



Rapport final R3

Etude du développement des systèmes solaires thermiques collectifs dans le résidentiel



Septembre 2011



Sommaire

LISTE DES ABREVIATIONS	5
Introduction	6
Méthodologie pour la réalisation de l'étude du développement des systèmes solaires thermiques collectifs dans le résidentiel	8
PH I- Collecte des informations et analyses	9
A. Pour les projets existants	9
B. Pour les nouveaux bâtiments (projets)	10
PH II- Études de faisabilité, les barrières	10
PH III- Proposition de solutions	11
Propositions des Solutions pratiques et plan d'action à mettre en place pour promouvoir la filière du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif en Tunisie	13
Partie A : Solutions Administratives et financières retenues	13
1. Mesures d'incitation et démarches d'acquisition du solaire thermique, situation actuelle en Tunisie	13
2. Propositions des Solutions administratives	16
2.1 Solutions retenues pour les bâtiments existants	16
2.2 Solutions retenues pour les nouveaux projets, Plan d'action procédural	17
3. Propositions des Solutions financières	18
3.1 Solutions retenues pour les bâtiments existants	18
3.2 Solutions retenues pour les nouveaux projets	20
3.3 Plan d'action d'aides financières	20
4. Autres recommandations	22
5. Expériences des pays étrangers pour l'incitation financière et réglementaire	23
6. Conclusion	24
Partie B : Solutions juridiques retenues	26
1. Le modèle européen et les transpositions possibles en Tunisie	26
2. Les cas réussis sélectionnés	28



2.1.	L'exemple Français	28
2.2.	L'exemple Espagnol	30
3.	Les transpositions possibles et les propositions juridique	32
4.	Plan d'action juridique	33

Partie C : Solutions Techniques retenues **35**

1.	Les démarches techniques indispensables avant chaque installation solaire	35
2.	Les solutions techniques retenus pour les bâtiments du type villas (T2)	39
3.	Les solutions techniques retenus pour les bâtiments d'habitation du type immeuble (T1)	47
4.	Les Régulation et appoints	52

Deuxième Partie : Étude du potentiel d'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif **55**

Partie A : Données générales sur le parc des logements et la filière de l'énergie solaire thermique en Tunisie **57**

1.	Les intervenants	58
2.	Évolution de la population Tunisienne	58
3.	Le parc logements en Tunisie	63
3.1.	Évolution du parc des logements	63
3.2.	Les logements selon le milieu	64
3.3.	Les logements selon le type (Typologie)	67
3.4.	Les logements selon le nombre de chambres et l'occupation	70
3.5.	Les logements selon la superficie couverte	71
3.6.	Raccordement au réseau de distribution d'eau	71
3.7.	Raccordement au réseau d'électricité (année 2004)	72
4.	La promotion immobilière	73
5.	Situation de la filière du solaire thermique	75
6.	Répartition des appartements dans les immeubles selon les gouvernorats et par étage (année 2004)	77
7.	Potentiel des m ² solaires thermiques dans les bâtiments collectifs	80

Partie B : Étude des aspects administratifs, juridiques et réglementations établis pour le secteur **82**



1.Aspects administratifs, juridiques et réglementaires en relation avec le solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif	83
2. Critiques et perspectives du cadre réglementaire en vigueur	85
3. Les bonnes pratiques des pays voisins européens	87
Partie C : Étude de faisabilité technique du solaire thermique pour les habitations collectives	94
1. Les points clés pour une installation solaire	95
2. Les différentes technologies commercialisées aujourd’hui selon les typologies de bâtiments collectifs	96
2-1 Pour les bâtiments d’habitation du type immeuble : T ₁	96
2-2 Pour les bâtiments du type villas : T ₂	112
3. Tableau comparatif des produits, avantages et inconvénients	114
3-1. Pour les immeubles T _{1,1} & T _{1,2}	114
3-2. Pour les villas T _{2,1} & T _{2,2}	115
4. Scénarios et résultats attendus	120
Analyse de l'enquête	121
Annexes	123



LISTE DES ABRÉVIATIONS

ECS	Eau chaude sanitaire
CESI	Chauffe-eau solaire individuel
°C	Degré Celsius
°K	Degré Kelvin
GES	Gaz à Effet de Serre
H	Heure
Kcal	Kilocalorie
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattheure
L	Litre
m ²	Mètre carré
m ³	Mètre cube
S	Seconde
S	Surface
T°	Température
Th	Thermie
T	Tonne
TEP	Tonne équivalent pétrole
V	Volume
W	Watt
Q	Débit
DN	Diamètre nominal
EC	Eau chaude
P	Pression
TMM	Taux des marchés monétaires



Étude du potentiel d'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif

Introduction

La maîtrise de l'énergie est considérée comme l'une des priorités nationales dans la mesure où elle constitue un élément principal du développement durable qui a une relation étroite avec l'évolution économique, sociale et avec la protection de l'environnement qui finit par occuper une place de choix au centre des priorités du développement identifiées à l'échelle internationale vu la raréfaction des ressources énergétiques et la dégradation des ressources naturelles. C'est dans ce cadre qu'on peut situer le développement de nouvelles énergies renouvelables qui sont à la fois inépuisables et non nuisibles à l'environnement.

Étant donné que le soleil est la source d'énergie renouvelable la plus abondante sur terre ; il convient cependant de l'utiliser à bon escient. La technologie solaire thermique, qui permet de transformer le rayonnement solaire en chaleur, est notamment utilisée pour la préparation et le préchauffage de l'eau chaude sanitaire (ECS). Par ailleurs, le chauffage de l'eau sanitaire par l'énergie solaire est l'application des énergies renouvelables la plus diffusée et la mieux maîtrisée en Tunisie, pays qui bénéficie d'un taux d'ensoleillement favorable au développement de l'énergie solaire souvent supérieur à 3000 heures par an. La fabrication et la commercialisation des chauffe-eau solaires (CES) datent depuis 1982, le parc des CES compte, à la fin de 2010, plus de 450 000 m² de capteurs solaires installés essentiellement dans le secteur résidentiel.

Ainsi, afin de renforcer l'effort national en matière des énergies renouvelables la Tunisie a établi un Plan Solaire Tunisien qui intègre l'ensemble des domaines de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. Parmi les programmes engagés, le programme PROSOL qui a démarré en 2005 et qui s'intéresse au chauffage de l'eau sanitaire par l'énergie solaire. Dans ce contexte et afin de garantir la réussite du programme national PROSOL collectif et surtout le projet n°2 du Plan Solaire Tunisien (PROSOL résidentiel collectif), qui représente une phase pilote primordiale pour la préparation du marché d'intégration du solaire thermique au niveau des résidences collectives, la coopération allemande GIZ a opté à la réalisation d'une étude du potentiel global d'utilisation du solaire thermique collectif en chargeant le bureau d'études



CAMI par cette mission pour l'identification des barrières dans ce secteur qui sont non encore exploré.

Par ailleurs, le présent rapport met l'accent sur les principaux résultats obtenus de l'étude du potentiel d'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif. Il évoque aussi les problèmes qui empêchent le développement de cette filière en Tunisie et propose ainsi un plan d'action proposant les solutions techniques, administratives et juridiques adéquates pour promouvoir le solaire thermique dans le résidentiel collectif.



Méthodologie pour la réalisation de l'étude du développement des systèmes solaires thermiques collectifs dans le résidentiel

1. Introduction de l'équipe

Dans le cadre de cette mission, Monsieur Abdelhak KHEMIRI sera le responsable du projet, il est Docteur Art et métiers et Ingénieur Expert en économie d'énergie depuis plus que vingt ans mais aussi membre dans deux syndicats depuis plus que dix années. Ayant élaboré plusieurs projets dans le domaine du solaire collectif en collaboration avec l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie et qui sont en fonctionnement jusqu'à nos jours, Monsieur KHEMIRI est l'un des ingénieurs qui a le plus travaillé dans ce domaine. Notons que parmi ces projets des résidences collectives de différents types, villas, immeubles, etc. dans le cadre des audits sur plan (voir références). Ce projet sera assisté par Mme Hédia NAGATI qui sera chargée par l'aspect technique, elle est responsable des études techniques des installations solaires depuis plus que dix ans comme le montre son CV, elle a aussi participé à plusieurs formations en particulier avec vos services dernièrement pour le chauffage des piscines.

Par ailleurs, l'aspect juridique sera confié à Mme Zeineb MADIOUNI : juriste ayant une expérience dans le domaine juridique d'une façon générale. Avocate en plus de ses activités de recherche et de formation, elle a pu connaître de près les problèmes de syndic et la réalité sociale tunisienne.

Mlle Inès TRABELSI qui travaille essentiellement sur les projets d'environnement et actuellement sur les études d'éco-construction en vue d'aboutir à des bâtiments durables apportera son assistance pour la collecte des données auprès des institutions concernées mais aussi une petite touche sur la qualité HQE en cours de préparation pour le compte du ministère de l'agriculture et de l'environnement.



2. Offre technique

Il s'agit d'un projet ambitieux qui consiste à préparer le terrain pour l'équipement d'environ une centaine de projets collectifs de systèmes solaires pour la production d'eau chaude en tenant compte de toutes les contraintes techniques mais aussi les obstacles rencontrés aussi bien au niveau de l'administration qu'au niveau du financement et obligatoirement l'aspect social qui caractérise l'habitat collectif en Tunisie.

CAMI par son expérience dans le domaine apportera dans le cadre de cette étude une analyse des difficultés rencontrées pour la promotion de tels projets en particulier les promoteurs non convaincus partant du principe qu'il est nettement plus facile de procéder en amont du procès habitat. Ces difficultés ne s'arrêtent pas à ce niveau, les architectes et les décorateurs qui tiennent à ne pas avoir des systèmes au dessus de leurs toitures en font partie, mais aussi les financiers non convaincus de la rentabilité de ces systèmes et la liste continue. Ce travail, sera conduit selon les phases suivantes :

PH I- Collecte des informations et analyses

La collecte des informations sera répartie sur deux volets :

A. Pour les projets existants

Il s'agit de rassembler toutes les informations pour les bâtiments existants pouvant recevoir une installation solaire. Ainsi, il sera question d'étudier, plus tard, les difficultés techniques empêchant l'implantation de tels projets, mais aussi, les difficultés socio-économiques qui détermineront le potentiel réel (global).

Nous estimons d'ores et déjà que l'intervention dans ce type de projets est difficile à réaliser sauf pour des cas précis et quelques autres typologies en partie seulement. Une analyse complète sera alors fournie.



B. Pour les nouveaux bâtiments (projets)

L'approche que nous proposons consiste à réaliser une étude sur le parc du bâtiment pouvant recueillir des systèmes solaires du type à usage résidentiel collectif, une extrapolation est alors à faire pour les années 2012-2015 en vue de définir les limites de ces projets. Une analyse rapide mais plus complexe sera réalisée pour les 20 ans à venir.

Par la suite et dans les parties qui suivent, il faudra évaluer par une étude exhaustive le potentiel d'intégration de l'énergie solaire pour ces projets neufs. Les différents aspects en particulier techniques seront traités et schématisés.

La phase collecte des informations a nécessité la réalisation d'une enquête (dont une copie est ci-jointe) au près des fournisseurs et installateurs des capteurs solaires en Tunisie. En plus, cette enquête a été ciblée aux promoteurs immobiliers, aux ingénieurs conseils et aux architectes pour bien identifier les contraintes qui entravent le développement de la filière du solaire thermique collectif dans le résidentiel.

PH II- Études de faisabilité, les barrières

Cette partie de l'étude est cruciale, elle dégagera un inventaire des différentes technologies disponibles, leur production et rentabilité d'une façon générale, ce qui nous conduira à un tableau comparatif faisant ressortir les produits les mieux adaptés (où, comment et pourquoi). Par la suite, il sera question d'analyser la faisabilité technique (l'installation) de chaque typologie de produit par rapport à chaque typologie de bâtiment (pour les bâtiments existants et les bâtiments neufs).

L'analyse des différents produits disponibles dans le marché et leur adaptabilité nous conduira à la détermination des obstacles et des limites techniques pour les différents scénarios.

L'ensemble de ces problèmes seront étudiés un à un en vue de trouver les remèdes.

Une proposition globale qui tiendra compte des aspects techniques, sociaux, financiers et juridiques sera proposée.

Il sera question aussi d'étudier la communication existante pour inciter à l'utilisation de ces systèmes, ainsi que les formations tenues pour les architectes et les ingénieurs.



PH III- Proposition de solutions

Il sera question dans cette partie de lister l'ensemble des difficultés et de proposer des solutions réalistes.

3. Les livrables

Trois rapports (R_{1,3}) seront remis mettant l'accent sur les résultats de l'étude du potentiel d'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif et les barrières rencontrées :

- Livrable 1 : rapport intermédiaire donnant une idée sur le potentiel d'utilisation de l'énergie solaire dans les bâtiments collectifs.
- Livrable 2 : rapport qui englobe les principaux résultats obtenus suite à l'analyse des données collectées.
- Livrable 3 : rapport final de la mission et qui se focalise principalement sur les études de faisabilité technique des installations solaires pour chaque typologie de bâtiment.



Première Partie

**Solutions pratiques et plan d'action à mettre en place
pour promouvoir la filière du solaire thermique dans
les bâtiments à usage résidentiel collectif en Tunisie**



Propositions des Solutions pratiques et plan d'action à mettre en place pour promouvoir la filière du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif en Tunisie

Pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) comme pour le chauffage, les énergies renouvelables séduisent tout le monde, les particuliers comme les maîtres d'ouvrage collectifs. Mettre en place une installation d'ECS solaire, c'est réduire les émissions de gaz à effet de serre et limiter l'utilisation des énergies fossiles, pour le confort au meilleur prix. Cette démarche s'intègre dans le développement durable.

Toutefois les barrières administratives, juridiques et financières constituent toujours un obstacle majeur au développement des énergies renouvelables en plus des contraintes techniques qui doivent être levées en vue d'aller de l'avant.

Partie A : Solutions Administratives et financières retenues

1. Mesures d'incitation et démarches d'acquisition du solaire thermique, situation actuelle en Tunisie

L'état tunisien a mis en place en 2004 le programme PROSOL Tunisie qui a pour but de permettre la réanimation de la filière du solaire thermique et la redynamisation du marché des chauffe-eau solaires.

Le programme PROSOL est basé autour d'un mécanisme de financement incitatif comprenant des subventions à l'acquisition des CES ainsi que la possibilité de souscription de crédits bancaires auprès des banques locales.

Le programme PROSOL suscite désormais l'intérêt de plusieurs investisseurs étrangers et porteurs de projets locaux puisqu'il est bâti dans une stratégie de développement durable caractérisée par :

- Un cadre institutionnel et réglementaire adéquat et évolutif ;
- Un système d'incitation financière pérenne ;



- Des mécanismes de financements soutenus et à la portée de tous ;
- Un système bancaire actif.

Les mesures incitatives actuelles dans le secteur résidentiel sont :

- Octroi d'une subvention de 20% du coût des CES avec un plafond de 200 DT pour les CES de capacités 200 litres et 400 DT pour les CES de capacités 300 litres et plus, servie par le FNME et MEDREC ;
- Octroi des crédits remboursables sur 5 ans, à travers la facture STEG qui garantira leur recouvrement, suivant les conditions suivantes :
 - Montant des crédits : 550 DT, 750 DT, 950 DT et 1150 DT
 - Taux d'intérêts : TMM+1,2
- Les montants des crédits sont indépendants de la capacité du CES à condition que :

$$\text{Montant crédit} + \text{Subvention} \leq \text{Coût CES installé (TTC)}$$

Les incitations financières fournies dans le secteur résidentiel¹ et les petits métiers sont comme suit :

En vigueur depuis	Février 2005
Pour qui ?	Secteur résidentiel, les petits métiers, tout client abonné Basse tension de la STEG (pour les crédits).
Pour quoi ?	Acquisition et installation d'un chauffe-eau solaire individuel (CESI)

¹ Chambre syndicale nationale des énergies renouvelables



Combien ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Une subvention de 200 DT pour les CES dont la surface de capteur est comprise entre 1 et 3 m² ; 2. Une subvention de 400 DT pour les CES dont la surface de capteur est comprise entre 4 et 7 m² ; 3. Un crédit d'une durée de 5 ans, accordé par la banque ATTIJARI BANK dans les conditions suivantes, et dont le remboursement est assuré par la STEG à travers la facture d'électricité : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Montant des crédits : 550 DT, 750 DT, 950 DT, 1150 DT ✓ Taux d'intérêt : TMM+1,2
Comment ?	Le chauffe-eau solaire doit être acquis auprès de l'un des fournisseurs agréés et installé par l'un de leurs installateurs agréés par l'ANME.

Le montant des échéances de remboursement mensuelles et bimensuelles pour chaque type de crédit, applicable actuellement, est comme suit :

Montant du crédit en DT	550	750	950	1150
Echéance bimensuelle en DT	21,022	28,666	36,311	43,955
Echéance mensuelle en DT	10,511	14,333	18,156	21,978

Exemple de schéma de financement :

Type Chauffe eau solaire	200 litres	300 litres	500 litres
Prix du CES installé (*)	1150	1750	2500
Subvention de l'état	200	400	400
Crédit bancaire	950	1150	1150
Frais de dossier STEG	35,4	35,4	35,4
Le client paye	35,4	235,4	985,4



(*) Les prix de CES sont donnés à titre indicatif

Unité : Dinars

Malgré tous ces encouragements, la filière du solaire thermique dans le résidentiel collectif requiert encore plus d'incitations étant donné qu'aucune obligation pour l'intégration des énergies renouvelables n'est faite actuellement, en plus, la réglementation thermique des bâtiments en vigueur ne fait pas ressortir l'intégration des énergies renouvelables comme composante de classification.

2. Propositions des Solutions administratives

Dans le but d'atteindre les objectifs attendus de cette étude qui vise l'identification des barrières au développement de la filière du solaire thermique au niveau des bâtiments à usage collectif et afin de préparer le terrain pour la mise en place des systèmes solaires thermiques, il est nécessaire qu'avant la fin de cette année (2011) qu'une décision soit prise pour l'obligation des pré-installations des chauffe-eaux solaires, aussi, avant le mois de juin 2012 une décision pour l'obligation de l'installation de ces systèmes pour tout nouveau projet.

2.1 Solutions retenues pour les bâtiments existants

En effet, l'installation de capteurs solaires thermiques sur la toiture d'un bâtiment existant doit être soumise à une autorisation d'urbanisme, c.à.d, faire une déclaration de travaux auprès des services municipaux puisque l'installation des capteurs engendre une modification de l'aspect du toit ou de la façade. Cette obligation devra être levée.

Il est recommandé aussi de rendre obligatoire le chauffe-eau solaire dans un premier temps sur tous les immeubles d'habitations de plus de **16** logements à commencer par une expertise comme détaillé sur le plan d'action technique. Par la suite, une généralisation pour tous les logements et sur tous les bâtiments assurant un logement permanent (hôtels logeant du personnel, casernes, hôpitaux, maisons de retraite, etc.).

L'obligation de la mise en place des systèmes solaires dans les bâtiments collectifs se manifeste, dans l'existant, lors du renouvellement de la chaudière ou du ballon de production d'eau chaude sanitaire.



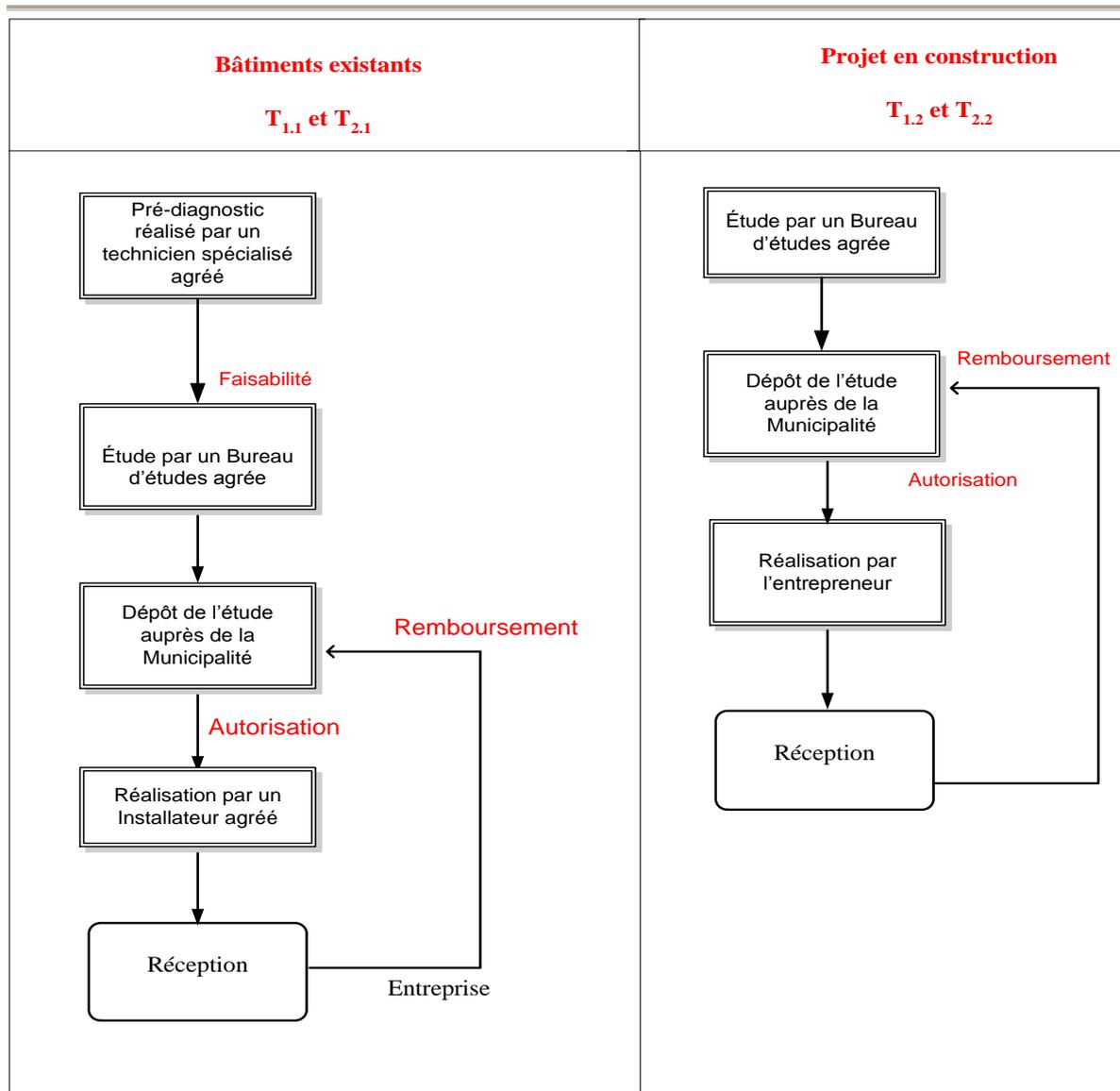
Toutefois, une phase de diagnostic préalable doit précéder la mise en œuvre des solutions solaires les plus adaptées pour les bâtiments collectifs. Un pré-diagnostic solaire est un préalable indispensable à la prise de décision pour une future installation solaire collective de production d'eau chaude sanitaire. Il est destiné à éclairer les choix futurs d'investissement du maître d'ouvrage. Ce pré-diagnostic doit être réalisé par un professionnel qualifié et indépendant : un technicien, un bureau d'études, un ingénieur-conseil thermicien. Cette approche est « légère » et ne demande que quelques jours de travail après visite approfondie du bâtiment existant. Notons aussi que d'une façon générale, sur un bâtiment existant, il conviendra de faire vérifier par un organisme agréé (bureau de contrôle, BET structures) la résistance du bâtiment à la surcharge installée quand les charges sont importantes dépassant 150 Kg/m^2 .

2.2 Solutions retenues pour les nouveaux projets, Plan d'action procédural

Nous proposons que l'installation d'un équipement solaire thermique sur la toiture d'un bâtiment neuf figure sur la demande de permis de construire déposée auprès des municipalités comme pour la certification thermique introduite récemment.

