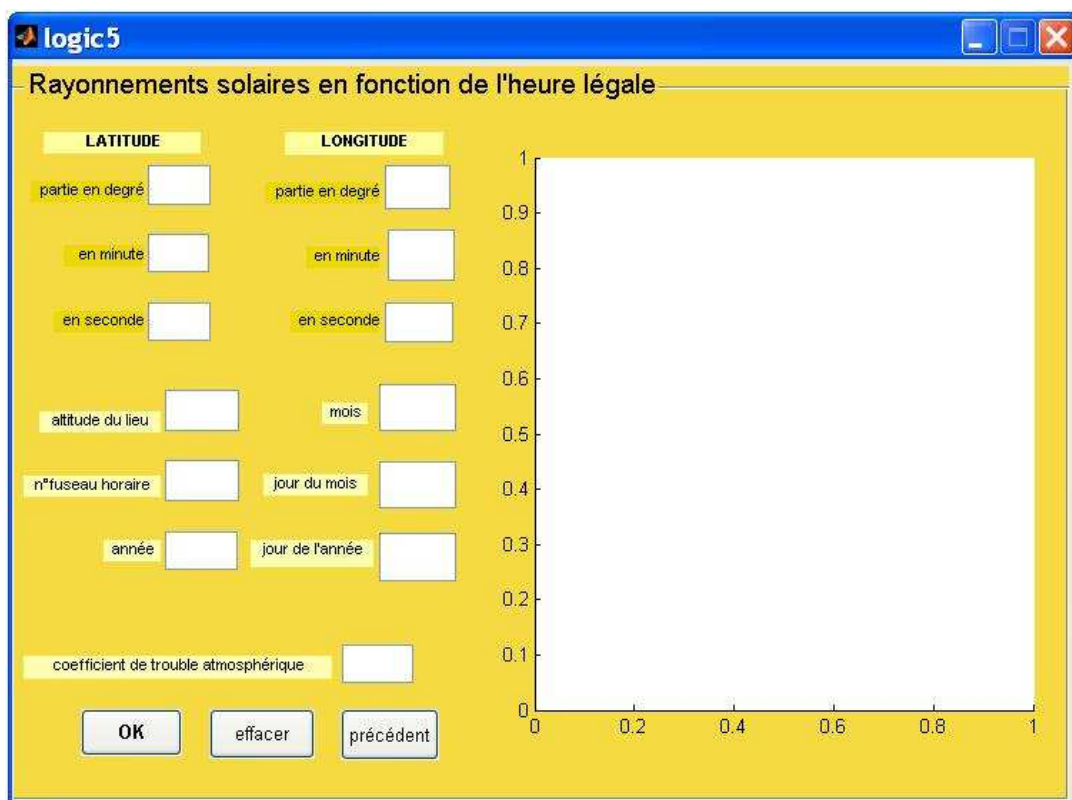


Fig. III.10 - Fenêtre d'évaluation des rayonnements solaires en fonction de l'heure légale

- ❖ Le bouton « **Energie globale journalière en fonction de la latitude** » montre la fenêtre ci-dessous qui donne l'allure de la courbe de l'énergie globale reçue par jour à Madagascar en fonction de la latitude.