Par ailleurs, une obligation pour les nouvelles constructions de tenir compte du solaire thermique lors de la conception (voir plan d'action juridique). Rappelons qu'il n'est pas évident de procéder à des installations après construction, ainsi, la pré-installation devra devenir obligatoire pour tous les bâtiments du type collectifs.

La démarche à suivre pour l'acquisition du solaire thermique pour les deux types de constructions peut être comme suit :



3. Propositions des Solutions financières

3.1 Solutions retenues pour les bâtiments existants

Outre le programme incitatif et les bénéfices accordés pour l'acquisition des CES pour un logement, d'autres mesures doivent être introduites.

En effet, pour les bâtiments existants, un mécanisme d'aide doit avoir lieu pour la phase de pré-diagnostic solaire et l'investissement solaire.

Nous proposons l'attribution après réalisation des subventions comme pour le tertiaire de 70% pour les études avec un plafond de :



- **700 DT** pour les diagnostics des immeubles
- **350 DT** pour les diagnostics des villas
- **2 800 DT** pour les études des immeubles
- **1 400 DT** pour les études des projets de villas.

Par ailleurs, d'autres incitations financières peuvent être mises en place pour garantir le développement de la filière du solaire thermique dans le résidentiel collectif comme le développement d'outils financiers innovants et adaptés au pouvoir d'achat des clients. Ces outils financiers peuvent inclure :

- ✚ Un crédit ou bonification du taux d'intérêt "**Prêts verts**: Les banques auront un rôle important à jouer, car l'importance de l'investissement initial est le problème primordial dans le développement des énergies renouvelables. Les banques peuvent contribuer à la mise en place de prêts à taux bonifié pour les particuliers et collectifs qui souhaitent investir dans les énergies renouvelables en s'inspirant d'ailleurs de la procédure actuelle du PROSOL. Le taux consentit par la banque serait 1 à 1.5 point inférieur au taux du marché. Pour aller encore plus loin, il serait possible d'envisager par ce mécanisme la distribution des aides publiques.
- ✚ Un autre avantage peut être fournie par cette initiative concerne la partie administrative qui sera entièrement prise en charge par la banque. Le client n'a pas besoin d'avancer de l'argent et d'attendre les subventions. L'installation peut être payée progressivement en parallèle des économies réalisées. La procédure bancaire devra être simplifiée au maximum.

Le seul problème qui reste à résoudre est le manque à gagner de la banque. Nous proposons que la banque puisse faire un dégrèvement fiscal sur une base accordée par l'état comme pour les citoyens dans d'autres pays.

Nous recommandons aussi L'attribution par l'état des subventions facilitant la généralisation des chauffe-eau solaires dans les bâtiments collectifs résidentiels existant ou neufs, ces aides peuvent atteindre **500 DT par système pour les CES et 250 DT** par mètre carré pour les immeubles.

En plus, dans le but de faciliter aux clients l'acquisition d'un chauffe-eau solaire thermique, nous suggérons que chaque citoyen ayant atteint 20 ans puisse bénéficier d'une subvention de



500 DT pour l'acquisition d'un chauffe-eau solaire. Cette aide peut être fournie deux fois tous les 20 ans.

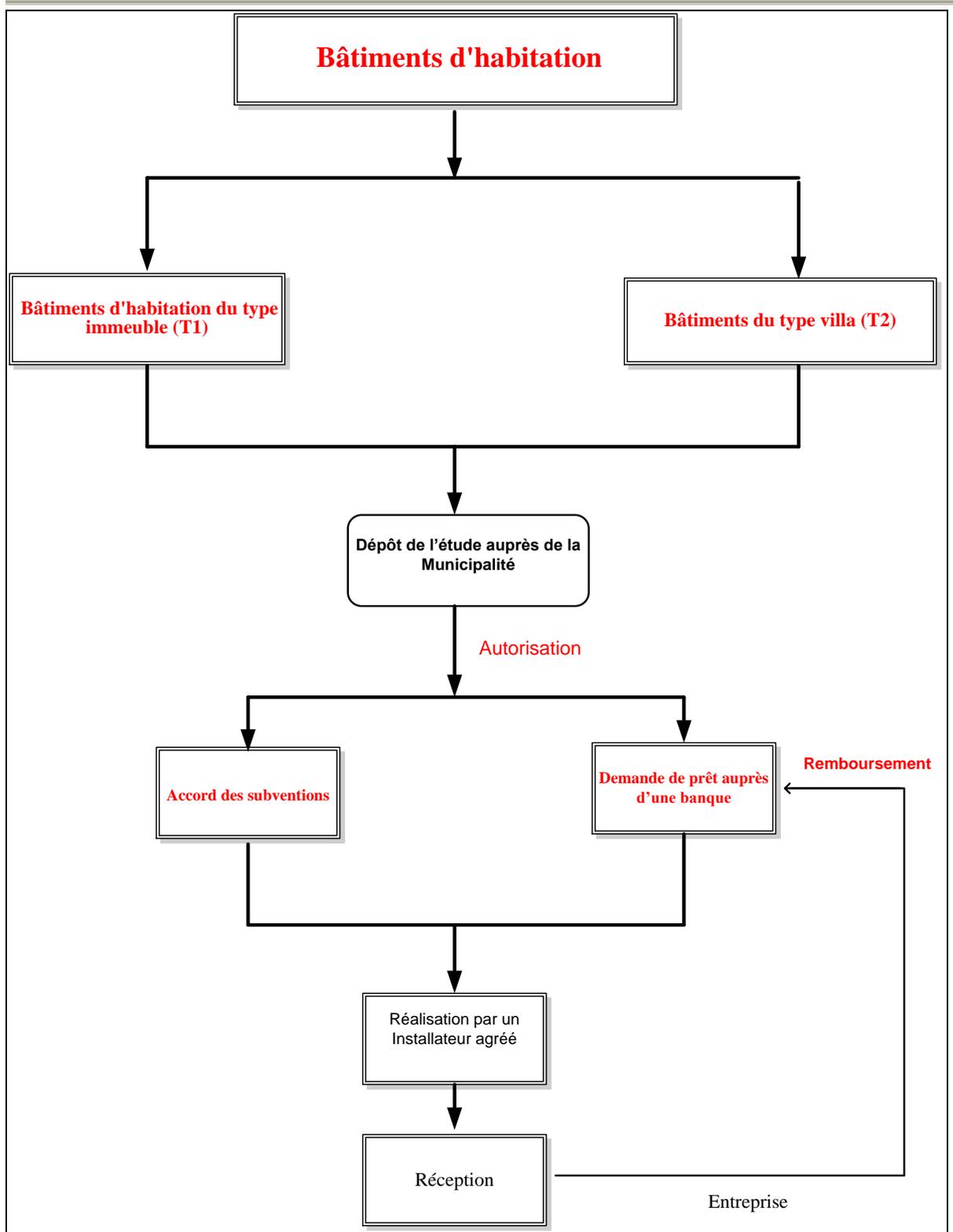
3.2 Solutions retenues pour les nouveaux projets

Nous estimons qu'il faudra garder les mêmes aides que pour les projets existants aussi bien pour les études que pour les installations.

3.3 Plan d'action d'aides financières

La démarche à suivre et les aides à accorder sont résumés dans le tableau et le schéma ci-dessous :

Aides Financières à accorder pour les installations solaires thermiques	
Directes (accorder par l'état)	Indirectes
<ul style="list-style-type: none"> - Subventions de : <ul style="list-style-type: none"> • 750 DT relatives aux diagnostics des immeubles existants • 350 DT relatives aux diagnostics des villas existants • 2800 DT relatives aux études des immeubles • 1 400 DT pour les études des projets de villas - Subvention de 500 DT à accorder à chaque citoyen ayant atteint 20 ans et désirant faire une installation solaire thermique. - Subvention à accorder pour l'achat des systèmes : <ul style="list-style-type: none"> • 500 DT par système pour les villas • 250 DT par m² pour les immeubles 	<p>Des prêts à accorder par les banques à un taux d'intérêt réduit voire même nul, avec un dégrèvement fiscal pour les banques pour restituer le manque.</p>





4. Autres recommandations

Nous recommandons ainsi que d'autres actions soit retenues afin de développer cette filière, ces actions consistent à :

- Professionnaliser le secteur des services afin de développer le marché et rendre la chaîne de valeur plus compétitive en regroupant les installateurs et prestataires de services en réseau.
- L'état devra revoir sa politique de redevance des subventions en particulier le gaz naturel.
- Les moyens budgétaires qui doivent être programmés, en accompagnement des mesures d'aides financières qui existent par ailleurs pour les bâtiments individuels en Tunisie et ultérieurement pour les bâtiments collectifs;
- Éviter les transitions de régime d'aide mal maîtrisées qui conduiraient à une démotivation des consommateurs et des installateurs.
- Rechercher des financements stables, moins dépendants du budget de l'état et des collectivités territoriales.
- Mettre en place un mécanisme de contrôle et de suivi de la démarche financière adoptée pour s'assurer du bon déroulement de la procédure (le virement des aides peut s'effectuer directement pour le compte d'un installateur agréé après avoir rempli certaines conditions le plus rapidement possible).
- Mettre en place des **actions de sensibilisation** visant les clients potentiels afin de communiquer sur les marchés de niche offrant dès aujourd'hui une rentabilité pour l'investisseur ; pour cela, il faut charger une société spécialisée pour la mise en place d'un plan de communication, autre que l'ANME, qui contribuera à l'étude et la mise en place de divers plans de communications pour promouvoir la filière du solaire thermique. Cette société aura pour mission l'établissement d'une stratégie d'information et de communication, orientée particulièrement vers les secteurs énergivores, sur les bénéfices économiques et les intérêts environnementaux de l'utilisation de l'énergie solaire dans le résidentiel collectif.



5. Expériences des pays étrangers pour l'incitation financière et réglementaire

➤ Incitations financières²

Pays	Solaire thermique
Allemagne	Prime à l'achat (depuis 2007) : Particuliers : CESI* : 40 €/m ² CESC** : 70 €/m ² Installations collectives et privées : 20-40 m ² ou 3 logement minimum : 210 €/m ² Plus que 40 m ² : 30 % de l'investissement
France	Déduction fiscale (jusqu'à fin 2009) : Particuliers : crédit d'impôt de 50 % de l'investissement pour les particuliers Subventions des collectivités locales
Autriche	Subventions : Particuliers : 600 à 1700 € (CESI) ; 1100 à 3500 € (CESC) Installations privées par le gouvernement fédéral : subvention de 30% de l'investissement.
Grèce	Déductions fiscales et subventions Particuliers : déduction fiscale de 20 % de l'investissement ; Entreprises : déduction fiscale de 60 à 100 % de l'investissement ou subventions de 20 à 40 % des coûts éligibles
Italie	Déductions fiscales Particuliers : déduction fiscale de 55 %
Etats-Unis	Incitations fiscales : Crédit sur les taxes d'investissements au niveau fédéral

² planetenergie.org ; rtbf.be ; energie.wallonie.be ; enerzine.com.



Australie	<p>Subventions et Certificats Energie Renouvelable :</p> <p>Subventions jusqu'à 1600 USD par chauffe-eau solaire installé, dépendant du niveau de gaz à effet de serre évité et du nombre de Certificats Énergie Renouvelable obtenus, ainsi que du type d'installation (nouvelle construction ou changement d'une installation conventionnelle existante).</p>
-----------	---

➤ **Incitations réglementaires dans le bâtiment**

Pays	solaire thermique
Espagne	Le Code Technique de la Construction oblige l'installation de panneaux solaires dans les nouveaux bâtiments à partir de 2005
Allemagne	A Marburg : un texte de loi prévoit que toute nouvelle maison construite dans la cité médiévale devra être dotée de panneaux solaires à raison d'1 m ² de cellules solaires pour 20 m ² de surface, pour le chauffage et l'eau chaude (2008)
Belgique	Dispense de permis d'urbanisme pour l'installation de panneaux solaires (2005).
Israël	Loi rendant obligatoire l'installation du solaire thermique pour toute construction d'habitation. Cette loi ne concerne ni les industries ni les immeubles, mais s'applique aux hôpitaux, maisons de retraite, hôtels et institutions scolaires. 90 % de ces établissements en sont équipées.

6. Conclusion

Le cadre incitatif et institutionnel bien que représentant une réelle opportunité d'investissement pour l'avenir, les filières solaires se sont développées, à ce jour, dans les pays industrialisés le plus souvent à travers des subventions directes (primes à l'achat) ou indirectes (crédit d'impôts), la mise en place d'outils financiers préférentiels (bonification de taux d'intérêt) et d'un cadre réglementaire incitatif ou contraignant.



Nous sommes encore bien loin des objectifs à atteindre. Nous estimons que les associations qui s'engagent pour la promotion des énergies renouvelables et plus particulièrement pour le développement du solaire thermique dans le résidentiel peuvent soutenir les efforts de l'état en aidant les maîtres d'ouvrage dans leurs projets d'eau chaude solaire (dimensionnement, conseils, suivi d'installations, groupement d'achat de matériels solaires, forums, etc.).



Partie B : Solutions juridiques retenues

Cette partie fait ressortir les cadres réglementaires incitatifs qui peuvent être mis en place en vue de trouver les remèdes pour le développement du solaire thermique dans le résidentiel. Ces cadres réglementaires devront être obligatoires pour agir activement à l'évolution du parc logement.

Nous commençons cette partie par rappeler que l'ANME a insisté lors de la dernière réunion sur l'importance de l'étude des cas des pays ayant réussi l'intégration du solaire thermique dans l'habitat collectif. Nous avons, par conséquent, traité la question dans la première partie de ce travail. Nous avons retenu dans cette partie, en particulier, le cas français et espagnol.

Notre choix s'est porté sur ces deux pays pour une raison pratique, celle de la ressemblance au niveau du potentiel solaire. En effet, pour les territoires d'outre mer français et une bonne partie du territoire espagnol, les similitudes sont importantes comme le montre la carte ci-dessous (paragraphe n° 2-2). Ainsi, nous traitons de la possibilité de transposition des actions entreprises dans ces pays et des propositions applicables pour la Tunisie.

1. Le modèle européen et les transpositions possibles en Tunisie

Le modèle européen profite de sa singularité en matière de promotion des énergies renouvelables. En mars 2007, les chefs d'Etat et de gouvernement des 27 États membres de l'Union Européenne (UE) ont adopté un objectif contraignant de 20% d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique totale d'ici à 2020.

En combinant cet objectif avec l'engagement d'augmenter l'efficacité énergétique de 20% d'ici à 2020, les leaders politiques européens ont ouvert la voie à un avenir énergétique plus durable pour l'Union européenne et pour les générations futures.

En janvier 2008, la Commission européenne a présenté un projet de directive relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources d'énergie renouvelables



(Directive EnR)³ qui contient une série d'éléments nécessaires à la mise en place **d'un cadre législatif** permettant l'atteinte de l'objectif escompté de 20%.

La directive fait partie du paquet législatif énergie et changement climatique, qui apporte un cadre législatif aux objectifs communautaires de la réduction des émissions de gaz à effets de serre. Celui-ci encourage l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie à partir de sources renouvelables, l'amélioration de l'approvisionnement d'énergie et la stimulation économique d'un secteur dynamique dans lequel l'Europe fait exemple. Elle met en place un **cadre législatif** qui doit garantir l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale de 8,5% en 2005 à **20 % en 2020**.

La directive 2009/28/CE prévoit des objectifs nationaux **contraignants** ainsi que l'obligation de la mise en place de **plans d'action nationaux** en matière d'énergies renouvelables.

L'étude des législations européennes en matière d'économie d'énergie pour le solaire thermique qui reste, néanmoins, le parent pauvre du renouvelable, plus généralement, met à jour certaines réalités et cela à trois niveaux : il s'agit d'un triptyque en parfaite corrélation. **D'abord le niveau européen ensuite le national et enfin le régional.**

Au niveau européen on retrouve la stratégie globale, on dessine les objectifs et on met en place la procédure à suivre.

Il est à noter que le parlement européen comporte 168 députés verts sur un total de 736 soit 23% de l'ensemble des députés ce qui n'est pas sans avoir des influences sur sa politiques environnementale et ses choix à ce niveau. De plus, l'Union Européenne a mis sa stratégie dans le LIVRE BLANC intitulé « **Adaptation au changement climatique : vers un cadre d'action européen** » paru le 1 avril 2009 met en exergue toute la volonté européenne d'aller de l'avant dans ce domaine.

Le niveau européen comporte aussi des organisations et un tissu d'associations qui travaillent de concert dans le domaine des énergies renouvelables, le « European Renewable Energy

³ Directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et modifiant puis abrogeant les directives 2001/77/CE et 2003/30/CE. Directive constituante du paquet énergie-climat définitivement adopté en avril 2009 par les institutions européennes. Nouvelle directive pour la promotion des énergies renouvelables qui fixe pour chaque Etat membre des objectifs contraignants de production d'énergie renouvelable. **Les États membres doivent transposer la directive au plus tard 18 mois après sa publication du JO de l'UE soit le 5 décembre 2010.**



Council » (EREC), créé en 2000, est l'organisation qui rassemble **l'industrie européenne des énergies renouvelables**, via des associations représentant les secteurs de la bioénergie, de la géothermie, de l'énergie océanique, de l'hydroélectricité, de l'électricité solaire, de l'énergie thermique solaire et de l'énergie éolienne⁴.

Il représente l'ensemble de l'industrie des énergies renouvelables avec un chiffre d'affaires annuel de plus de 40 milliards d'euros et plus de 400.000 collaborateurs.

2. Les cas réussis sélectionnés

Nous avons retenu l'étude des législations françaises et espagnoles en matière de renouvelables et plus précisément du solaire thermique dans l'habitat collectif, nous conforte dans nos précédentes orientations données dans le cadre de cette même étude en nous servant de sources d'inspiration pour nos propositions dans la limite du transposable en Tunisie.

2.1. L'exemple Français

Outre ce qui se fait au niveau européen, la France a elle aussi sa propre démarche en matière de renouvelable et de solaire thermique.

Le Grenelle de l'environnement prévoit que le solaire thermique passera de 27 000 tep (tonnes équivalent pétrole) en 2006 à 900 000 tep en 2020, soit au total plus de 4 millions de logements équipés, avec un objectif intermédiaire en 2012 de 185 000 tep.

La réglementation thermique « RT 2012 » exigera que dès le **1er janvier 2013**, tous les nouveaux bâtiments soient à « basse consommation ». Cette obligation s'appliquera dès le **28 octobre 2011**, l'État et les établissements publics doivent engager une rénovation énergétique de tous leurs bâtiments **avant fin 2012**.

⁴ Listes des associations et fédérations, sans but lucratif, travaillant dans le domaine des énergies renouvelables avec l'EREC:

AEBIOM (European Biomass Association), EBB (European Biodiesel Board), eBIO (European Bioethanol Fuel Association), EGEN (European Geothermal Energy Council), EPIA (European Photovoltaic Industry Association), EREF (European Renewable Energies Federation), ESHA (European Small Hydropower Association), ESTELA (European Solar Thermal Electricity Association), ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation), EUBIA (European Biomass Industry Association), EU-OEA (European Ocean Energy Association), EUREC Agency (European Association of Renewable Energy Research Centres), EWEA (European Wind Energy Association).



Pour les départements d'outre mer la loi va encore plus loin puisque le Ministère de l'Écologie a publié le décret n° 2009-424, au Journal Officiel du 19 avril 2009⁵, mettant en place une réglementation thermique spécifique aux départements d'outre-mer. **Ce texte rend, notamment, obligatoire l'installation de chauffe-eau solaires thermiques sur les logements neufs.**

Dans les départements de la Guadeloupe, de la Martinique, de la Réunion et de la Guyane lorsqu'un système de production d'eau chaude sanitaire est installé dans un logement neuf, cette eau chaude est produite par énergie solaire pour une part au moins égale à 50% des besoins sauf si l'ensoleillement de la parcelle ne le permet pas, notons qu'en Tunisie cette part atteint facilement les 70%. Par ailleurs, la loi Grenelle 1 a prévu, dans ces mêmes départements, que la climatisation de toutes les constructions neuves soit compensée par l'installation de systèmes solaires photovoltaïques.

La loi Grenelle 2⁶, que nous avons décortiquée précédemment sur la première phase de l'étude, prévoit un renforcement de la réglementation thermique pour l'existant, un rôle important du diagnostic de performance énergétique dans l'habitat collectif et développe de nouvelles règles, **assouplies**, pour les copropriétés en matière de solaire thermique.

Ces nouvelles règles restent, pour la plus part, incitatives et il n'existe pas d'obligation pour les copropriétaires d'intégrer le solaire thermique comme source d'énergie.

Pour les bâtiments existants il existe aussi des actions, notamment les « **plans climat énergie territoriaux** », nous les avons présentés dans notre précédent rapport.

Le marché français représente 9% du marché européen. Il connaît un développement plus important que chez ses voisins de l'UE du solaire thermique collectif. Cette réussite, relative, des actions françaises en matière de solaire thermique s'explique par plusieurs facteurs :

- ✚ La France dispose du cinquième gisement solaire européen. Dans le sud de la France, un chauffe-eau solaire individuel (CESI) avec 2 à 3,5 m² de capteurs (3 à 5,5 m² dans

⁵ Voir annexe

⁶ Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.



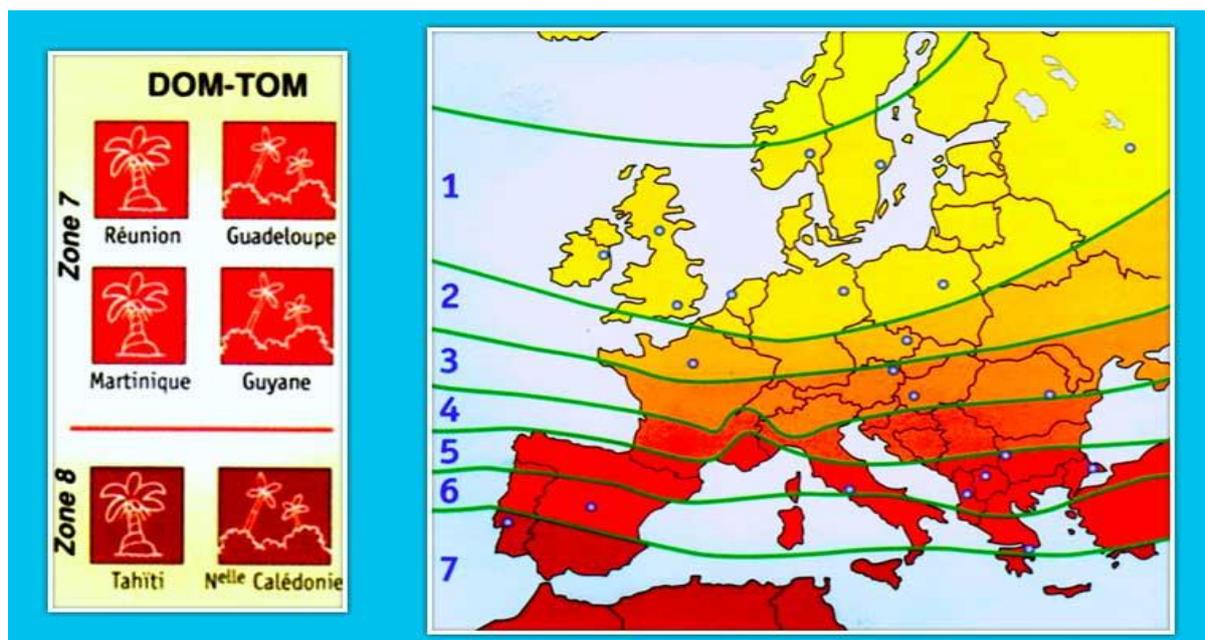
le nord) produit de l'eau chaude sanitaire pour une famille de trois ou quatre personnes, à hauteur de 50 à 80 % de leurs consommations

- ✚ Le système de soutien français est ainsi devenu, en quelques années, un des plus attractifs de l'Union Européenne par la mise en place du crédit d'impôt de 40 % pour les particuliers, porté à 50 % pour la période 2006-2009, auquel s'ajoutent des aides à l'investissement au niveau régional et de plus en plus au niveau local
- ✚ Un système décentralisé au niveau de l'action et de l'information (les points info-énergie). L'information vient au particulier ou au syndic sans qu'il soit obligé de la chercher
- ✚ Un travail très important de la part des associations et de la société civile en matière de conscience et de prise en compte des enjeux futurs environnementaux, ce qui veut dire qu'au-delà de la facture énergie qui sera en baisse l'individu en agissant de la sorte fait un geste pour l'humanité.

La France est de ce fait un exemple à suivre, mais en matière de solaire thermique collectif, l'Espagne a fait mieux.

2.2. L'exemple Espagnol

L'Espagne bénéficie d'un potentiel solaire exceptionnel aussi important que le potentiel des pays d'Afrique du nord, notamment la Tunisie, comme le montre bien cette carte.





Etant consciente de ce potentiel, Barcelone, a décidé, en 2000, de rendre **obligatoire** l'installation de panneaux solaires thermiques pour fournir l'eau chaude de tout bâtiment nouvellement construit ou réhabilité. **Un arrêté municipal⁷, promulgué au cours de l'été 1999, effectif depuis août 2000, a décrété l'installation généralisée et obligatoire de chauffe-eau solaires dans tout bâtiment⁸ neuf ou en réhabilitation, dont la consommation d'eau chaude dépasse les 2000 litres par jour.** L'objectif est qu'il doit représenter 60% minimum des besoins en eau chaude.

Cette initiative a été adoptée depuis par une **cinquantaine** de **villes** en Espagne, dont Madrid et Séville et qui a fait plus tard l'objet d'une **loi nationale**. Il s'agit de la loi promulguant « Le Code Technique de la Construction⁹ ». C'est un recueil de normes nationales devant être appliquées lors de la construction de nouveaux bâtiments. Il définit et développe cinq exigences de base se référant à l'économie d'énergie : la limitation de la demande énergétique, le rendement des installations thermiques, l'efficacité énergétique des installations lumineuses, la **contribution solaire minimum concernant l'eau chaude sanitaire** et enfin la contribution photovoltaïque minimum concernant l'énergie électrique.

Nous pouvons conclure que notre étude du cas espagnol en déduisant deux idées principales, **la décentralisation et l'obligation**, les clés d'une réussite inéluctable.

Il est opportun de préciser que, la Tunisie est en zone 7 sur la carte ci-dessus, la même que zone que les DOM-TOM et une grande partie de l'Espagne.

Par conséquent, nos propositions juridiques concernant le solaire thermique collectif en Tunisie s'inspireront des deux cas que nous venons d'étudier.

⁷ Voir annexe

⁸ Par "bâtiment", l'arrêté désigne des immeubles résidentiels, mais aussi des casernes, des prisons, des lieux dédiés à la santé, des équipements sportifs (stades, gymnases), certains locaux commerciaux, des constructions industrielles (pour l'eau chaude servant au processus de fabrication ou aux douches du personnel), ou encore toute autre surface disposant de cantines, de cuisines ou de buanderies collectives. Sont donc visés le secteur privé comme le secteur public.

⁹ Le code technique de la construction, approuvé par le biais de l'ARRETE ROYAL 314, en date du 17 mars 2006.



3. Les transpositions possibles et les propositions juridique

Quelques questions se posent par rapport aux mesures que nous venons de présenter ci dessus sont elles transposables en Tunisie :

- ✚ La contrainte et l'obligation peuvent elles être transposables ? L'autonomie dont dispose les régions en Espagne semble expliquer le succès de la démarche, encore inédite même en Europe quoique l'idée originale soit Berlinoise. Un tel arrêté est-il transposable en Tunisie?

Oui, malgré la centralisation de la décision au niveau national en Tunisie et les prérogatives municipales limitées ne pouvant pas couvrir ce champ d'application. Une loi nationale devra donner plus de latitude au travail des régions (gouvernorats) et du local (municipalités), qui pour l'instant ne prennent pas d'initiatives car souvent sont mal informé et inconscients de l'importance de la question du réchauffement climatique, point de départ intellectuel de toute initiative.

Cette loi organique devra décider d'un objectif chiffré précis avec une limite temporelle, elle devra décentraliser l'action pour la promotion des énergies renouvelables au profit du régional et du local pour plus d'efficacité.

Un décret d'application permettra de mettre en place la première obligation, celle de la pré-installation du solaire thermique obligatoire pour tous les bâtiments neufs et tous les logements.

- ✚ Le contrat de performance énergétique peut il être transposable en Tunisie ?

Non, pour l'instant, il faudra mieux entreprendre une démarche progressive dans les actions.

- ✚ La volonté politique européenne peut elle être transposée en Tunisie ?

Oui, alors que le schéma politique n'est pas comparable (il n'est pas hiérarchisé comme en Europe avec plusieurs seuils), la volonté politique existe malgré qu'elle reste très centralisée, très fermée et de ce fait insuffisante en particulier dans le contexte actuel après la révolution et la volonté des nouvelles instances et parties politiques d'intégrer la composante environnementale dans la nouvelle constitution.

- ✚ La diffusion de l'information concernant les programmes peut elle être transposée en Tunisie ?



Oui, surtout que les programmes existants, en Tunisie, tel que PROSOL, sont méconnus, notamment par les syndicats. Il est possible de créer, dans le cadre de la décentralisation de l'action de la promotion des énergies renouvelables, des conseillers énergies au niveau des collectivités locales qui s'occuperaient de promouvoir ce programme ou toutes autres actions entreprises dans le domaine du renouvelable et notamment du solaire thermique.

- ✚ Le règlement type de copropriété pourrait-il, comme en France et en Espagne, comporter des dispositions spécifiques aux énergies renouvelables ?

Oui, cette entreprise formaliserait la volonté politique d'intégrer le solaire thermique dans l'habitat collectif.

- ✚ Le code technique de la construction espagnole est-il transposable en Tunisie ?

Oui, surtout que le « Code de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme » n'est spécifique à la construction. Par conséquent, il est urgent de compiler toutes lois liées à la construction et à l'économie d'énergie dans la construction pour une clarté et une efficacité ne pouvant pas exister si les textes sont éparpillés.

- ✚ Un tissu associatif aussi important dans le domaine environnemental peut-il être transposé en Tunisie ?

Oui, surtout par le biais des jumelages et l'implantation de certaines associations internationales déjà existantes sur notre territoire.

- ✚ Les subventions **claires** (confusion actuelle entre pourcentage et dinars par m²) et encourageantes sont-elles transposables en Tunisie ?

Oui, elles peuvent constituer une bonne motivation pour les syndicats afin d'entreprendre la mise en place du solaire thermique en copropriété, ainsi il faudra prévoir des subventions spécifiques à l'habitat collectif puisque **les textes ne traitent pour l'instant que de l'habitat en tant qu'entité isolée.**

4. Plan d'action juridique

Nous revenons, par conséquent, à nos précédentes conclusions : la Tunisie doit avoir des objectifs chiffrés et clairs, elle doit entreprendre une compilation des textes pour plus de clarté, mettre en place, progressivement, une réglementation contraignante, décentraliser les actions et les objectifs au profit des gouvernorats et des collectivités locales se qui créera un



cercle vertueux de concurrence qui profitera au secteur, surtout, que le solaire thermique est une énergie décentralisée puisqu'elle est destinée aux particuliers et n'intéresse pas les gros investisseurs.

D'après ce que nous venons de présenter comme transpositions possibles pour la Tunisie et l'analyse du cadre juridique existant dans la première phase de ce travail, nous retenons et proposons le plan d'action suivant :

- 1) Une loi organique comportant des objectifs nationaux contraignants et limité dans le temps avec une décentralisation de l'action pour la promotion des énergies renouvelables au profit des autorités locales et régionales.**
- 2) Un Décret d'application détaillant les critères techniques et mettant en place l'obligation du solaire thermique dans le bâtiment en partant de l'obligation de la pré installation dans les bâtiments neufs pour arriver à une obligation généralisée à l'existant et en cas de réhabilitation, le décret doit inclure tous les bâtiments sans exceptions publics et privés et met en place des subventions encourageantes .**
- 3) Entreprendre une compilation (un code) des textes en matière de construction intégrant l'aspect énergétique et environnementale en traitant tous les types de bâtiments, dont le collectif.**
- 4) Porter des amendements au règlement type de copropriété afin d'intégrer les questions liées aux énergies renouvelables.**
- 5) La démystification du rôle étatique ne pourra se faire sans un soutien accru à la société civile (associations), les associations pour les énergies renouvelables et celles à caractère environnementale devraient pouvoir travailler en profitant de certaines prérogatives monopolisées au paravent par l'État hégémonique qui tout au long de ses dernières années a montré ses limites en la matière.**



Partie C : Solutions Techniques retenues

Suites à l'analyse des possibilités techniques offertes dans la première partie de ce rapport, nous avons choisi les solutions techniques à entreprendre pour la généralisation du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif suivant les critères suivants :

- **L'investissement** : coût global de l'installation
- **L'intégration architecturale** : point de vue esthétique
- **L'exploitation** : la performance de l'installation et la facilité de sa gestion
- **L'économie** : l'énergie solaire annuelle gagnée

1. Les démarches techniques indispensables avant chaque installation solaire

Les installations solaires doivent être dimensionnées et réalisés en conformité avec la norme tunisienne en vigueur : normes, décrets, DTU, codes, règlements, prestations administratives et règles départementales (au cas où) en vigueur.

Pendant la période du choix du système à installer, il faut tenir compte :

- du type d'habitation (villa, immeuble, appartements, espace couvert, etc.)
- du climat de la zone habitée en gros les régions du sud, du « nord et ouest » et de la région côtière
- des besoins d'eau chaude et l'installation aussi bien élémentaire (par habitation) que totale ($T_{1,1}$ et $T_{2,1}$).

Ainsi, on pourra décomposer le plan d'action avant de procéder à l'installation en deux parties P1 ; P2 comme suit :



P1 : Pour un bâtiment en projet (T_{1,2} et T_{2,2})

Pour être certain de la pertinence du choix d'une production d'eau chaude sanitaire solaire, il faut que l'application réponde à un certain nombre de critères essentiels à la rentabilité, au bon fonctionnement et à la sécurité de la future installation :

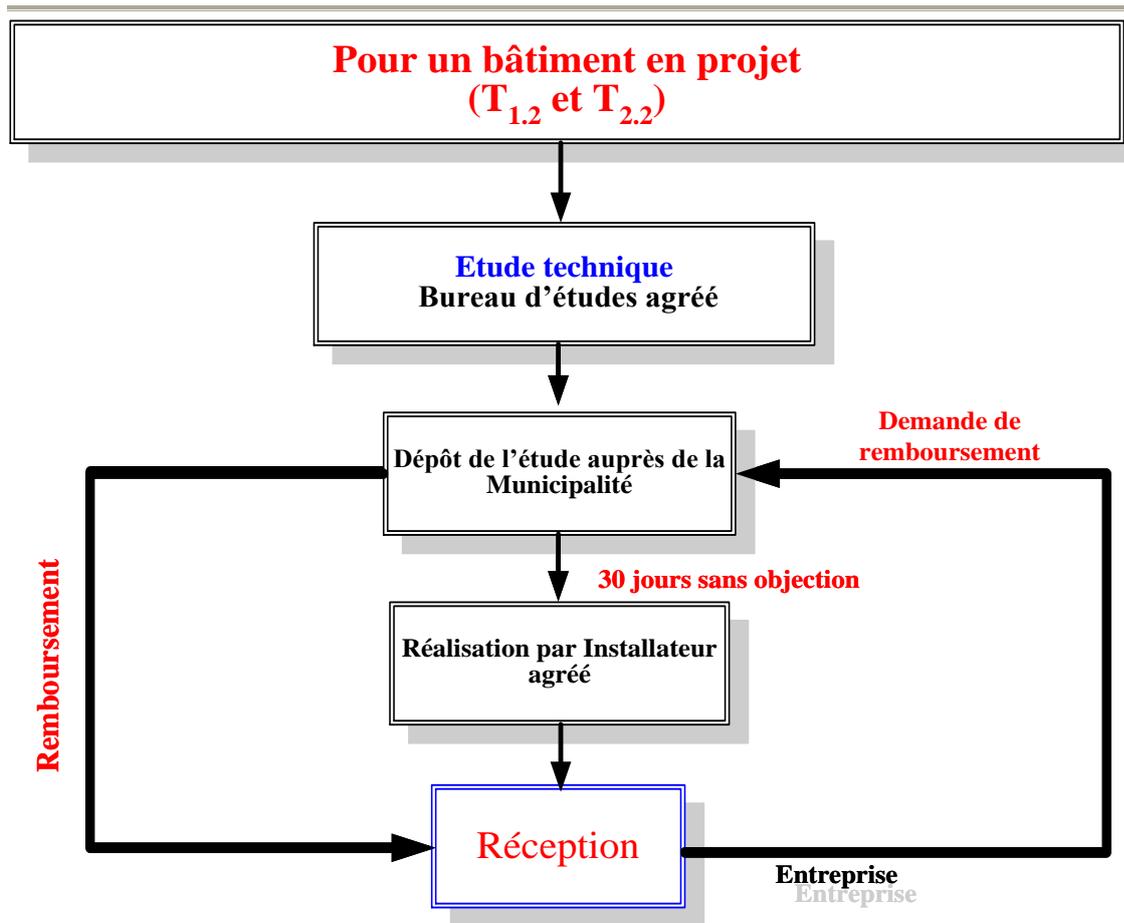
1 - Le bâtiment doit être **consommateur d'eau chaude sanitaire de façon régulière**, sans période d'inoccupation, en particulier, pendant les périodes de fort ensoleillement. « **Bien évaluer les besoins d'eau chaude mois par mois en tirant les informations d'une base de données nationale TUNISIENNE** »

2 - Le bâtiment doit **disposer d'un emplacement** en toiture (ou ailleurs) pour l'implantation des capteurs solaires avec une orientation permettant une récupération maximale de l'énergie solaire, soit de préférence vers le sud ; sud ouest et sud est. Il faut s'assurer aussi de l'absence de masque gênant, même futur (bâtiment de plus grande hauteur, végétation, etc.) susceptible de réduire la productivité des capteurs par l'ombre portée. De plus, la toiture doit pouvoir supporter le poids des capteurs généralement sans difficulté en Tunisie à raison de 25 Kg/m² au maximum pour les capteurs et 125 Kg/m² pour les thermosiphons.

3 - Des **gaines techniques** -généralement disponibles- sont à prévoir pour les liaisons hydrauliques, d'une part, entre la station solaire et les capteurs ou entre la station solaire et la production d'eau chaude sanitaire du bâtiment. Si les quatre conditions citées sont remplies, il faut alors évaluer la surface des capteurs à mettre en œuvre. Pour cela, il est impératif de connaître, aussi précisément que possible, les besoins en eau chaude sanitaire du bâtiment mois par mois comme nous l'avons dit.

4 - Un **local technique** si nécessaire.

La démarche à suivre pour l'installation de systèmes solaires thermiques dans les nouveaux projets d'habitation en Tunisie est récapitulée dans le schéma ci-dessous :



P2 : Pour un bâtiment existant (T_{1,1} et T_{2,1})

Pour ce type de bâtiment, nous proposons le plan d'action suivant avant de procéder à une installation :

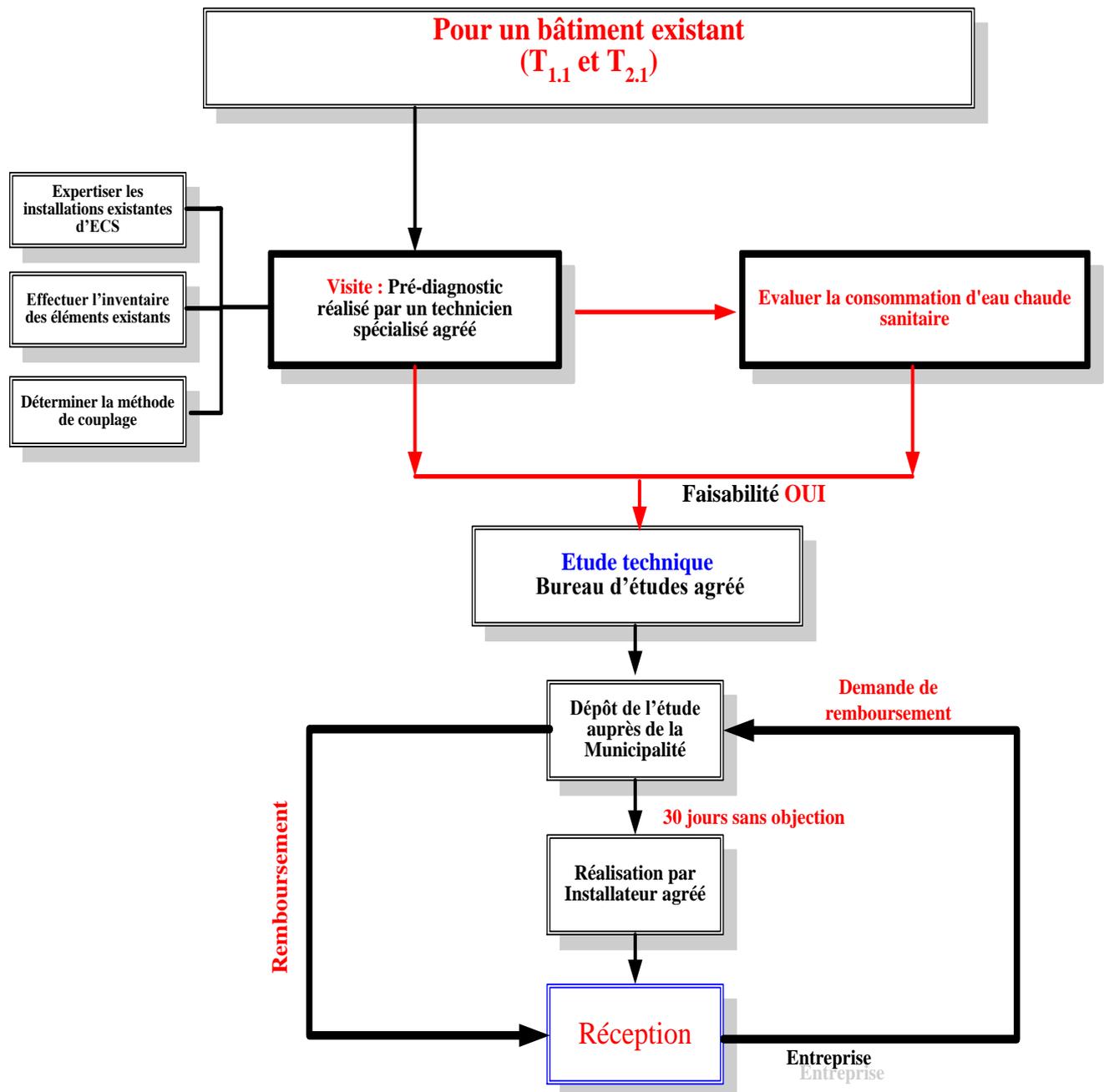
1- Il faut qu'un technicien spécialisé effectue **une visite** pour :

- **Expertiser** les installations existantes de production d'eau chaude sanitaire et recommander quant à leur maintien ou leur remplacement éventuel
- Effectuer l'inventaire des **éléments existants** à maintenir sur la base d'un contrôle visuel et vérifier que leur dimensionnement est adéquat, tuyauterie, chaudières, réservoirs existant, réservations, toitures, etc.
- Déterminer la méthode de **couplage** de l'installation solaire avec l'installation existante compte tenu des contraintes techniques rencontrées



2- Procéder à **une évaluation fine des consommations** afin de dimensionner avec précision l'installation solaire et valider la faisabilité techniques selon les résultats de la visite.

La procédure à suivre pour aboutir à l'installation de systèmes solaires thermiques dans les logements existants en Tunisie est récapitulée dans le schéma ci-dessous :





2. Les solutions techniques retenus pour les bâtiments du type villas (T2)

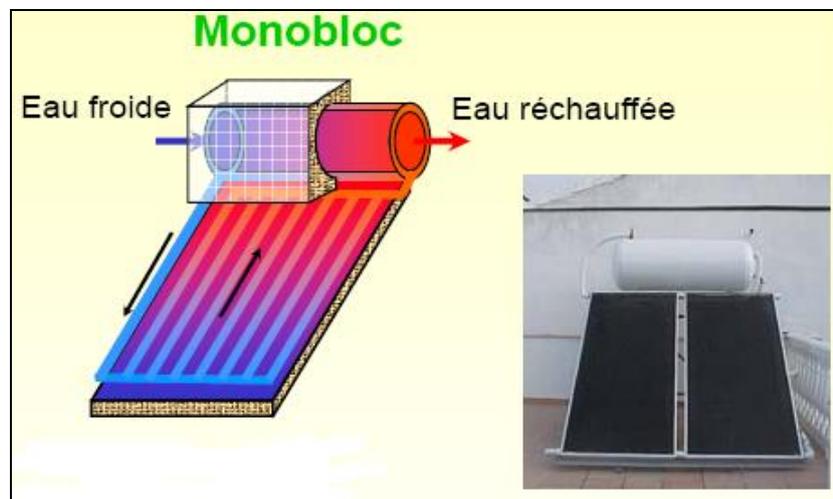
Nous avons étudié les conceptions les plus courantes Pour les villas (T₂), les deux principales configurations possibles pour la production de l'eau chaude solaire sont :

- S₁ : Les systèmes solaires **à circulation par thermosiphon directe (monobloc)**
- S₂ : Les systèmes solaires **à circulation forcée à éléments séparés**

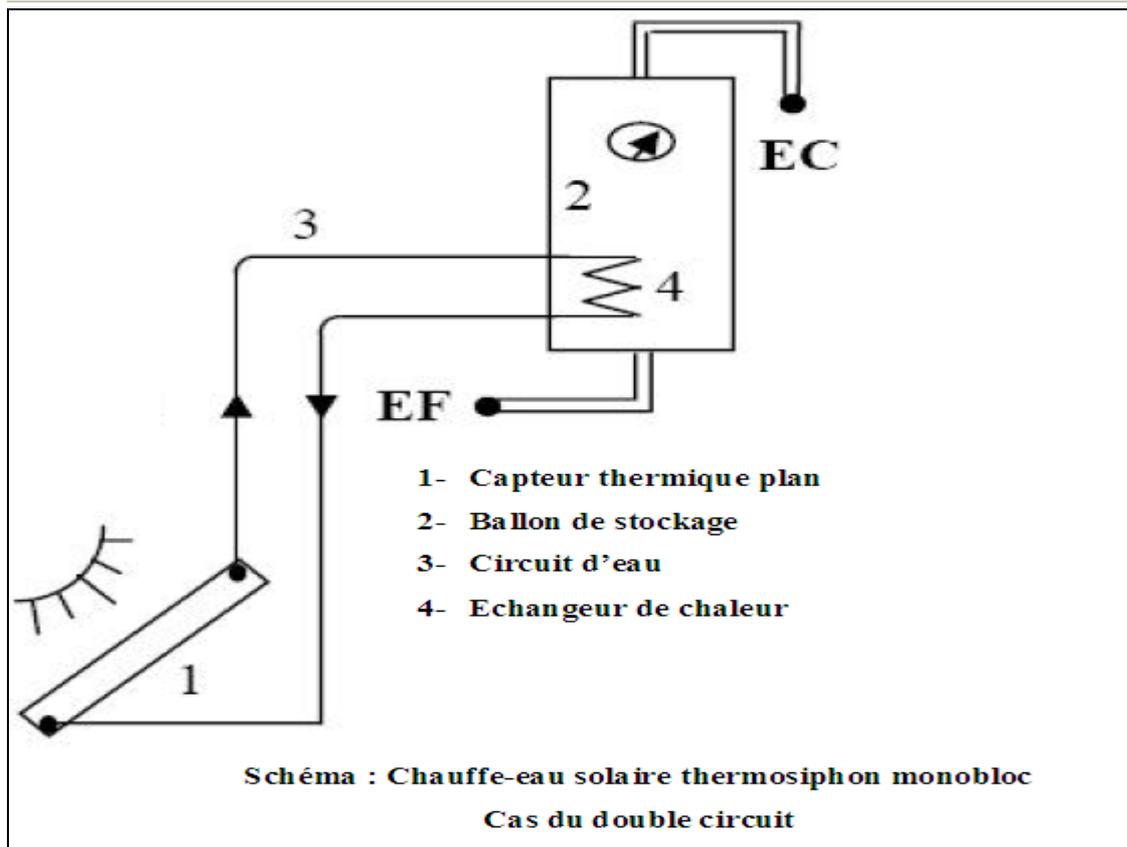
Cela ne veut pas dire que les autres solutions ne sont pas faisables.