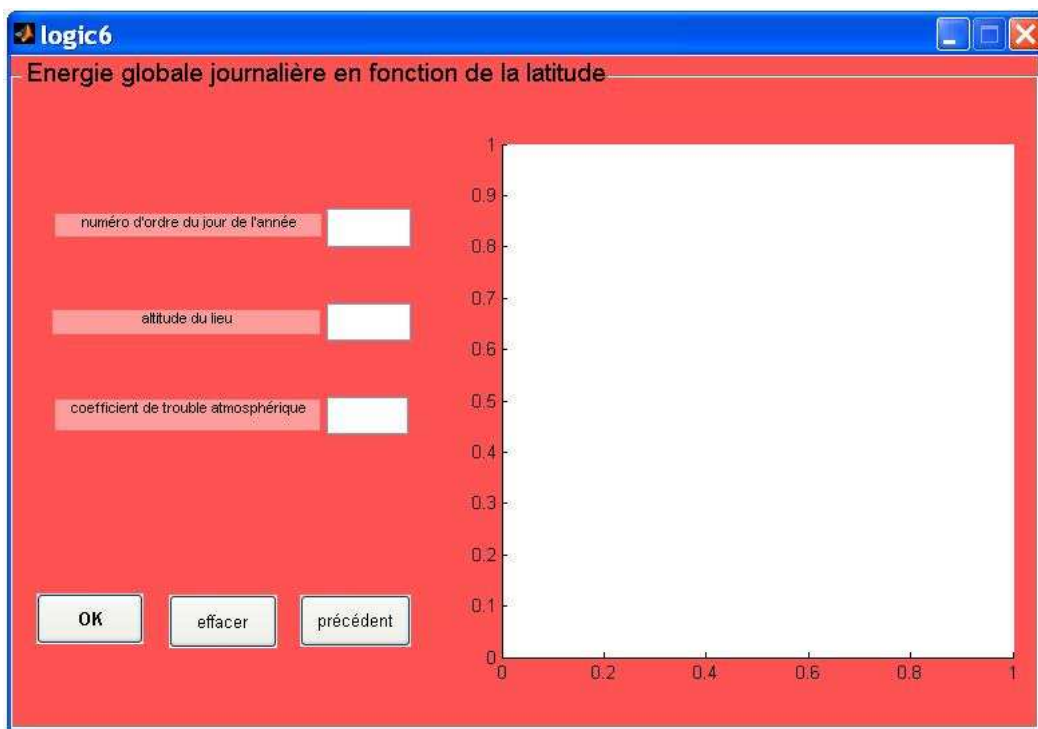


Fig. III.11 - Fenêtre d'évaluation de l'énergie globale journalière en fonction de la latitude

- ❖ Le bouton « **Energie globale journalière en fonction de l'inclinaison** » nous permettra d'obtenir l'allure de la courbe représentative de l'énergie globale captée par jour selon l'inclinaison du capteur.

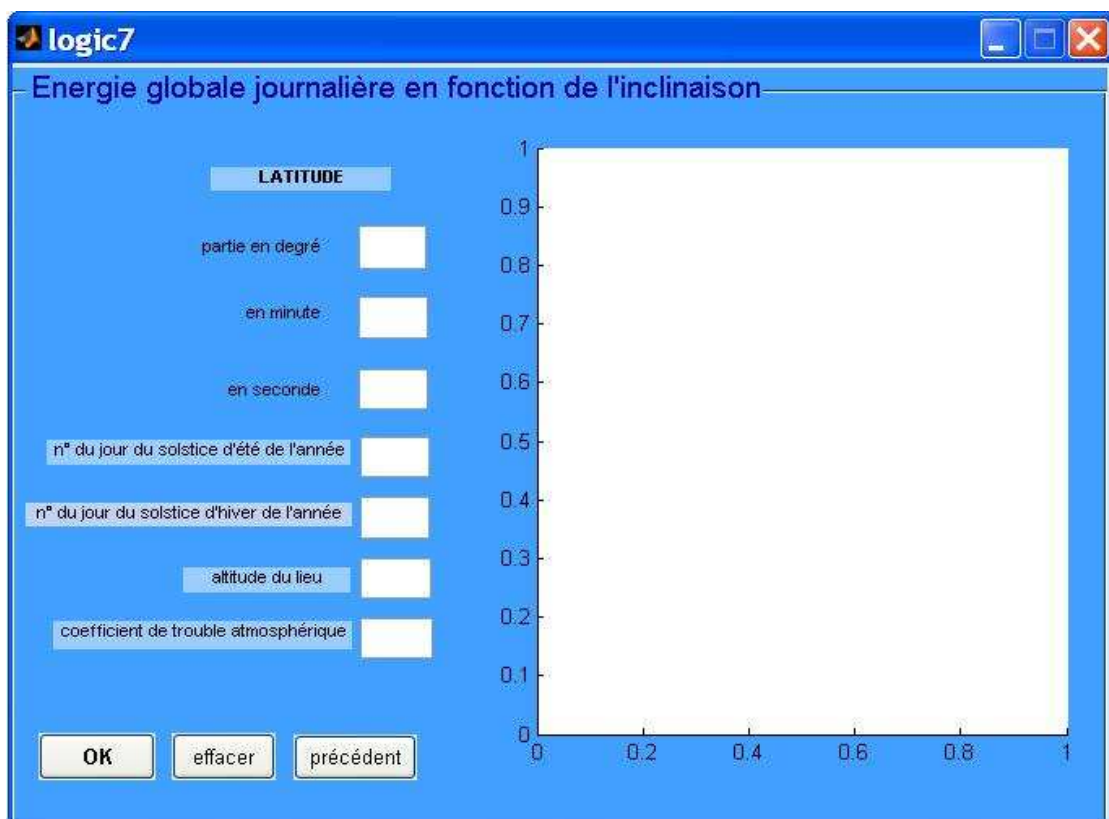


Fig. III.12 - Fenêtre d'évaluation de l'énergie globale journalière en fonction de l'inclinaison

- ❖ Le bouton « **Energie globale en fonction du jour** » permet d'avoir la fenêtre suivante dont le rôle est de montrer l'allure de la courbe représentant l'énergie globale en fonction du jour pour un lieu donné.