S₁ : Le chauffe-eau thermosiphon monobloc

La solution le mieux adaptée est le système solaire **à circulation par thermosiphon direct** comporte un seul circuit c'est dire que le capteur et le ballon sont réunis en un seul composant.



Le principe de fonctionnement de ce système est présenté sur la figure ci-après pour le cas d'un double circuit adapté pour les régions froides. Pour le cas classique l'échangeur 4 n'existe pas :



Cette solution présente plusieurs avantages à **l'installation** et à **l'exploitation** :

Les avantages à **l'installation** sont au niveau du coût d'investissement qui est limitée et les travaux à l'intérieur du logement qui sont réduits. A **l'exploitation** sont au niveau des équipements élémentaires et robustes. **Donc, ce système est robuste, simple et pas trop chers.**

Les inconvénients de cette solution touchent **l'esthétique** et la **performance**.

Généralement, ce système est moins performant qu'un système à élément séparés du fait du stockage, situé hors logement, puisque les pertes thermiques sont importantes. Une bonne conception et un choix judicieux de l'isolation et coefficients de performance peuvent réduire l'impact de ces contrariétés.

Le choix de la superficie du capteur et le volume du ballon du chauffe eau solaire sont faciles, on pourra généraliser cette information en concertation avec les intervenants comme sur le tableau suivant que nous transmettons à titre d'exemple :



	Nombre d'occupants			
	1 ou 2	3 ou 4	5 ou 6	7 et plus
Volume du ballon solaire ^a (litres)	100 à 150	150 à 250	250 à 350	350 à 500
Volume total du ballon ^b (litres)	100 à 250	250 à 400	400 à 550	550 à 650

a : pour un chauffe-eau solaire sans appoint

b : pour un chauffe-eau solaire avec appoint

On pourra aussi faire plus simple en harmonie avec les subventions : 200 litres pour une famille de 3 personnes ; 300 litres pour une famille de 5 personnes ; 500 litres pour une famille nombreuse.

Actuellement, plus de 140 modèles de Chauffe Eau Solaire (CES) éligibles sont commercialisés en Tunisie bénéficiant d'une subvention accordée dans le cadre du programme **PROSOL**. Les prix de ces systèmes varient en fonction des modèles et catégorie, voir tableau ci-dessous:

Catégorie	Surface (m ²)	Volume du ballon (Litre)	Prix CES Installé (DTHT)	Montant de la subvention (DT)
1	2	200	1050-1550	200
2	4	300	1350-2250	400
3	6	500	2500	400

En tenant compte des données météorologiques de Tunisie, ces chauffe eau solaire produirait en moyenne¹⁰ :

- **900** kWh/an pour un CES de **200** litres
- **2 000** kWh/an pour un CES de **300** litres.

L'installation de ces systèmes peut se faire selon deux façons I₁ et I₂:

¹⁰ ANME, Programme de promotion de l'utilisation du chauffe-eau solaire en Tunisie



I₁ : installation d'un seul système pour chaque villa

Ce système est le plus courant grâce à la facilité de sa mise en œuvre. Pour un climat tropical (**sud de la Tunisie**), on peut utiliser des chauffe-eau solaire sans appoint (Voir schéma ci-après).

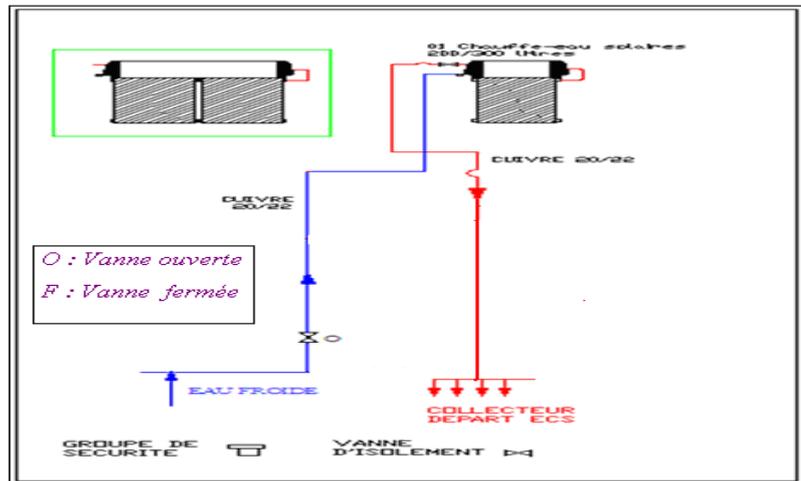
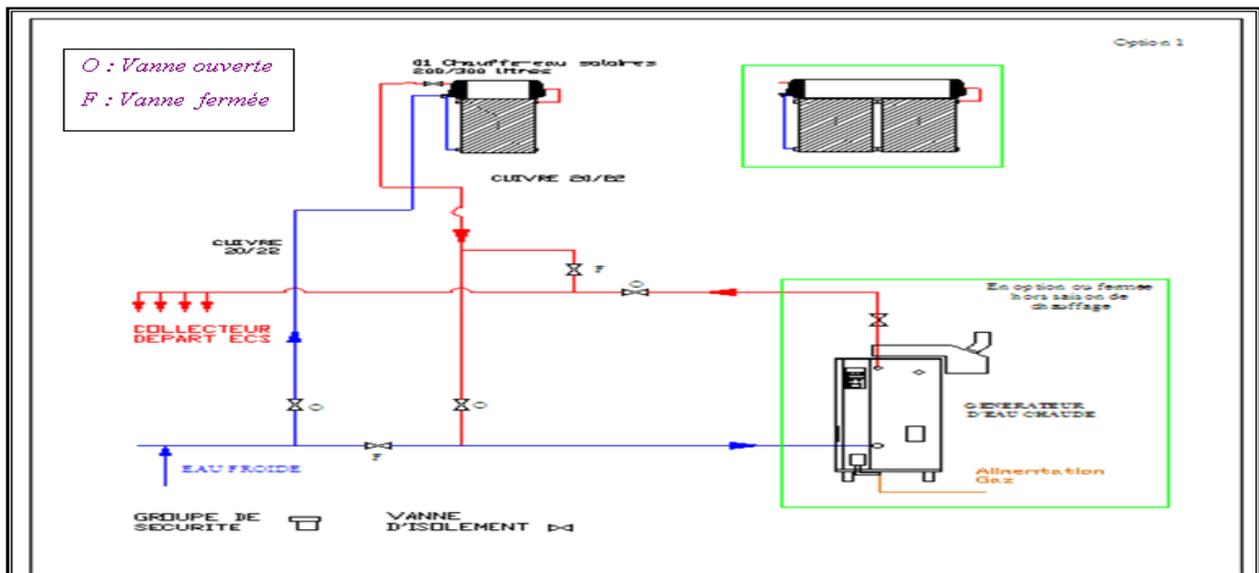


Schéma de principe : Montage d'un système sans appoint

Le chauffe-eau solaire n'est pas toujours suffisant pour produire les besoins d'eau chaude pendant toute l'année. Lors de journées hivernales peu ensoleillées, il est nécessaire de faire appel à un **système d'appoint**. L'installation est alors comme sur le schéma ci –après.



Montage d'un système y compris l'appoint

Deux dispositifs d'appoint peuvent être envisagés (**électrique** ou **chaudière**).



I₂ : Installation de deux systèmes pour chaque villa

Un chauffe-eau solaire permet de couvrir 50 à 70% des besoins en eau chaude d'une famille. La gamme des chauffe-eau solaires répond à des besoins et à des conditions d'ensoleillement très variés. Il existe une solution solaire thermique adaptée à chaque région de la Tunisie et à chaque famille (nombre de personnes en moyenne). Si le nombre d'occupants d'une famille est supérieur à quatre personnes, il est possible de combiner deux systèmes comme sur les schémas suivants :

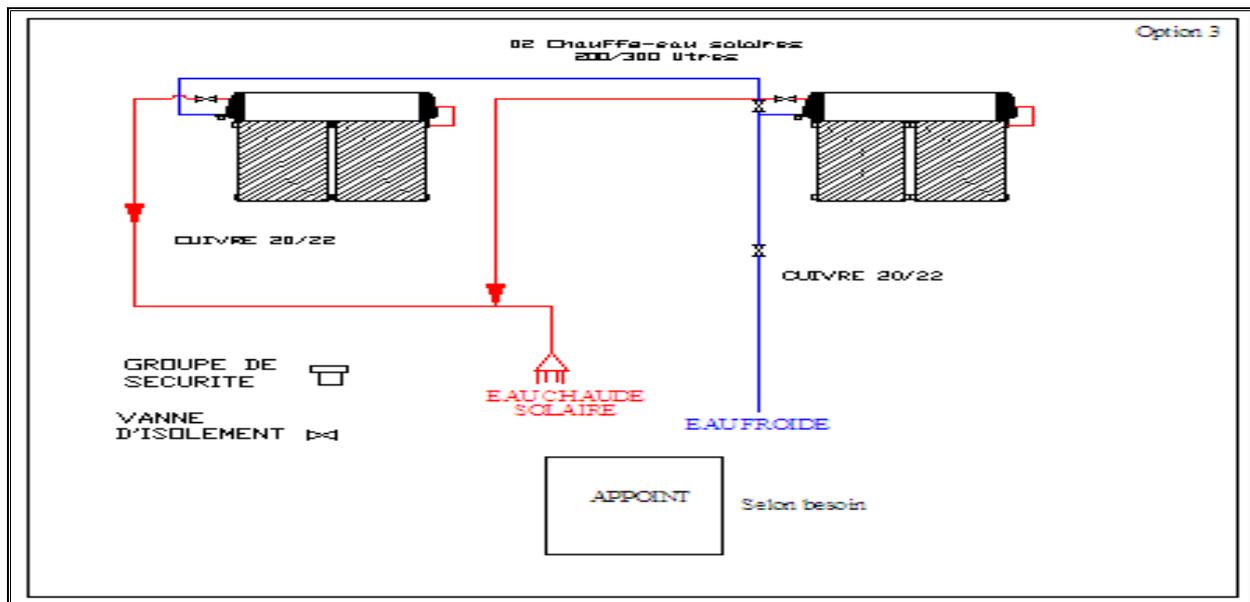


Schéma de principe : Assemblage de deux systèmes en parallèle

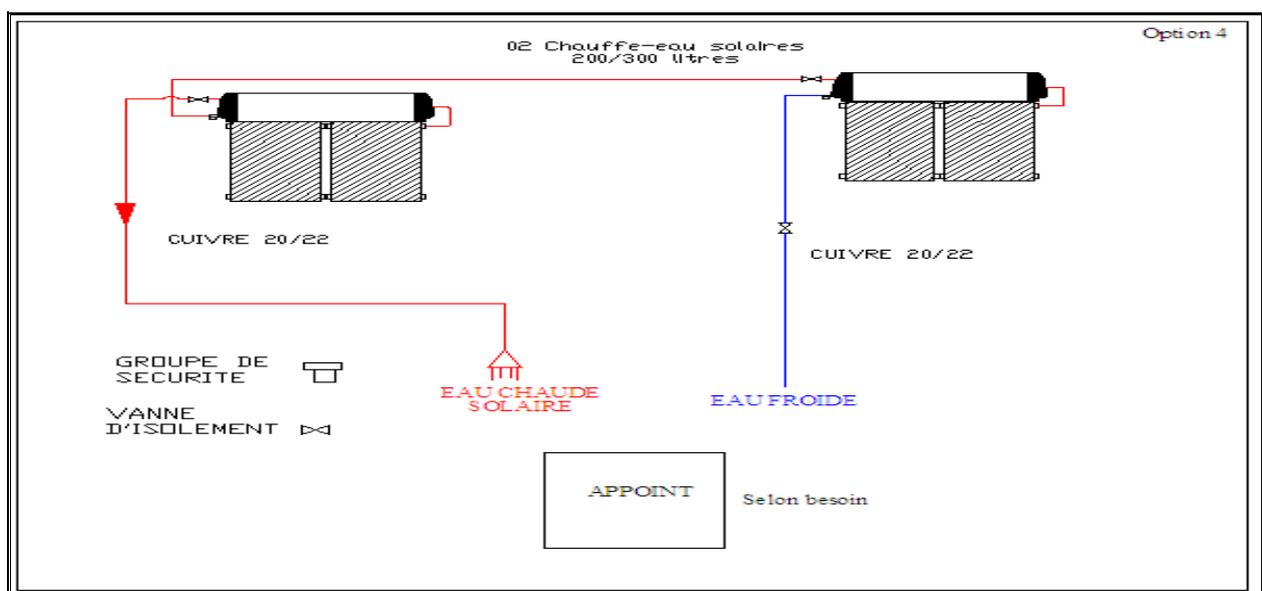


Schéma de principe : Assemblage deux systèmes en séries



Remarque : Il existe aussi le chauffe-eau thermosiphon à éléments séparés qui exploite le principe du thermosiphon, mais les capteurs (à l'extérieur) et le réservoir (placé à l'intérieur du bâtiment) sont séparés. Le réservoir doit être installé sur un point plus haut que les capteurs afin de permettre la thermo-circulation naturelle. **C'est une contrainte importante.**

Cette solution est plus chère que la première solution « CESI monobloc », elle a de meilleures performances (moins de perte pour le ballon) à condition qu'elle soit réalisée correctement.

Le schéma ci-après donne une idée sur le principe adopté pour ce type de système peu commun.

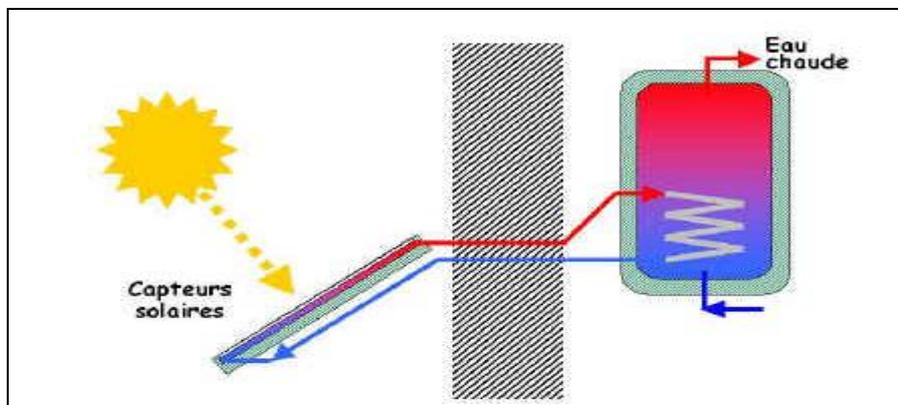


Schéma de principe : thermosiphon à ballon séparé

Par ailleurs, pour les thermosiphons et en cas d'adoption d'une régulation, les solutions préconisées sont comme sur le schéma suivant. Des fabricants proposent des régulations complexes que nous n'avons pas retenues :

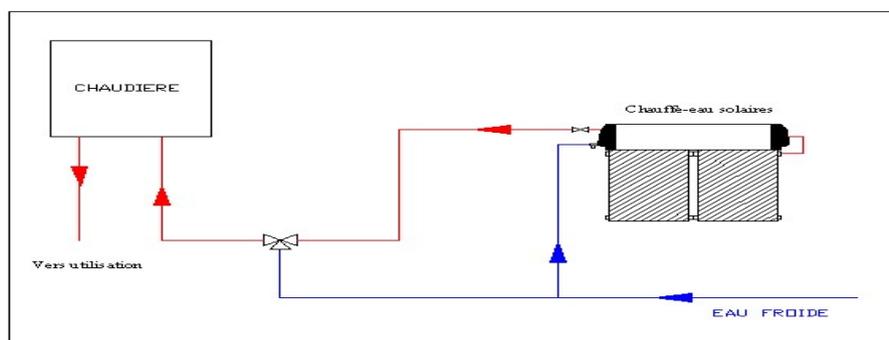


Schéma de principe : régulation simplifiée

Nous estimons que la régulation est inutile pour les utilisations courantes en Tunisie, seul un by-pass pour une utilisation directe du solaire peut être envisagé.



S₂ : Le chauffe-eau solaire à éléments séparés et à circulation forcée

Ce système possède une régulation enclenchant le circulateur (petite pompe) dès que le rayonnement solaire est suffisant. Les capteurs pourront s'intégrer dans l'architecture du bâtiment et le ballon sera situé séparément, n'importe où dans le bâtiment, mais au plus près des points de puisage de l'eau de préférence. **Ce type de chauffe-eau solaire est plus coûteux que les deux précédents.** Nous retenons le principe simple suivant :

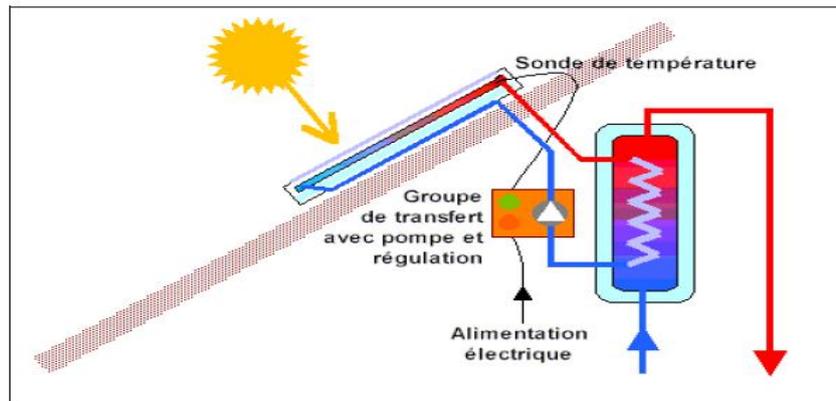
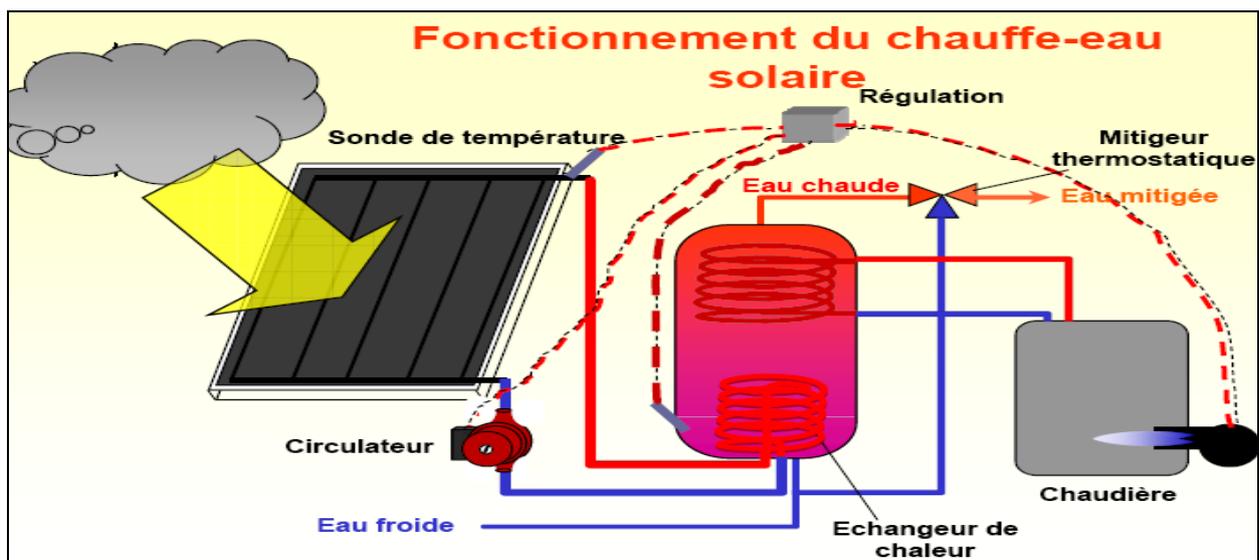


Schéma de principe : Système à circulation forcée

Le principe de fonctionnement de ce système peut être associé à un appoint et une régulation complexe comme présenté sur la figure suivante, nous conseillons d'éviter ce genre d'installation pour la Tunisie et penser à des systèmes simples même moins performants :



Nous rappelons les avantages et les inconvénients du système forcé qui sont :



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Système adapté à toutes les configurations d'habitat • Risques de pannes faibles • Système performant 	<ul style="list-style-type: none"> • Système plus couteux • Système encombrant • Nécessité d'une régulation différentielle pilotant un circulateur • Besoin d'une alimentation électrique • Consommation électrique

Conclusion

Le Tableau ci-après présente un résumé des différents types de chauffe-eau solaires retenus et leur mode de fonctionnement :

Chauffe eau solaire pour les Villas T ₂		
Type de chauffe-eau solaire	Fonctionnement	Plus d'infos
Thermosiphon monobloc	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Le réservoir et les capteurs sont à l'extérieur, le ballon est au-dessus des capteurs. ✚ Le fluide circule naturellement, réchauffé par les capteurs, il remonte vers le ballon solaire. ✚ L'eau froide étant plus lourde que l'eau chaude, elle reste en bas de l'installation. ✚ Réchauffée, l'eau remonte vers le haut. 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ À installer en double circuit dans les régions de gel ✚ Ce système n'a pas besoin de régulateur et de circulateur. ✚ S'installe directement en série avec l'appoint
Chauffe-eau solaire en mode de circulation forcée	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Ballon et capteurs sont séparés, les capteurs par exemple sur le toit et le ballon n'importe où dans le logement à condition d'être au plus près des points de puisage. ✚ Le système possède une régulation qui enclenche la circulation du fluide en fonction de la température des capteurs et du ballon. 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Nécessite un raccordement électrique et consomme de l'électricité ✚ Système couteux, environ 3000 dinars

Pour les bâtiments de type **T₂**, le système conseillé est le système solaire **à circulation par thermosiphon monobloc**, cet équipement est à usage



domestique assurant la conversion directe du rayonnement solaire en énergie thermique pour la production de l'eau chaude sanitaire.

Ce système ne comporte pas de pompes ni de régulation, et ne nécessite pas de raccordement au réseau électrique. Les **risques de panne** et **dysfonctionnement** sont par conséquent, très **réduits**.

3. Les solutions techniques retenus pour les bâtiments d'habitation du type immeuble (T1)

En se basant sur la nature des toitures en Tunisie qui sont généralement planes en plus de l'existante des gaines techniques pour l'évacuation des eaux pluviales, les courants faibles et les PVC des eaux usées ou encore l'extraction de l'air, etc., les solutions techniques applicables pour les bâtiments d'habitation du type (**T₁**) sont de deux formes :

- **S₁ : Installation solaire individuelle** : un seul système (chauffe-eau) pour chaque appartement.
- **S₂ : Installation solaire collective** à appoint individuel (installation solaire collective individualisée)

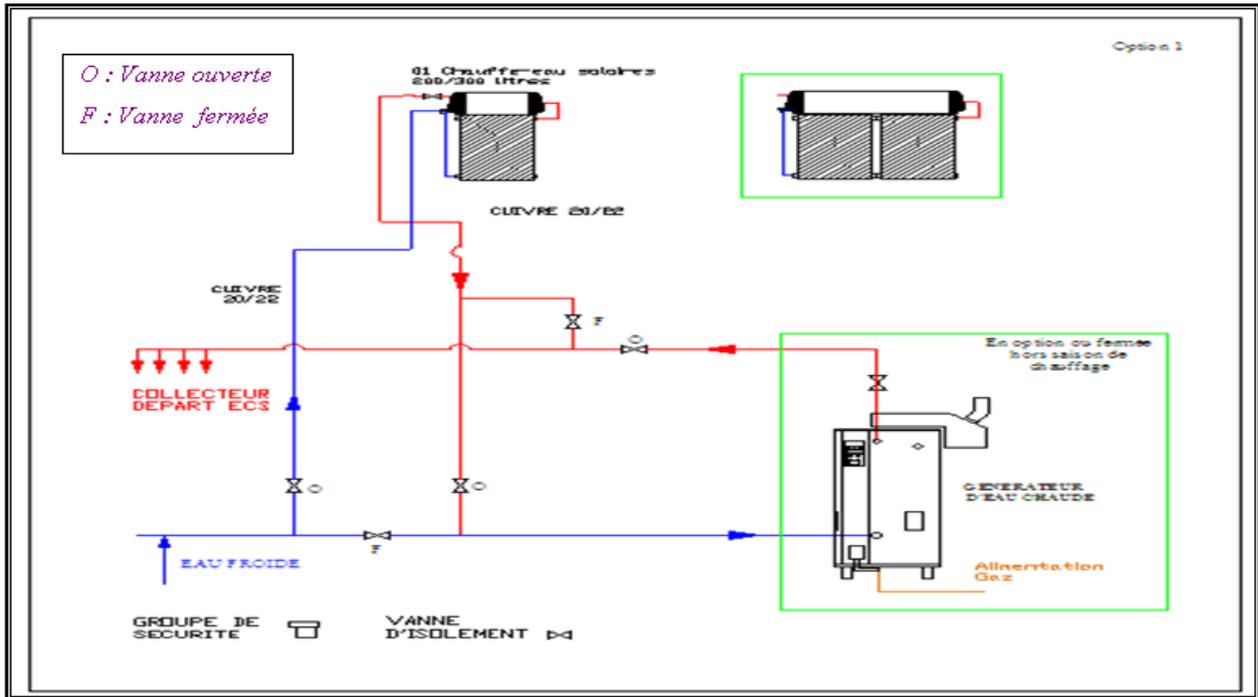
S₁ : Installation solaire individuelle : un seul système pour chaque appartement

Ce système est le mieux adapté pour les habitations collectives tunisiennes. Tout comme le cas traité des villas, le chauffe-eau **thermosiphon monobloc** ne peut pas fournir de l'eau chaude à haute température en cas de faible ensoleillement (hiver), pour cela il faut se munir d'un chauffage d'appoint utilisant une source d'énergie conventionnelle. Rappelons que le fonctionnement de ce type de chauffe-eau solaire est très simple et les risques de pannes sont faibles. Nous estimons que les appartements des quatre derniers étages peuvent toujours être raccordés sans grandes difficultés en particulier les deux contraintes :

- l'encombrement des toitures
- la chute de la température de l'eau entre le système en toiture et les points d'utilisation.

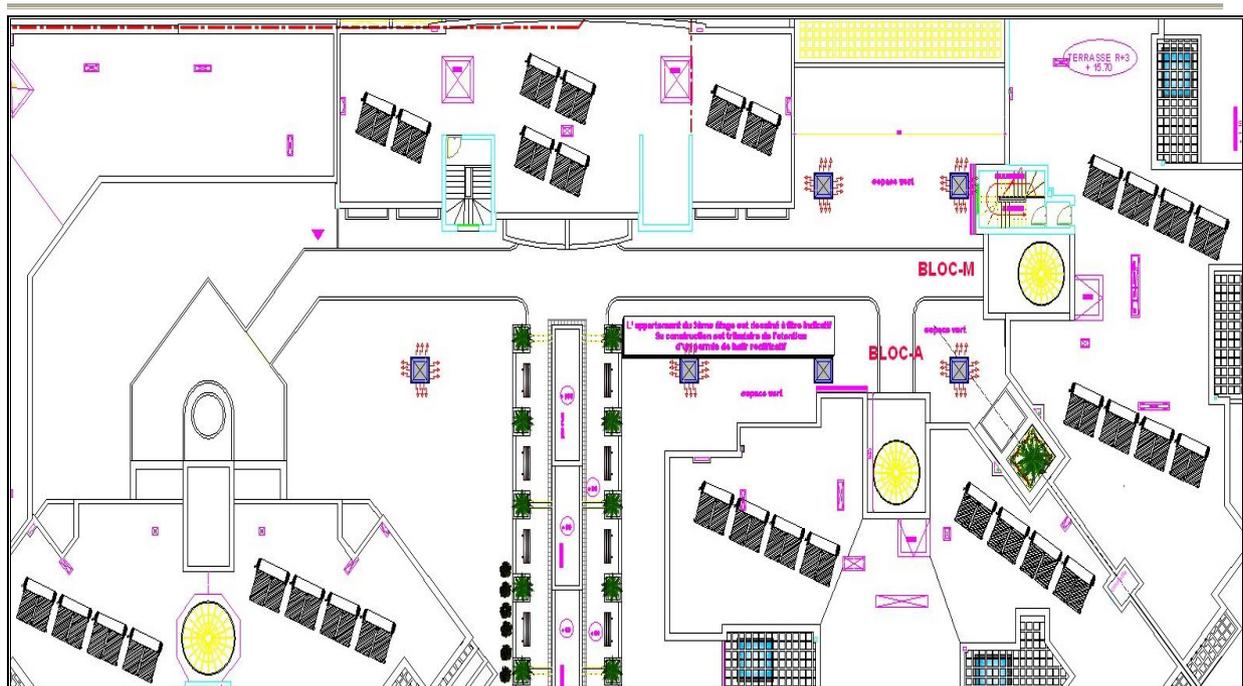


Le principe est le suivant :



Les photos et le plan ci-dessus donnent une idée sur les modes d'implantation des chauffe eau sur les toits :





Exemple d'un plan d'implantation des 32 chauffe eau (300 litres) sur les toits d'un immeuble au lac de Tunis
d'un logement collectif en projet

S2 : Installation solaire collective à appoints individuels

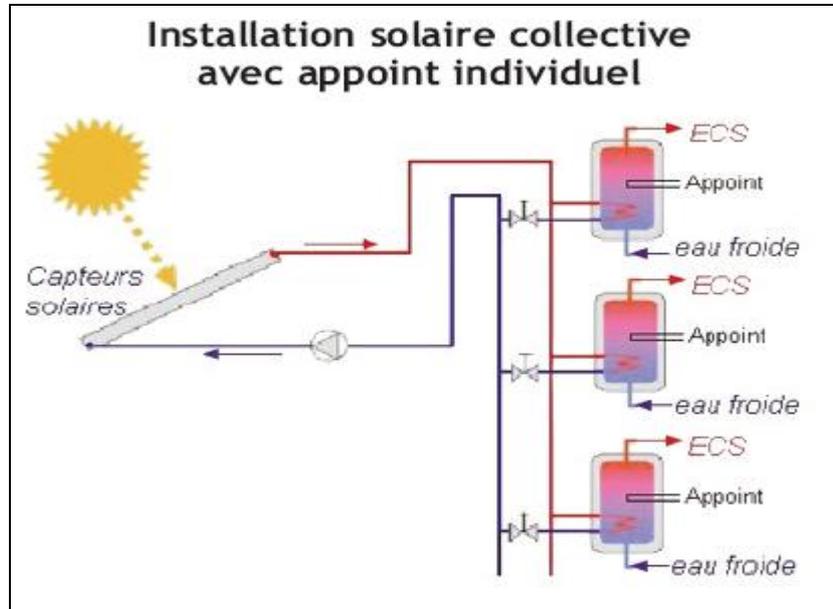
Ce système retenu convient aux immeubles d'habitations collectives classiques ou ayant un seul compteur d'eau telle que les foyers, casernes, immeubles publics. Les capteurs solaires sont placés généralement sur les toitures. Ce type de système a en principe une meilleure performance thermique que le chauffe-eau individuels. L'exploitation se rapproche de celle des chauffe-eau individuels, la quantité de chaleur disponible pour chaque appartement est limitée mais pouvant passer d'un logement à l'autre selon le puisage. Le comptage de la consommation d'eau des capteurs généralement très faible (circuit primaire) passe par le réseau du syndic. Par contre, la consommation de chaque logement se fait par le compteur d'eau froide du même logement.

Les principaux avantages de ce système sont :

- L'individualisation totale des frais de consommation de l'eau chaude sanitaire ;
- Chaque panne d'appoint n'affecte pas tous les usagers.



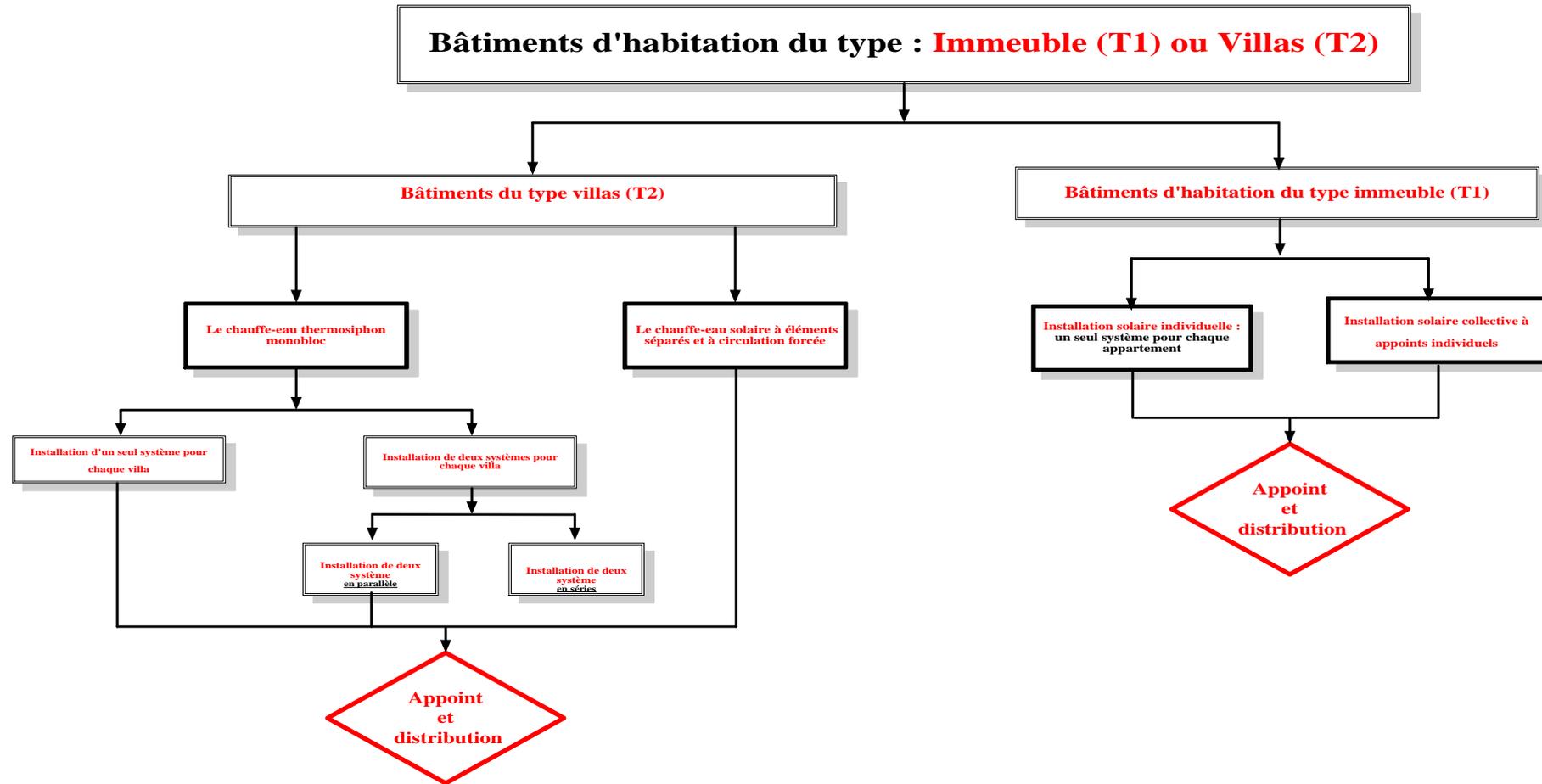
Le principal inconvénient de cette solution est d'imposer une contrainte qui est l'implantation des ballons solaires dans les logements.



Bien que plus chère à l'investissement, cette solution est adaptée aux installations neuves et pour un petit nombre de logements.



Plan d'action technique





Conclusion

Pour les bâtiments du type **T₁**, le système conseillé est le système solaire à **circulation par thermosiphon directe : installation solaire individuelle.**

4. Les Régulation et appoints

Comme nous l'avons déjà dit au début de cette partie, aujourd'hui pour les systèmes thermosiphons, nous estimons que la régulation est inutile pour les utilisations courantes en Tunisie. Seul un by-pass pour une utilisation directe du solaire peut être envisagée. Les chaudières doivent être en série tout simplement avec les CES. Pour les systèmes centralisés, la régulation doit être simple basée sur la différence de température entre le stockage et les capteurs. Des études techniques précises faites par des bureaux d'études sont alors nécessaires comme nous l'avons montré sur la première partie de ce travail. Dans ce qui suit nous donnons une description des cas les plus fréquents (+80% des cas) de la combinaison CES et appoints.

A. Pour les logements existants

Pour le cas des bâtiments existants, on observe deux cas de figure généralement : les logements équipés d'une ancienne chaudière à flamme permanente et à réservoir d'eau et les logements équipés d'une chaudière récente à allumage automatique et à échange instantané.

Pour les anciennes chaudières, quand la chaudière est en arrêt sur six à huit mois de l'année (hors hiver) et pour les chaudières disposant d'un réservoir d'eau en général de 20 litres et a flamme permanente, l'installation ne devra pas être munie d'une régulation. Ainsi, la réserve de 20 litres d'eau chaude (plutôt pas très chaude 40/45°C, seule la veilleuse est allumée) devra répondre suffisamment aux besoins de l'utilisation. Ce stockage est alimenté directement par le ballon solaire. Ainsi, nous observons une continuité de l'alimentation d'eau chaude sanitaire surtout qu'une partie de l'eau piégée dans la tuyauterie sera souvent tiède. Pour ce scénario, le gain est total, le domicile est alimenté -généralement- en permanence par le solaire combiné au stockage.

Dans tous les cas de figure, il est toujours possible de by-passer directement le CES.

En saison froide : la chaudière est alimentée en électricité, elle fournit tous les besoins du domicile en chauffage et en eau chaude sanitaire. Ainsi, le système dispose tout le temps d'un réservoir (20 litres) d'eau très chaude alimentée en permanence par l'eau en provenance du ballon solaire dont la température est variable selon l'ensoleillement. Le gain étant l'énergie gagnée sur la différence avec la température de l'eau de la SONEDE variant entre 10 et 14°C, nous estimons ce gain à 40%.

Pour le cas du logement disposant de chaudière « moderne » disposant d'un allumage électrique et sans réservoir le principe est le même que pour les chaudières classiques. Le seul problème qui pourra se poser étant le temps d'attente d'arrivée d'eau chaude solaire. Ce temps varie selon des installations et la distance qui sépare le ballon du point d'utilisation et l'emplacement du CES.

B. Pour les bâtiments neufs

Pour ces types d'habitation, il existe deux principales techniques de régulation :

- La régulation traditionnelle à l'aide d'un régulateur, des relais analogiques
- La régulation moderne basée sur un microcontrôleur

Ces technologies évoluent rapidement, les ingénieurs agréés doivent faire un effort pour proposer la meilleure solution qui doit allier la sécurité, le confort, la robustesse et les économies d'énergie.

Généralement, le Circulateur primaire sera piloté par un régulateur différentiel en fonction de l'écart de température entre l'arrivée des capteurs à l'échangeur et le bas du dernier ballon de stockage alimentant le ballon de préparation. Ce régulateur sera réglé à $\Delta t = 7^{\circ}\text{C}$ ou plus ($6/7^{\circ}\text{C}$ max). Lorsque la température "arrivée capteur" sera supérieure de 5°C par rapport à la température du bas de ballon, le circulateur restera en service, il s'arrêtera lorsque cet écart atteint une valeur de l'ordre de 3°C . Le fonctionnement du circulateur secondaire est asservi au circulateur primaire. La mise en route du circulateur s'effectuera lorsque la température capteurs mesurée à l'échangeur sera supérieure de 6°C de la température du ballon, et arrête lorsque cet écart atteindra une valeur de l'ordre de 2°C .

Ce circulateur sera asservi au fonctionnement du pressostat de sécurité. Ainsi quand la pression minimale est de 0,5 bars dans le circuit primaire, une mise en marche de l'alarme est faite et le circulateur s'arrête, sinon il y a fonctionnement normal. Ci-joint un schéma du principe non limitatif.

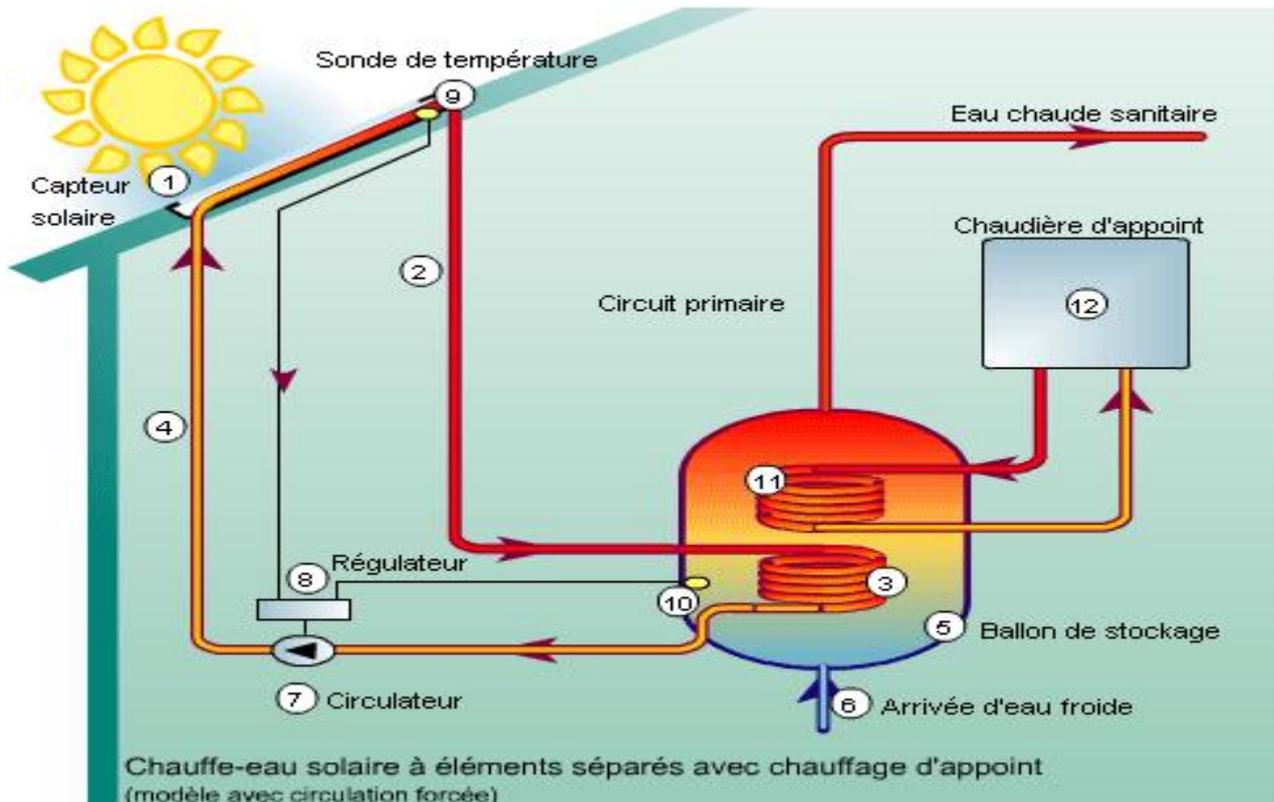


Schéma de principe d'une régulation simplifiée



Deuxième Partie

Étude du potentiel d'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif

Étude du potentiel d'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif

Le préchauffage de l'eau chaude sanitaire d'un bâtiment par l'énergie solaire est une technique maîtrisée, relativement aisée à mettre en œuvre et respectueuse de l'environnement. Pour l'intérêt qu'elle présente, le recours à ce type d'énergie devient une nécessité dans les habitations collectives. Dans ce cadre, une étude sur le parc logement en Tunisie conduira est utile de faire une synthèse des études et statistiques menées au cours des dernières années sur le parc bâti existant.

Ces statistiques permettront de déterminer le nombre de bâtiments pouvant recueillir des systèmes solaires dans le résidentiel collectif et permettrons aussi de dresser une évaluation sur le potentiel d'intégration de l'énergie solaire dans les projets neufs.

Il s'agit de dresser un état des connaissances sur le parc bâti et ce, sous différents angles, qui seront étudiés dans ce rapport.



Partie A

Données générales sur le parc des logements et la filière de l'énergie solaire thermique en Tunisie



Étude du potentiel d'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif

1. Les intervenants

- Les fournisseurs des capteurs solaires en Tunisie
- Les entreprises installatrices
- Les architectes
- Les bureaux d'études
- Les promoteurs immobiliers
- L'Agence Nationale pour la Maitrise de l'Énergie
- Chambre syndicale nationale des énergies renouvelables
- La STEG
- La SONEDE
- Le Ministère de l'équipement
- Le ministère de l'environnement
- Institut national de la statistique
- Coopération allemande (GIZ)

2. Évolution de la population Tunisienne

Au cours de l'année dernière (2010) la population tunisienne comptait jusqu'à **10 549** contre **10 440** en 2009, elle suit une évolution faible de 1%.