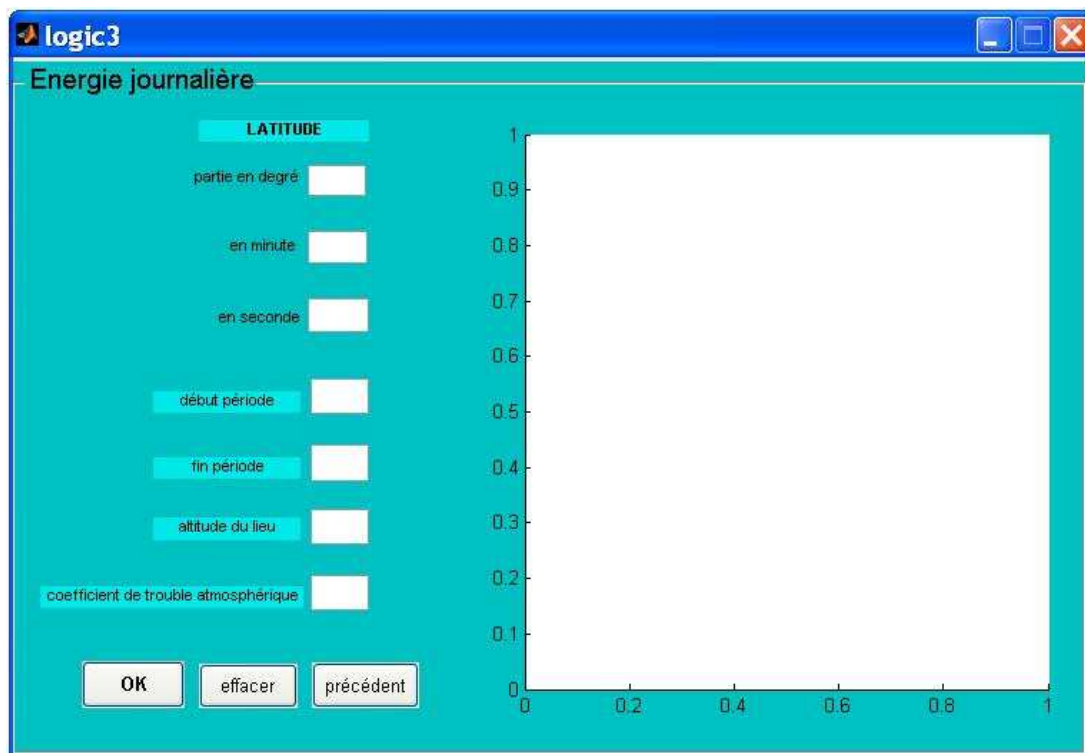


Fig. III.13 - Fenêtre d'évaluation de l'énergie globale en fonction du jour

III.5 - RESULTATS OBTENUS

Il est évident que l'on ne peut pas considérer ici tous les lieux de Madagascar pour cette étude. Aussi avons nous choisi Antsiranana, Antananarivo et Taolagnaro comme sites à étudier pour représenter la partie nord, le centre et la partie sud de Madagascar dans le but d'avoir une idée générale sur la quantité et l'évolution de l'énergie solaire que l'on pourrait capter sur la Grande Ile. Le tableau III.1 donne les caractéristiques géographiques de ces sites choisis.

Par ailleurs, un capteur reçoit une énergie solaire maximale s'il est incliné perpendiculairement aux rayonnements directs du soleil et orienté vers le nord car Madagascar est situé dans l'hémisphère sud.

Mais en moyenne, sur une année, l'énergie maximale captée sera obtenue pour une valeur de l'angle d'inclinaison environ égale à la latitude du site considéré.

En tenant compte de toutes ces considérations sans oublier les caractéristiques du lieu telles que la latitude **L**, la longitude **Lo**, l'altitude **z**, la température **T**, le coefficient de trouble atmosphérique **b**, nous avons obtenu les résultats suivants pour le cas où $T = 25^{\circ}\text{C}$ et $b = 0,05$ (zone rurale).