Cette évolution figure dans le tableau et la figure suivants :

Année	2006	2007	2008	2009	2010
Population totale au 1er juillet (en milliers)	10127,9	10225,1	10328,9	10439,6	10549,1
Nombre de ménages (en milliers)	2291,0	2344	2407,2	2474,6	
Nombre moyen de personnes par ménage	4,41	4,35	4,28	4,21	

Tab.1. Évolution de la population Tunisienne au cours des dernières années

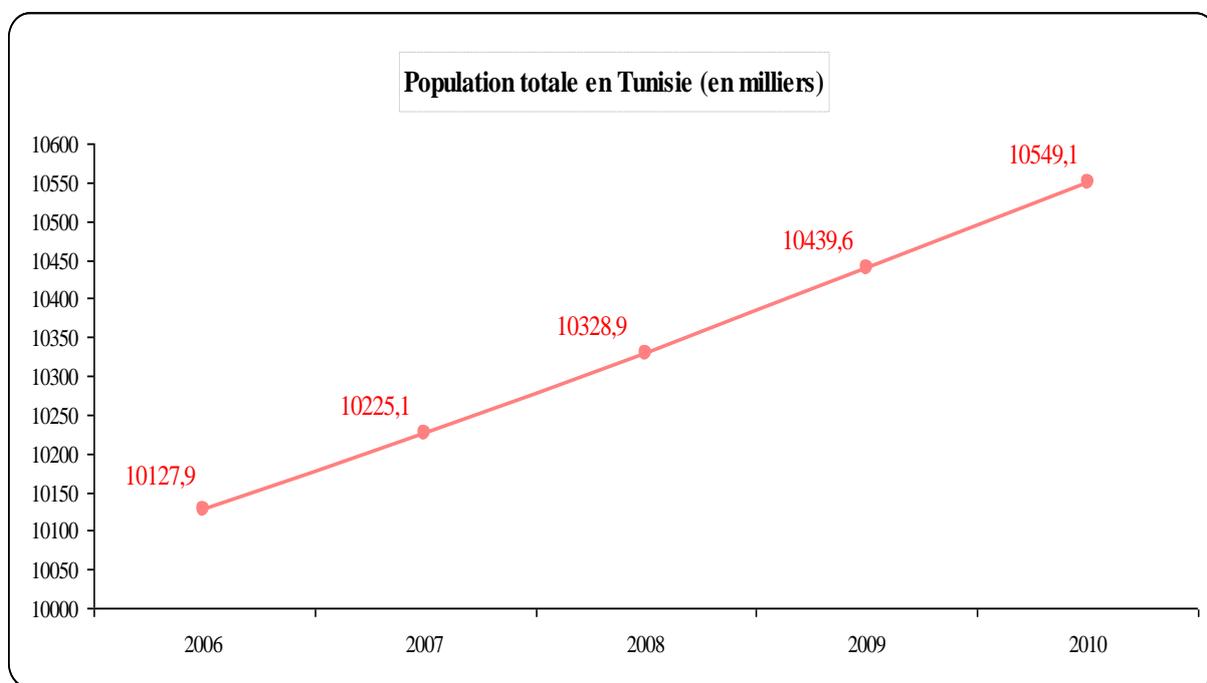


Fig.1. Évolution de la population Tunisienne

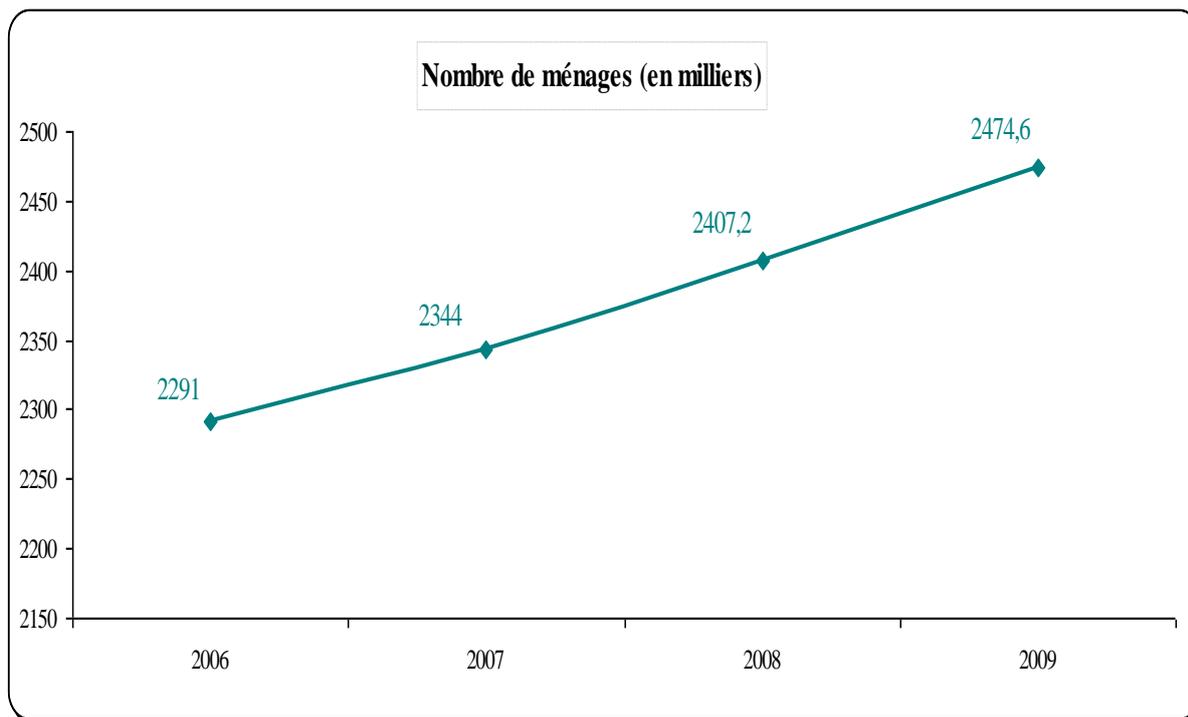


Fig.2. Évolution du nombre de ménage en Tunisie

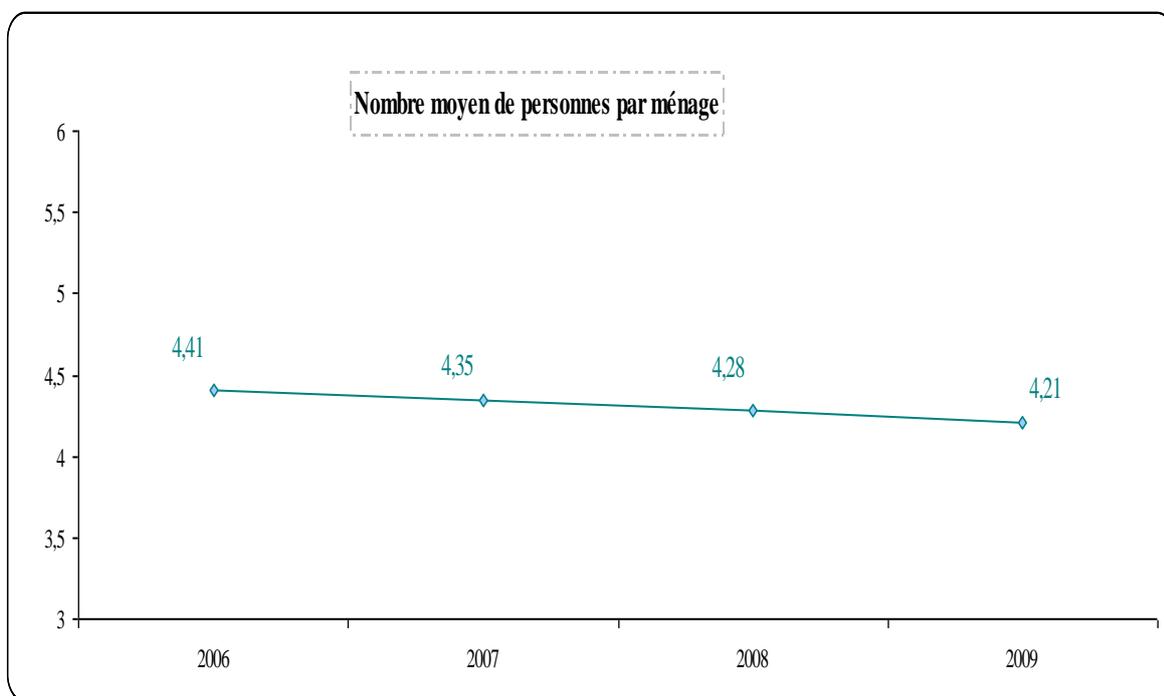


Fig.3. Nombre moyen de personnes par ménage en Tunisie

D'après l'enquête nationale sur la population et l'habitat réalisée en 2009, le nombre de ménages s'élève à **2 474,6** familles avec **4,21** personnes évalué comme nombre moyen de personnes par ménage.

Afin d'estimer l'évolution de la population dans les années prochaines, des projections de la population ont été établies en 2009 sur la base des résultats de l'enquête national sur la population et l'habitat en 2009 et des hypothèses d'évolution future de l'indice synthétique de fécondité d'une part, et des taux de mortalité infantile et de l'espérance de vie à la naissance d'autre part.

L'hypothèse retenue est fondée sur un prolongement modéré de la baisse de la fécondité, de telle sorte que l'indice synthétique de fécondité, évalué à 2.05 en 2009, atteindrait 2.01 en 2029 et stabilisera jusqu'à 2039.

La Tunisie, aussi bien en ce qui concerne le niveau de mortalité que ses causes, est plus proche de la situation des pays développés que celle des pays en voie de développement. Ainsi, compte tenu de l'évolution observée par le passé pour les pays développés, une hypothèse de baisse de la mortalité infantile assez importante pourrait être retenue, par suite de l'amélioration des services sanitaires, des conditions d'hygiène et du niveau de vie en général. Dans cette hypothèse, le taux de mortalité infantile, estimé à 32.6%° en 1994, serait de 18.0 %° en 2009 et baisserait à 14.5%° en 2019 pour atteindre 10%° en 2039. L'espérance de vie à la naissance correspondant aux niveaux de mortalité retenue évoluerait, compte tenu du modèle conforme au profil de la population tunisienne, de 74.4 ans en 2009 à 75.8 ans en 2019 et à près de 77,6 ans à la fin de la période de projection (2039).

Année	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Population totale projetée horizon 2039	10999	11598	12075	12450	12784	13014

Population projetée selon la tranche d'âge horizon 2039					
Année	2019	2024	2029	2034	2039
0 - 4 ans	7.6	6.8	6.0	6.4	6.4
5 - 14 ans	14.9	14.6	13.7	13.9	12.9
15 - 59 ans	64.5	63.3	62.6	61.5	60.6
60 ans et plus	13.0	15.2	17.7	18.2	20.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tab.2. Projection de l'évolution de la population Tunisienne

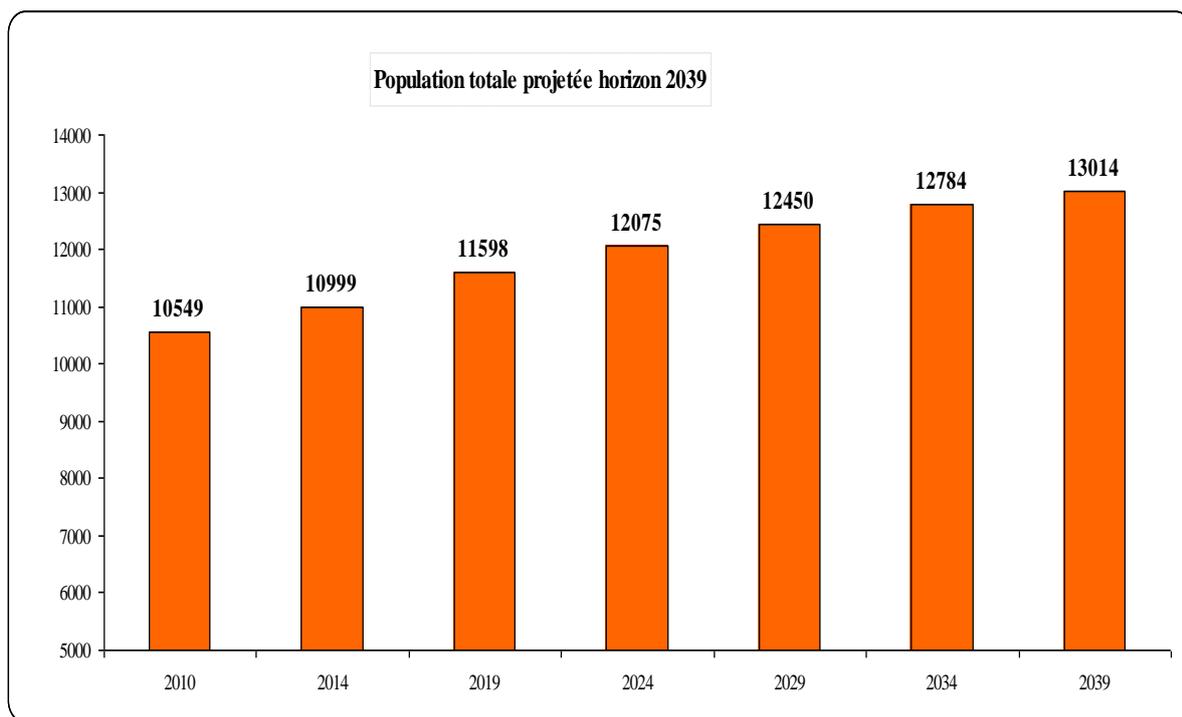


Fig.4. Projection de la population Tunisienne

L'ensemble des informations collectées à partir des statistiques mais aussi des modèles d'évolution de la population et des ménages nous conduit à une évolution annuelle approximative qui figure sur les tableaux et graphiques suivants :

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Population totale au 1er juillet(en milliers)	10440	10549	10660	10772	10885	10999	11114	11231	11348	11467	11598	11692	11786	11882	11978

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
12075	12149	12224	12299	12374	12450	12516	12583	12649	12716	12784	12830	12876	12922	12968	13014

Tab.3. Extrapolation de l'évolution de la population

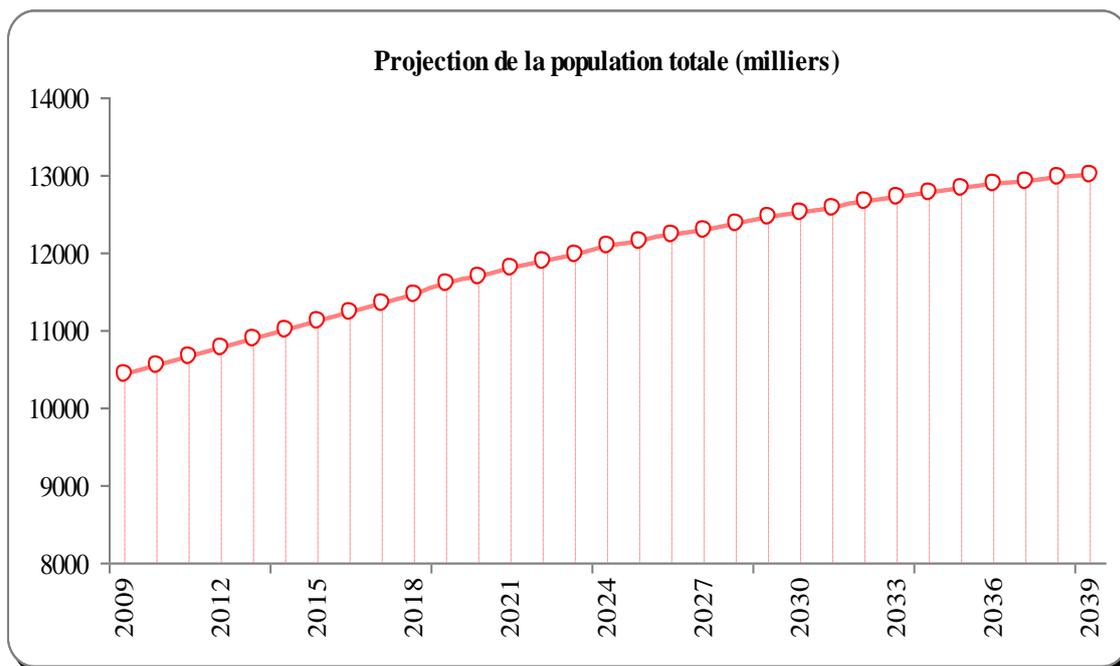


Fig.5. Évolution de la population Tunisienne dans les années à venir

3. Le parc logements en Tunisie

3.1. Évolution du parc des logements

Le parc logement en Tunisie croît en milieu urbain à un rythme supérieur à celui des ménages. Les conditions de confort et de raccordement aux réseaux divers sont majoritairement atteintes.

Statistiquement

En 1956, le logement comptait près de 750.000 unités dont environ 60% étaient considérés rudimentaires.

En mai 2009, Le parc national de logements est constitué de **2.886,800** unités dont moins de 1% pouvait être considéré rudimentaire, contre **2.500,800** unités répertoriées par le recensement de la population en **2004**. La période s'étalant de l'année **2004** jusqu'à l'année **2009** a vu ainsi la création de 386 milles logements, soit une moyenne annuelle estimée à **77.200** logements qui correspond à un degré d'évolution **2,91%**.

Évolution du Parc Logements

	1984	1994	2004	2009
Nombre de logements (Par Milliers)	1313,1	1868,5	2500,8	2886,8
Moyenne d'augmentation annuelle (Par Milliers)		55,7	63,5	77,2
Taux d'augmentation annuel (%)		3,60	2,97	2,91

Tab.4. Évolution du parc des logements

3.2. Les logements selon le milieu

Les extensions ont occupé les zones périurbaine et le paysage urbain a ainsi totalement changé ; ce que l'on peut retenir c'est que le logement indigne de type « gourbis » a pratiquement disparu, une forme dite « en dur » l'ayant remplacé dans les quartiers périphériques ; en revanche, ce qui a persisté, c'est le logement individuel qui reste le modèle plébiscité par les usagers.

Le périmètre communal concentre la plus grande partie du parc logements, avec 2.031.600 unités en 2009, contre 1.726.000 en 2004, soit un accroissement annuel de **3.31%**.

Le nombre de logements situés en dehors du périmètre communal est passé de 774.800 en 2004 à 855.100 en mai 2009, soit une hausse annuelle de **1,99%**.

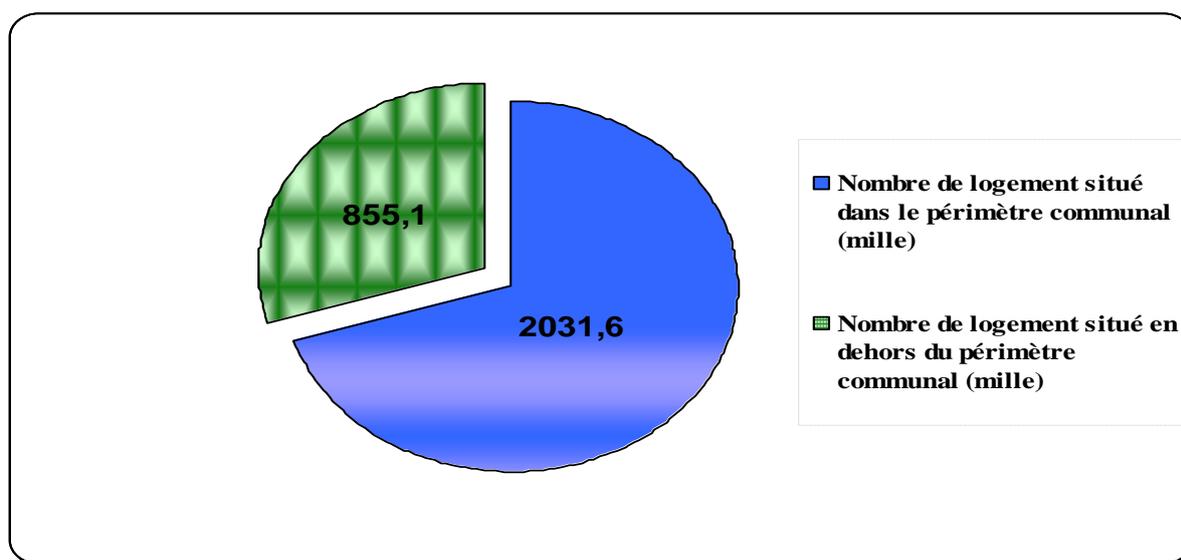


Fig.6. Répartition des logements selon le milieu

Dans ces milieux la structure des logements se répartie comme suit :

Indicateur : Structure des logements selon le type (en %)								
Unité : Pourcentage								
Année	1966	1975	1984	1989	1994	1999	2004	2009
Logements modernes (villas, appartements, ...)	-	14,1	20,2	22,7	33,7	38,5	45,1	33,8
Logements traditionnels (maison arabe, borj, houch....)	56	62,2	71	72,4	63,6	60,3	54,1	65,9
Logements rudimentaires	44	23,7	8,8	4,9	2,7	1,2	0,8	0,3
Total	100	100	100	100	100	100	100.0	100.0

Tab.5. Évolution des types de logements

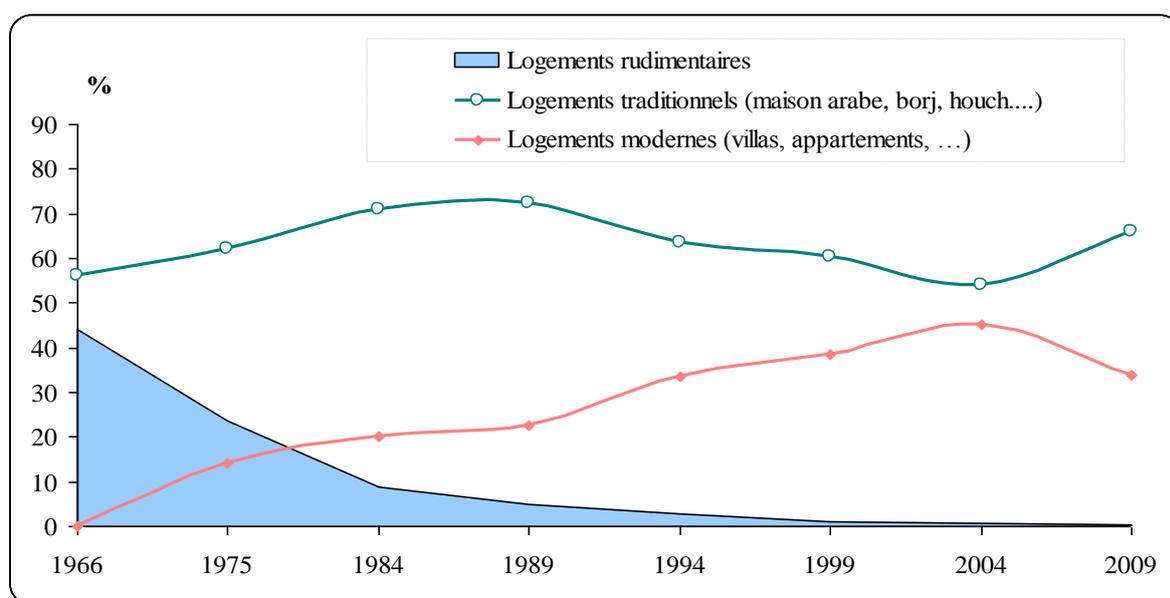


Fig.7. Évolution des logements selon le type

Par projection du nombre de logements atteint en 2009 on pourra dire que le nombre de logements évoluera à **2 971** en 2014. Cette évolution se poursuivra jusqu'à atteindre environ **3 429** logements en 2039.

Année	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Nombre de logements total projeté horizon 2039	2971	3057,25	3146,22	3238	3332	3429

Tab.6. Extrapolation de l'évolution du parc logement

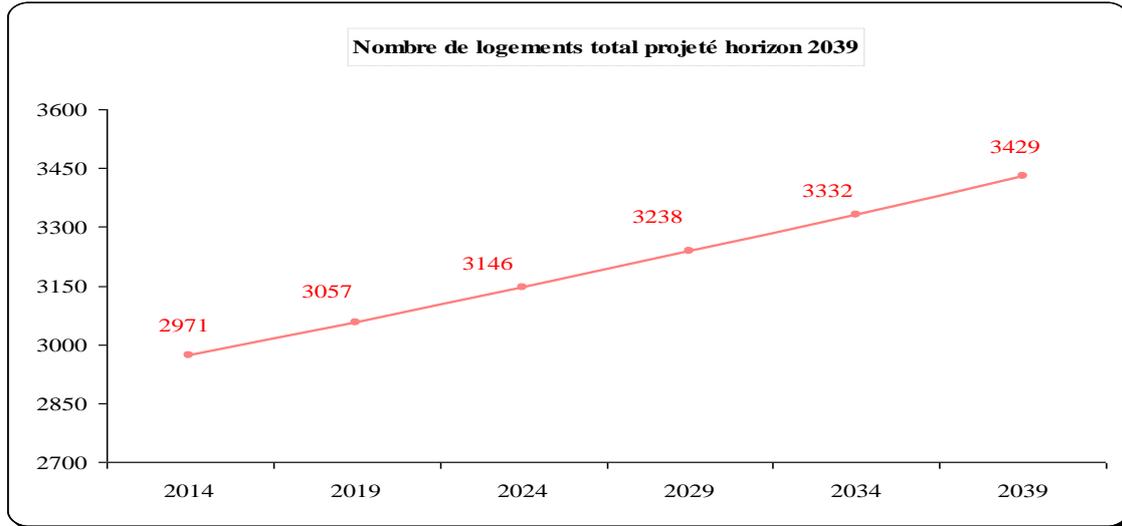


Fig.8.Évolution du parc des logements

Notant que ces évolutions nous conduisent à un nombre de logement en 2011 avoisinant de **2920** milliers.

Le tableau et la figure ci-dessous montrent l'évolution du parc des logements dans les années à venir ainsi que l'évolution de la population Tunisienne.

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Population totale au (en milliers)	10440	10549	10660	10772	10885	10999	11114	11231	11348	11467	11598	11692	11786	11882
Evolution du parc logement	2887	2903	2920	2937	2954	2971	2988	3005	3022	3040	3057	3075	3093	3110

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Population	11978	12075	12149	12224	12299	12374	12450	12516	12583	12649	12716	12784	12830	12876	12922	12968	13014
Logements	3128	3146	3164	3183	3201	3219	3238	3256	3275	3294	3313	3332	3351	3370	3390	3409	3429

Tab.7. Extrapolation de l'évolution du parc logement et de la population

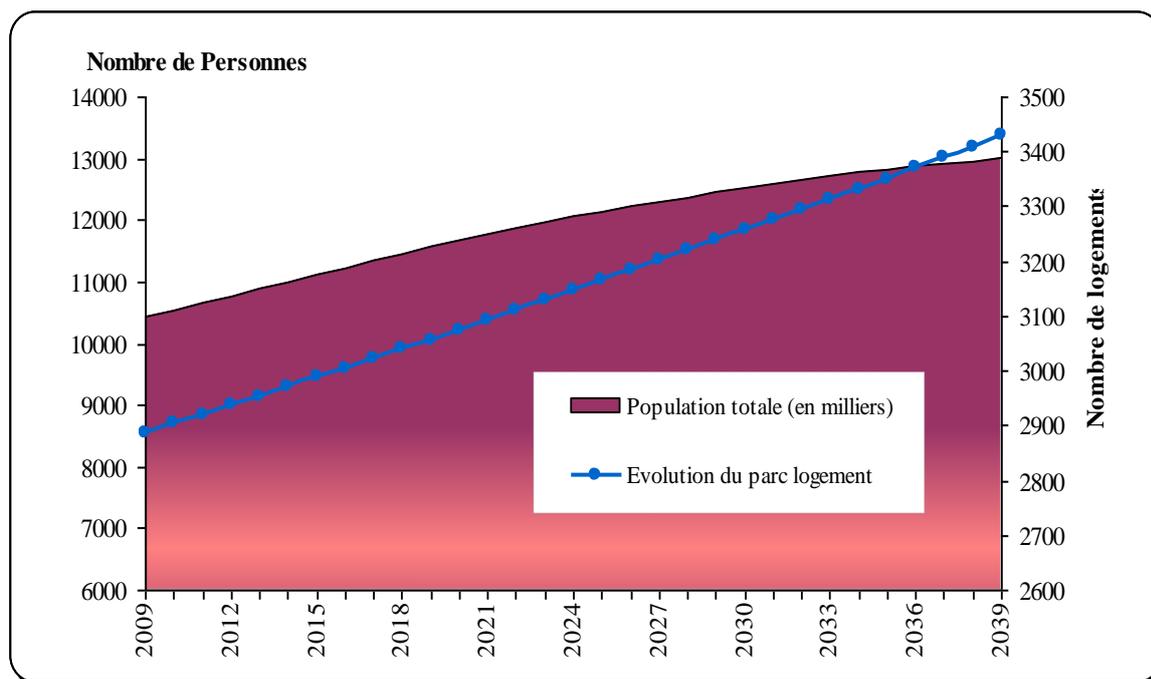


Fig.9.Évolution du parc des logements en parallèle avec l'évolution de la population

3.3. Les logements selon le type (Typologie)

En 2009, Le parc de logements reste peu homogène en Tunisie; les maisons traditionnelles (Dar arbi) représentent 16.4% ce qui correspond à 469 milles maisons.

Les logements individuels adjacents tiennent le haut du pavé avec 632 milles unités soit 22.1% des logements totaux. Par ailleurs, il a été identifié 176,9 mille logements adjacents ayant un seul étage.

Les maisons individuelles du type villa sont au nombre de 529.100 unités, soit un taux de 18.5% du total des logements. Par ailleurs, 187.600 appartements (6,5 %) et 27.700 studios ont été recensés, ce qui dénote que le tunisien est encore réfractaire à la vie en immeuble collectif, la maison individuelle reste le mode d'habitation préféré ; bien que depuis ces 10 dernières années, on remarque un regain d'intérêt pour l'appartement dans les quartiers cossus et l'habitat de haut standing en particulier à Tunis (Ennasr, le Lac, La Marsa).

Le nombre de logements modestes ne dépasse pas les 9.100, soit 0,3% des logements totaux en Tunisie ; on pourra considérer qu'ils ont disparu.

Répartition des logements selon le type (année 2009)		
Type de logements	Nombre de logements (x1000)	%
Dar arabe	469,0	16,4
Petite construction en cours	185,1	6,5
Houch	310,1	10,8
Borj	4,0	0,1
Logements individuels adjascents	632,0	22,1
Etage individuel adjascent	176,9	6,2
Logement séparé : Villa	529,1	18,5
Étage de villa haut	181,5	6,3
Étage de villa bas	150,9	5,3
Appartements	187,6	6,5
Studios	27,7	1,0
Logements modestes	9,1	0,3
non déclaré	23,8	–
Total	2886.8	

Tab.8.Répartition des types de logements

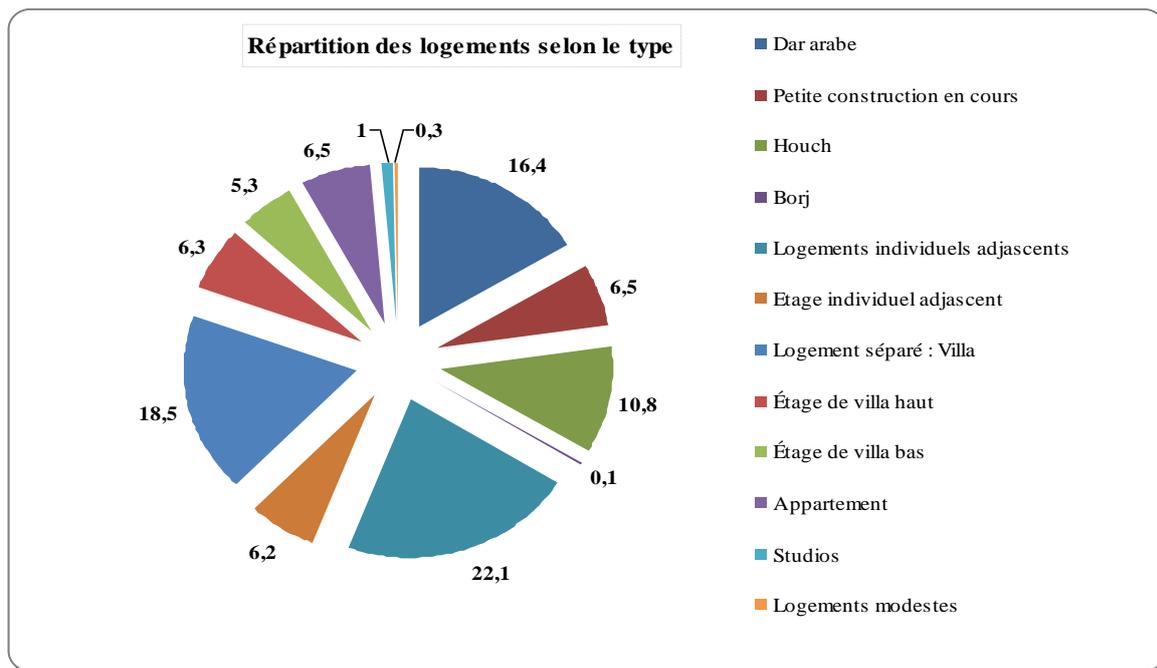


Fig.10. Répartition des logements en 2009

Par ailleurs, ce parc logement évolue d'une année à l'autre. Nous avons atteint, au premier trimestre 2010, 225 projets d'habitations individuelles qui ont vu le jour moyennant des crédits FOPROLOS (Fonds de Promotion des Logements aux Salariés) au profit des promoteurs immobiliers étatiques, contre 51 projets d'habitations collectives. Les promoteurs immobiliers privés, ont réalisé 35 projets d'habitations individuelles et 158 projets d'habitations collectives. En moyenne, 60.000 habitations voient le jour chaque année en Tunisie.

Selon les dernières statistiques du ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du territoire, le deuxième semestre de l'année 2010, a vu l'édification de 494 constructions verticales dans le grand Tunis, 469 dans le nord-est, 24 dans le nord-ouest, et 549 dans le centre-est. Le sud-est et le sud-ouest ont eu 66 et 19 bâtiments de ce genre. Les chiffres les plus significatifs demeurent toutefois ceux des constructions écologiques sur le Grand Tunis, qui se sont multipliés par 6 durant le deuxième trimestre de l'année 2010 en comparaison avec le premier trimestre, pour atteindre les 1248 logements économes en énergie.

3.4. Les logements selon le nombre de chambres et l'occupation

Les habitations ont également gagné en superficie et en nombre de pièces, avec une majorité de logements constitués de trois pièces (46%), talonnés par les habitations à 4 pièces ou plus (28.2%). Les logements à une ou deux pièces ont vu leur nombre baisser au cours du dernier quinquennat 2004-2009.

Le nombre de logements occupés avoisine les **2.405,000** en 2009, soit **83,3%** du total des logements du pays contre 84.6 % en 2004 et 85.3 % en 1994. Les logements vacants sont au nombre de **426,200** unités, dont 94 milles résidences secondaires appartenant à des familles résidant dans le pays, 37.200 logements appartenant à des familles qui résident à l'étranger, 104 mille destinés à la location, 15.900 destinés à la vente, 79 mille logements sont vacants pour des raisons diverses, 21,800 logements désaffectés, alors que 55,600 logements en sont au dernier stade de construction.

En 2011, le nombre de logements occupés est estimé à 2 425 logements.

Par rapport au recensement de 2004, le nombre des habitations inoccupées a augmenté, notamment celles destinées à la location, au détriment des logements habités.

Répartition des logements selon l'utilisation						
Type	Nombre de logements (mille)			%		
	1994	2004	2009	1994	2004	2009
Logements occupés	1594,9	2115,4	2405	85,3	84,6	83,3
Logements vacants	249,1	347,7	426,2	13,3	13,9	14,8
Logements secondaires appartenant à des familles résidants dans le pays		83,5	94		3,3	3,2
Logements secondaires appartenant à des familles résidants à l'étranger		35,1	37,2		1,4	1,3
Logement vacant destiné à la location		70,3	104		2,8	3,6
Logements vacants destinés à la vente		15,9	15,9		0,6	0,5
Logements vacants non destinés ni à la vente ni à la location		84,7	96,1		3,4	3,3
Logements vacants pour des raisons diverses		38,8	57,2		1,6	2
Logements désaffectés		19,4	21,8		0,8	0,8

Logements au dernier stade de la construction	26,1	37,7	55,6	1,4	1,5	1,9
Total	1870,1	2500,8	2886,8			

Tab.9. Répartition des logements selon l'occupation

3.5. Les logements selon la superficie couverte

D'après les résultats de l'enquête de l'année 2009 près de 79% des logements ont une superficie couverte de 50 à 149 m², contre 71,9% en 2004. Notant que les habitations dont la superficie dépasse les 150 m² ont augmenté de 12,3% durant la période 2004/2009, alors que le pourcentage de logements dont la superficie n'excède pas les 50 m² a passé de 16,3% en 2004 à 8,9% en 2009.

Répartition des logements selon la superficie couverte				
Superficie couverte	Nombre de logements (en mille)		%	
	2004	2009	2004	2009
moins de 50 m ²	395,1	241,9	16,3	8,9
de 50 à 99 m ²	971,7	1129,5	40,1	41,5
de 100 à 149 m ²	771,4	1014,7	31,8	37,3
150 m ² et plus	285,9	335,5	11,8	12,3
non déclaré	76,7	165,2	—	—

Tab.10. Répartition des logements selon la superficie couverte

3.6. Raccordement au réseau de distribution d'eau

Selon l'enquête de l'année 2009, le nombre de logements existant dans les milieux communaux et raccordés au réseau de distribution d'eau est évalué à 1620.3 mille, qui représente 79,8% des habitations totales du milieu communal. Ce nombre a augmenté par comparaison avec l'année 2004 de 4,4%.

Les logements en dehors du milieu communal et qui bénéficient de la distribution d'eau représentent 8,3% des logements totaux, soit 70,6 mille en 2009 contre 36.2 mille en 2004.

Répartition des logements raccordés au réseau de distribution d'eau selon le milieu						
Milieu	Nombre de logements (mille)			Taux de raccordement (%)		
	1994	2004	2009	1994	2004	2009
Communal	690,3	1262,8	1620,3	59,8	75,4	79,8
Non Communal	11	36,2	70,6	1,8	4,8	8,3
Total	701,3	1299	1690,6	39,5	53,4	58,6

Tab.11. Répartition des logements raccordés au réseau de distribution d'eau selon le milieu

D'après la SONEDE, le nombre d'abonnés à la SONEDE en Décembre 2010 pour les usages domestiques a atteint 2 189, 809 qui correspond à un taux de branchement des ménages de 82,6% d'après une information rapide de la SONEDE alors que le chiffre officiel est de 85%.

3.7. Raccordement au réseau d'électricité (année 2004)

D'après le recensement de l'année 2004, le nombre de logements raccordés au réseau d'électricité a atteint **2348,5** mille représentant ainsi 95,7% du total des logements contre 82% en 1994. Ce taux a augmenté dans les milieux communaux pour atteindre 97,8% et 91% dans les milieux non communaux en 2004.

Répartition des logements raccordés au réseau d'électricité selon le milieu						
Milieu	Nombre de logements (mille)			taux de raccordement (%)		
	1994	2004	2009	1994	2004	2009
Communal	1110,4	1652,8		94,5	97,8	
Non Communal	383,8	695,7		59,3	91	
Total	1494,2	2348,5		82,0	95,7	99,5

Tab.12. Répartition des logements raccordés au réseau d'électricité selon le milieu

L'institut national de la statistique a réalisé aussi au cours de l'année 2009 une enquête où il a déterminé l'évolution des indicateurs de l'infrastructure dans le pays.

Année	2005	2006	2007	2008	2009
Taux de branchement en courant électrique (%)	99,3	99,4	99,4	99,4	99,5
Taux de branchement en eau potable (%)	84,1	84,4	84,7	85,0	85,3
Taux de desserte en eau potable (%)	96,1	96,7	97,3	97,8	98,0
Taux de branchement des ménages au réseau d'assainissement (milieu communal) (%)	80,0	80,9	81,6	82,4	83,6

Tab.13. Taux de raccordement aux réseaux publics

4. La promotion immobilière

Actuellement trois institutions étatiques pour la promotion de l'habitat en Tunisie contribuent en partie au paysage immobilier, à des proportions différentes.

L'État a encouragé la Promotion Immobilière par la mise en place depuis 1974 d'une législation relative à la Promotion Immobilière fixant les conditions d'intervention des promoteurs immobiliers. Cette législation fut renforcée en 1990 par de nouvelles mesures encourageant l'initiative privée dans la promotion immobilière par l'octroi à l'ensemble des promoteurs de nouveaux avantages en matière de droit d'enregistrement et d'exonération fiscale et de l'octroi de nouveaux avantages aux promoteurs réalisant des logements sociaux en particulier.

Par ailleurs, l'initiation d'un partenariat entre institutions publiques et promoteurs privés a eu des retombées avantageuses. C'est ainsi que le marché de l'immobilier en Tunisie a connu une véritable expansion ces dernières années, ce qui favorise l'émergence d'un grand nombre de promoteurs immobiliers expérimentés et permet d'améliorer de manière significative la qualité du logement.

Le secteur compte 1782 promoteurs agréés (février 2010).

Les promoteurs Immobiliers soutiennent l'effort public en matière de production de logements et de mise en œuvre de la politique nationale d'habitat.

Les promoteurs immobiliers publics opèrent :

- Au niveau de la production et de l'aménagement de terrains à bâtir par l'Agence Foncière d'Habitation.

- Au niveau de la production de logements en intervenant :
 - La Société Nationale Immobilière de Tunisie « SNIT » et ses trois filiales (SNIT-Nord, SNIT- Centre ; SNIT- Sud)
 - La Société de Promotion des Logements Sociaux (SPROLS),
 - Les Offices de Logements relevant de certains Ministères.
- Au niveau de l'amélioration de la qualité de vie et de l'intégration des quartiers populaires par l'Agence de Réhabilitation et de Rénovation Urbaine « ARRU ».

La stratégie des promoteurs immobiliers, qui sont confrontés à l'accroissement des prix fonciers et à la raréfaction des terrains les obligent à opter pour des opérations d'habitat collectif ou semi-collectif, ce qui a entraîné une forte hausse de ce type d'habitat qui représente, selon le dernier recensement de 2004, 20% du parc logement du Grand Tunis, alors que les logements collectifs ne représentent à l'échelle national que 7% du parc logement.

Rôle de la Banque de l'Habitat dans le secteur immobilier

L'intervention de la Banque de l'Habitat au profit du secteur de l'immobilier se fait à 2 niveaux :

- Le préfinancement des promoteurs immobiliers.
- L'octroi de crédits aux particuliers pour l'acquisition ou la construction de leur logement.

➤ **Le préfinancement des promoteurs immobiliers :**

Le préfinancement consiste à mettre à la disposition des promoteurs immobiliers publics ou privés les ressources nécessaires au financement de leurs projets immobiliers. Le remboursement sera assuré par des crédits de financement accordés aux futurs acquéreurs de ces logements.

Les crédits de préfinancement intéressent essentiellement les opérations suivantes :

- L'acquisition de terrain ;
- La viabilisation de terrain ;
- La construction des logements.

Les crédits de préfinancement sont consentis aux promoteurs immobiliers agréés pour la réalisation de projets immobiliers à concurrence de 80% du coût du projet pour les programmes de construction de logements sociaux et 70% pour les autres projets (économique ou standing).

Il existe 3 types de logements :

- Le logement social ;
- Le logement économique ;
- Le logement standing.

Le financement est accordé pour la durée de réalisation du projet au taux d'intérêt modulé selon la nature du projet :

- Logement social : TMM + 2%
- Logement économique : TMM + 2,5%
- Logement standing : TMM + 3,5%

➤ **Le financement des particuliers :**

La Banque de l'Habitat met à la disposition du citoyen une panoplie de crédit pour le financement du logement sous forme de crédit sur ressources contractuelles (épargne logement) ou sur ressources ordinaires de la Banque (Crédit Direct).

5. Situation de la filière du solaire thermique

Le chauffe-eau solaire (CES) est la technologie d'utilisation des énergies renouvelables la mieux connue et la plus implantée en Tunisie, et elle convient donc parfaitement au consommateur tunisien. Cependant son développement est limité par son manque de compétitivité, du fait de l'importance de l'investissement initial par rapport aux solutions conventionnelles (chauffe-eau au GPL et chauffe-eau électrique).

Après avoir connu une croissance certaine au milieu des années 80, suivie d'une forte régression pour des raisons de maîtrise technologique et de coûts, le marché du CES a été relancé entre 1997 et 2001 grâce à la mise en place en 1995 d'une subvention à l'achat de l'ordre de 35% financée par le Fonds pour l'Environnement Mondial: le projet GEF.

L'absence de mise en place d'instruments d'incitation susceptibles de prendre le relais du projet GEF dans une perspective de développement durable de l'offre, a conduit à une baisse

drastique du marché du CES extrêmement dommageable pour l'industrie tunisienne de la filière qui se trouve confrontée à une situation d'urgence.

Conscient des enjeux relatifs à la promotion de cette filière, l'État Tunisien a mis en place en 2004 un programme ambitieux à fin de permettre la réanimation de la filière et la redynamisation du marché des chauffe-eau solaires. Il s'agit du programme PROSOL Tunisie.

Toutefois, Le programme PROSOL a constitué un moteur important dans le développement de l'activité du solaire thermique en Tunisie. Déjà, avec la mise en application du programme PROSOL 1 en 2005, on a noté une augmentation significative de la surface de capteurs solaires installés. Ensuite, avec l'avènement en 2007 du programme PROSOL 2, qui alloue un crédit allant jusqu'à 1150 dinars pour l'installation d'un chauffe-eau solaire, le marché a connu un essor considérable.

Ce même programme PROSOL vise l'installation de 540 000 m² de capteurs solaires sur la période 2007-2011 et bénéficie à cet effet d'une série d'appuis institutionnels et financiers servant d'effets de levier pour le développement du marché.

Ce rythme devrait être maintenu autour d'un objectif annuel de 120 000 m² au-delà de cette période pour atteindre 1 million de m² à l'horizon 2015 (dont 10 000 m² au niveau des résidences collectives), ce qui ramènerait l'indicateur global (m² installés par 1000 habitants) de 12 m² par 1000 habitants en 2005 à environ 46 m² par 1000 habitants en 2009 et à 92 m² par 1000 habitants en 2015 (en tenant compte de l'évolution démographique).

Le programme PROSOL est basé autour d'un mécanisme de financement incitatif comprenant des subventions à l'acquisition des CES ainsi que la possibilité de souscription de crédits bancaires auprès des banques locales.

Le programme PROSOL suscite désormais l'intérêt de plusieurs investisseurs étrangers et porteurs de projets locaux puisqu'il est bâti dans une stratégie de développement durable caractérisée par :

- Un cadre institutionnel et réglementaire adéquat et évolutif ;
- Un système d'incitation financière pérenne ;
- Des mécanismes de financements soutenues et à la portée de tous ;
- Un système bancaire actif.

Il est à signaler aussi qu'environ 40.000 m² de chauffe-eau solaires ont été mis en place annuellement au cours de la période 2005-2007 et il est prévu d'installer 120.000 m² par an au cours de la période 2008-2011 dont 390.000 m² au profit des secteurs de l'habitat et des petits métiers.

Il convient de noter que des chauffe-eau solaires sont automatiquement installés lors de la réalisation de bâtiments civils relevant du ministère du Transport et de l'Équipement.

Pour promouvoir la filière du solaire thermique il est recommandé ainsi d'adopter de nouvelles habitudes de consommation économes en énergie, de manière à faire face à la crise internationale et à poursuivre le processus de développement socioéconomique, tout en préservant les équilibres généraux du pays.

Les mesures engagées par l'État dans le secteur du bâtiment consistent en le renforcement de l'utilisation des chauffe-eau solaires dans le secteur de l'habitat, l'extension de l'usage des chauffe-eau solaires aux unités hôtelières, la généralisation de l'obligation de l'utilisation des chauffe-eau solaires dans les bâtiments publics

6. Répartition des appartements dans les immeubles selon les gouvernorats et par étage (année 2004)

Alors que l'INS est en arrêt de travail depuis des semaines pour des revendications sociales et que nos courriers adressés au ministère de l'équipement mais aussi à d'autres administrations et agences publiques sont restés sans réponse, nous avons pu faire une recherche d'information ayant conduit aux résultats figurant sur les tableaux suivants. Même la chambre syndicale nationale des promoteurs immobiliers ne dispose pas de donnés :



Répartition des appartements selon le gouvernorat et l'étage

	RDC	1er ETAGE	2e ETAGE	3e ETAGE	4e ETAGE	5e ETAGE	6e ETAGE et plus	Non déclaré	Total
Tunis	6167	13260	12426	9367	5173	1531	1118	8007	57049
Ariana	1456	3294	3230	2645	1812	895	1226	2786	17344
Ben Arous	3164	5000	4523	3353	1949	419	245	1180	19833
Manouba	537	806	806	595	416	62	15	270	3507
Total	11324	22360	20985	15960	9350	2907	2604	12243	97733
Nabeul	94	850	892	646	324	90	28	939	3863
Zaghouan	26	84	76	60	45	7	6	89	393
Bizerte	470	1610	1446	897	474	221	155	1105	6378
Total	590	2544	2414	1603	843	318	189	2133	10634
Béja	93	277	232	151	116	21	–	71	961
Jendouba	25	185	183	127	81	48	5	78	732
El Kef	26	189	198	137	91	52	15	99	807
Siliana	20	89	84	68	36	33	5	43	378
Total	164	740	697	483	324	154	25	291	2878
Sousse	1432	4119	3876	2355	1164	380	263	3224	16813
Monastir	264	1336	1460	1036	601	174	86	4244	9201
Mahdia	31	196	263	208	104	27	75	1137	2041
Sfax	1537	5105	4501	3020	1735	634	444	5487	22463
Total	3264	10756	10100	6619	3604	1215	868	14092	50518



Kairouan	45	300	292	155	79	6	3	1272	2152
Kasserine	66	229	217	113	40	7	9	168	849
Sidi Bouzid	2%	136	97	74	26	1	2	73	437
Total	139	665	606	342	145	14	14	1513	3438
Gabès	192	506	485	252	104	16	9	409	1973
Mednine	7	180	326	172	22	5	3	196	911
Tataouine	3	68	93	65	22	8	–	57	316
Total	202	754	904	489	148	29	12	662	3200
Gafsa	19	170	164	118	66	20	5	198	760
Tozeur	1	44	56	57	1	–	1	43	203
Kébili	–	24	28	19	5	–	–	17	93
Total	20	238	248	194	72	20	6	258	1056
	15752	38229	36128	25805	14534	4665	3722	31503	170338

Tab.14. Répartition des appartements selon le gouvernorat et l'étage



L'analyse des résultats obtenus sur le parc des logements révèle que le taux de logements occupés en Tunisie est avoisinant de **83%** ce qui correspond **2 425** logements en 2011. Par ailleurs, le taux des logements collectifs est non encore identifié vue l'apparition chaque jour de nouveaux projets mais il envisage **7%** du parc des logements.

7. Potentiel des m² solaires thermiques dans les bâtiments collectifs

Suite à la réunion tenue à l'ANME le 28 juillet 2011 en présence des responsables du programme PROSOL et de la GIZ, il a été question de fournir une évaluation rapide du potentiel en mètres carrés pouvant être installés. Ainsi, en se basant sur un nombre total d'appartements et de villas du type collectif pouvant recevoir une installation solaire ne dépassant pas 200 milles logements actuellement et en tablant sur un taux d'intégration (préliminaire) de 50% pour un premier scénario qui prévoit une amélioration des conditions générales actuelles telle que sera proposé, nous estimons que le nombre total de logements collectifs qui recevront une installation solaire sur les cinq prochaines années ne dépassera pas **100** milles installations, cela nous conduit à un potentiel approximatif de **250** milles m².

Par contre, si aucun effort n'est fourni comme nous allons le présenter sur le prochain rapport nous estimons que les m² à installer dans les bâtiments collectifs sur les cinq années à venir ne dépasseront pas les **50** milles m² pour un nombre total de logements collectifs que nous évaluons à **211** milles logements pour l'année 2016 pouvant recevoir une installation solaire thermique.

Le premier scénario qui prévoit une amélioration des conditions générales actuelles dont on parle est peu analysé sur ce rapport dans la partie traitant l'aspect administratif et juridique mais sera développé sur le prochain rapport devra prévoir une obligation légale de l'installation de systèmes solaires pour les projets neufs et le lancement de l'obligation de la pré-installation tout de suite.

D'ailleurs, des réunions ont eu lieu à l'initiative du département DURE de l'ANME ayant regroupé le président de la chambre syndicale nationale des promoteurs immobiliers et le président de la chambre syndicale des énergies renouvelables en vue de lancer une procédure d'obligation des installations ayant conduit à des blocages d'ordre technique entre les deux syndicats. Malheureusement, le suivi n'a pas été assuré.

Aujourd'hui, nous estimons que le CTMCCV qui dispose d'un laboratoire spécialisé et qui travaille sur la question pourra prendre la continuité en main et rassembler les intervenants en vue de trouver une solution aux problèmes posés et lancer le plus rapidement la gestion d'un projet d'obligation légale des installations solaires dans le collectif.



Partie B

Étude des aspects administratifs, juridiques et réglementations établis pour le secteur

1. Aspects administratifs, juridiques et réglementaires en relation avec le solaire thermique dans les bâtiments à usage résidentiel collectif

L'article 85 et suivants du code des droits réels tunisien tel que modifié par la loi n° 97-68 du 27 octobre 1997 définissent la copropriété comme une organisation juridique du droit de la propriété (précisément l'indivision) dans laquelle chaque copropriétaire est propriétaire d'un **lot** composé d'une **partie privative** (appartement, place de parking, cave, etc.) et d'une **quote-part de parties communes** (sol, cour, voie d'accès, toiture...) destinées à l'utilisation ou à la jouissance de tous les propriétaires ou de certains d'entre eux, tant que le contraire n'a pas été spécifié dans le titre de propriété. Cela nous conduit à conclure que les toitures font partie de copropriété mais aussi des locaux techniques prévus pour différents usages.

Il est à noter qu'il existe trois types d'occupants en copropriété les propriétaires occupants, les propriétaires non occupants (résidences secondaires, vacances...) et les locataires ces deux derniers sont souvent moins enclins à lancer des rénovations importantes pour un logement qu'ils n'habitent pas ou qui ne leur appartient pas. Cela nous conduit à conclure qu'il sera plus facile de lancer des opérations d'intégration de systèmes solaires plus facilement avec des propriétaires habitant leurs logements.

Les copropriétaires sont membres du **syndicat des copropriétaires (Syndic)** qui s'exprime par des décisions votées dans des **assemblées générales** organisées au moins une fois par an. La copropriété est **gérée par un syndic**, professionnel ou bénévole, le plus souvent nommé pour 1 an, renouvelable.

Les copropriétaires sont membres du syndicat des copropriétaires qui s'exprime par des décisions votées dans des assemblées générales organisées au moins une fois par an.

Elle **dispose d'un conseil syndical**, composé d'une partie des copropriétaires (élus par l'assemblée générale) qui contrôle et assiste le syndic.

L'article 90 prévoit que «Le syndicat des propriétaires doit adopter un règlement dit "règlement de copropriété" comportant la détermination, la fixation et la description de chaque partie commune, en vue d'assurer la bonne utilisation et la bonne gestion de

l'immeuble, et ce, conformément à un règlement-type approuvé par décret pris sur proposition du ministre chargé des affaires foncières ».

Le règlement type a été promulgué par le Décret no 98-1646 du 19 août 1998, portant approbation du règlement-type de copropriété pour les immeubles bâtis, groupes d'immeubles et ensembles immobiliers comportant des parties communes mais il ne comporte pas de dispositions concernant les énergies renouvelables cependant il n'entrave pas non plus leur mise en place.

L'article 90 prévoit également que « Il peut être ajouté à ce règlement de copropriété des règles spécifiques répondant aux caractéristiques de l'immeuble en copropriété, approuvées par l'ensemble des propriétaires à la majorité fixée à l'article 91 du présent code et conformément aux procédures fixées par le règlement de copropriété. Ce règlement oblige l'ensemble des propriétaires ainsi que ceux qui acquièrent d'eux un droit sur l'immeuble.

Un exemplaire du texte du règlement de copropriété est déposé au siège de la collectivité locale dans la circonscription de laquelle est situé l'immeuble». Il s'agit d'une opportunité indéniable puisque le dit règlement peut comporter une disposition concernant le solaire thermique et sa généralisation au niveau du bâtiment et par conséquent contraindre tous les habitants même récalcitrant à la consommation de ce type d'énergie sachant que la majorité absolue de l'article 91 correspond à « la majorité des propriétaires présents ou de leurs représentants, et chacun d'entre eux dispose d'un nombre de voix correspondant à la fraction qui lui revient dans les parties communes et indivises.

Par conséquent, il n'existe pas d'obstacles juridique à l'insertion du solaire thermique comme source d'énergie pour l'eau chaude sanitaire en copropriété en Tunisie.

D'autant plus que l'article 96 du code des droits réels stipule que : « le syndicat peut autoriser, aux frais de ceux des copropriétaires qui en font la demande, tous travaux et toutes installations dont il ne pourrait résulter qu'un accroissement de valeur pour l'ensemble ou une partie de l'immeuble, et ce, dans les conditions qu'il déterminera dans l'intérêt des copropriétaires ».

L'interprétation de cet article va dans ce sens d'autant plus qu'un tiers des occupants seulement peuvent être à l'origine d'une requête de ce genre.

2. Critiques et perspectives du cadre réglementaire en vigueur

Force est de constater que le plan solaire tunisien n'est qu'une pâle¹¹ copie du plan solaire méditerranéen malgré que nous faisons partie de cette région méditerranéenne qui présente des conditions climatiques très favorables pour le développement des technologies solaires à grande échelle de manière efficace et que les technologies solaires ont atteint un stade de maturité technologique suffisant pour un développement à grande échelle. Elles offrent par ailleurs un potentiel de gains de rendement futurs très importants pour le l'habitat collectif.

Le cadre réglementaire est à revoir ainsi que la méthode de travail et surtout les intervenants. Afin d'atteindre les objectifs escomptés par le programme PROSOL II, il est nécessaire de mettre en place un cadre réglementaire **distinct**¹², mêlant obligation et incitation ainsi que l'intervention et l'engagement de tous les intervenants et surtout l'amélioration de l'information.

Il est donc important de rappeler qu'il n'existe aucune obligation légale d'efficacité thermique pour les bâtiments résidentiels collectifs existants, aucune obligation d'audit énergétique, aucune obligation de réhabilitation énergétique, aucune obligation de bilan énergétique (diagnostic de performance énergétique).

Par contre, pour les bâtiments neufs, l'article 10 (nouveau) de la loi n° 2009-7 du 9 février 2009, modifiant et complétant la loi n° 2004-72 de 2 août 2004 relative à la maîtrise de l'énergie stipule que : « les projets de construction de nouveaux bâtiments et les projets d'extension des bâtiments existants doivent répondre à des spécifications minimales de maîtrise de l'énergie » il existe donc une obligation d'audit sur plan pour ces bâtiments, malheureusement, l'intégration des énergies renouvelables n'a pas d'impact sur la classification mise en place qui se base sur les besoins de chauffage et climatisation seulement.

Pour l'utilisation des énergies renouvelables

-  Pour l'utilisation des énergies renouvelables
-  Pour le chauffage solaire de l'eau

¹¹ : Pas de décentralisation réelle ; Pas de plan de communication par région ; Pas d'objectif précis par secteur ; pas de mobilisation des intervenants

¹² : Pas de cadre spécifique aux bâtiments ; les textes sont éparpillés ; la réglementation est insuffisante, elle ne touche pas toutes les questions (sanitaire, urbanisme, etc.)



✚ Dans les secteur résidentiel et des petits métiers de l'article premier (nouveau) du Décret n°2009-362 du 9 février 2009, modifiant le décret n° 2005-2234 du 22 août 2005, fixant les taux et les montants des primes relatives aux actions concernées par le régime pour la maîtrise de l'énergie ainsi que leur conditions et les modalités de leur octroi prévoit :

«- une prime de deux cents dinars pour le chauffe eau solaire dont la surface de capteur est comprise entre un mètre et trois mètres carré.

- une prime de quatre cents dinars pour le chauffe eau solaire dont la surface de capteur est comprise entre trois mètres et sept mètres carré ».

Il est à noter que rien n'est prévu pour le résidentiel collectif qui lui dépasse les sept mètres carrés.

Est-ce les habitants doivent déposer chacun un dossier pour bénéficier de la prime ?

Il est tellement plus simple de procéder par le biais du syndic ou du promoteur pour les projets neuf et de n'avoir qu'un seul interlocuteur. Le manque d'informations sur les technologies existantes pour le public est aussi notable ; s'ajoute à cela, le fait que les incitations malgré leurs existence et les interrogations qu'elles posent pour leurs applications sont très souvent ignorées ou incomprises par les syndics pour deux raisons principales :

✚ la première est l'hégémonie de l'ANME sur le domaine d'où l'intérêt de la décentralisation d'une partie des actions pour l'économie d'énergie au profit des collectivités locales, par la création par exemple de conseiller-énergie pour les bâtiments collectifs au sein des collectivités locales, étant donné que ces dernières sont les interlocutrices directes des syndics.

✚ La deuxième concerne la confusion de la démarche puisque le programme PROSOL n'apporte pas de précisions, il annonce son objectif d'atteindre 750 000 m² d'ici 2014 et ne fait intervenir que l'agence sans apporter de précision quant aux promoteurs immobiliers ou syndics. Même quand il offre pour l'acquisition d'un chauffe-eau solaire individuel. La liste des fournisseurs et celle des installateurs éligibles au programme PROSOL et le schéma de financement pour l'acquisition d'un chauffe-eau solaire cela reste très en dessous de la clarté exigée pour la motivation du consommateur. En terme commercial « le programme se vend mal parce que mal présenté au public des bâtiments collectifs »

Le moins que l'on puisse dire à ce niveau est que cela est très confus d'autant plus que les trois axes principaux de la démarche devraient être :

- 1) L'amélioration de la réglementation thermique et sa généralisation à tous les bâtiments en l'occurrence les bâtiments collectifs dont la consommation d'eau chaude ne fait pas partie des exigences.
- 2) Le traitement de certaines questions d'ordre sanitaire qui peuvent découler des installations collectives.
- 3) Une réglementation précise encadrant la réalisation des travaux doit être mise en place pour contraindre au respect des étapes indispensables pour ce genre de projets et améliorer la réglementation de l'intervention des spécialistes à chaque étape soit le pré-diagnostic solaire, la réalisation des travaux et le suivi et la maintenance.

Ceci étant le cadre réglementaire est très faible et très insuffisant et surtout trop éparpillé. Au fait il n'existe pas de textes de références qui se concentrent sur chaque type d'action ou sur un secteur particulier.

3. Les bonnes pratiques des pays voisins européens

Suite à la réunion que nous avons tenue avec les responsables de l'ANME et de la GIZ, il a été question de voir de près l'expérience des pays de la méditerranée ayant réussi à promouvoir l'implantation de l'énergie solaire dans le secteur des bâtiments résidentiels collectifs.

L'Europe, comme les Etats-Unis et leurs projets colossaux dans le désert du Far West, se laisse séduire par la technologie simple et peu coûteuse du solaire thermique, dont les installations ont crû à 60% en Europe en 2008, selon le dernier rapport de la Fédération européenne du solaire thermique avec 3,3 GW de nouvelles capacités installées.

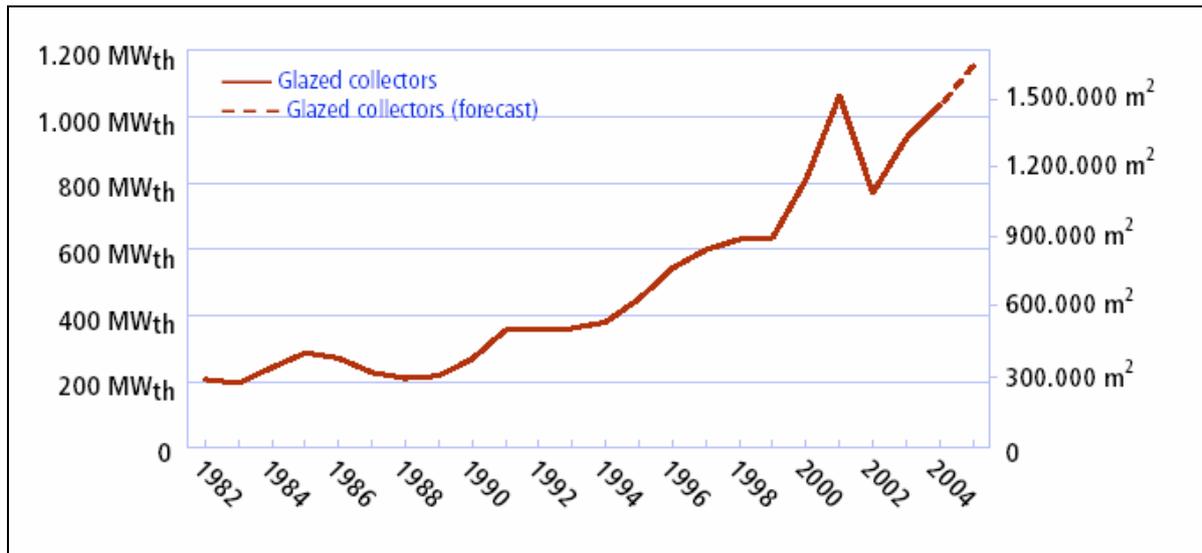


Fig.11.Énergie solaire thermique en Europe, en surface installée (capteurs solaires vitrés)

➤ En Espagne

La réussite spectaculaire de l'Espagne qui est le produit de la superposition de plusieurs niveaux concernant les actions entreprises puisqu'elle a mis en place les programmes du niveau international (le respect des objectifs du protocole de Kyoto) en passant par le communautaire (le respect de la politique européenne en matière d'énergie –le livre blanc) et le national (une ouverture du marché des énergies renouvelables aux multinationales et aux grandes entreprises spécialisées) pour arriver dans les villes, soit le local (chaque ville ayant ses propres objectifs et son propre plan de communication).

L'interaction de tous cela a fait de l'Espagne le leader mondial en matière d'énergie renouvelable dans le monde puisqu'avec 432 MW installés, le pays dépasse d'une courte tête les Etats Unis d'Amérique.

En effet, une forte impulsion a été constatée à partir de 1999, grâce à différents facteurs :

- Une meilleure sensibilisation de la population face à la pollution urbaine.
- Une forte réduction des taux d'intérêt sur les prêts effectués dans le cadre du développement des installations de chauffage solaire.
- La création du Plan de Développement des Énergies Renouvelables (PFER – Plan de Fomento de las Energías Renovables), et son application à partir du 1^{er} janvier 2000.
- De nouvelles normes imposées à la construction dans certaines grandes villes (initiative commencée par Barcelone).



En 2005, de nouvelles impulsions ont été instaurées par le gouvernement, en particulier le Plan des Énergies Renouvelables 2005-2010 (PER), qui dicte les **objectifs annuels** pour cette période, et la **modification de la réglementation du bâtiment** (CTE – Código Técnico de la Edificación)¹³, qui **impose à présent l'installation de capteurs solaires dans la construction des nouveaux logements ou de logements réhabilités pour l'eau chaude sanitaire. Il impose en effet que 60% de la consommation énergétique de ces nouveaux bâtiments soit d'origine solaire thermique. La consommation du secteur des bâtiments représente 32% de la consommation énergétique totale du pays. Ce dernier ratio est proche du chiffre tunisien.** Cette modification, qui généralise sur tout le territoire les actions déjà mises en place par les villes de Barcelone, Séville ou encore Valence, va permettre au marché du solaire thermique de se généraliser.

La politique énergétique de l'Espagne pour 2010 est l'installation d'une surface de plus de 4 200 000 m² de capteurs, afin d'atteindre une surface totale de 4 900 000 m², soit une augmentation de 600% en 5 ans.

La tendance actuelle (augmentation de 15% par an) reste cependant bien en dessous de la croissance moyenne nécessaire pour atteindre les objectifs du PFER et du Livre Blanc de la CE (38% pour la période 2005-2010). Le PFER s'est basé sur une croissance de 25% pour la période 2005-2007, et une augmentation de 54% pour la période 2008-2010.

De plus l'Espagne a pour objectifs de transformer tous ses bâtiments publics en modèles d'exemplarité énergétique.

Force est de constater que la décentralisation et la démystification du rôle étatique en matière environnementale, d'une part, et la concentration des textes en un code avec des lignes claires, d'autre part, sont d'une efficacité indéniable.

¹³ **Le Code Technique de la Construction** : ce code est un recueil de normes nationales devant être appliquées lors de la construction de nouveaux bâtiments.

Ce code définit et développe cinq exigences de base se référant à l'économie d'énergie :

- Limitation de la demande énergétique
- Rendement des installations thermiques
- Efficacité énergétique des installations lumineuses
- *Contribution solaire minimum concernant l'eau chaude sanitaire*
- Contribution photovoltaïque minimum concernant l'énergie électrique

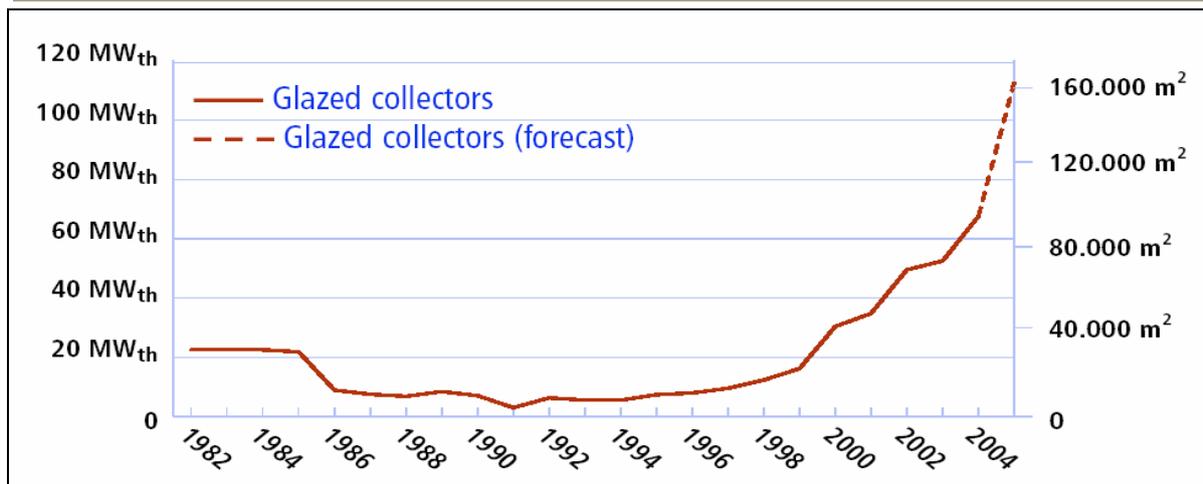


Fig.12.Énergie solaire thermique en Espagne en surface installée (capteurs solaires vitrés)

➤ En France

Pour encourager les travaux dans les bâtiments existants, plusieurs mesures ont été mises en place ou renforcées depuis 2009.

- Un plan Bâtiment Grenelle lancé en janvier 2009, ce plan vise à assurer la mise en place et le suivi des engagements pris lors du Grenelle Environnement.
- L'adoption de nouvelles lois :
 - Une loi d'objectifs, la loi Grenelle 1 (publiée en août 2009). Elle fixe l'objectif de réduire de 38 % les consommations d'énergie dans les bâtiments d'ici à 2020 et prévoit la rénovation de 400 000 logements par an à compter de 2013 et des 800 000 logements sociaux les plus consommateurs d'énergie d'ici 2020 ;
 - Une loi de mise en œuvre, la loi Grenelle 2 (publiée le 13 juillet 2010). Elle prévoit entre autres un renforcement de la réglementation thermique dans l'existant et du rôle du diagnostic de performance énergétique (DPE).

Tous les secteurs sont concernés, les propriétaires privés et les bâtiments existants ne sont pas les seuls concernés. En effet, l'État et ses établissements publics devront engager une rénovation énergétique de tous leurs bâtiments avant fin 2012.

La loi prévoit également l'amélioration de la réglementation thermique pour les constructions neuves.

Ainsi la prochaine réglementation thermique (« RT 2012 ») exigera que dès le 1^{er} janvier 2013, tous les nouveaux bâtiments soient à « basse consommation ».

Cette obligation s'appliquera dès le 28 octobre 2011 pour les bâtiments de bureaux ou d'enseignement, les établissements d'accueil de la petite enfance et les logements des zones ARNU¹⁴.

Pour les copropriétés, elle définit de nouvelles règles:

- Un DPE collectif (pour les copropriétés de 49 lots ou moins) ou un audit énergétique pour les copropriétés de plus de 49 lots (principaux ou annexes) devra être réalisé entre le 1er janvier 2012 et le 31 décembre 2016 dans les copropriétés dont le dépôt de permis de construire est antérieur au 1er juin 2001, lorsqu'elles sont dotées d'une installation collective de chauffage et éventuellement de refroidissement ;
- Un contrat de performance énergétique¹⁵ (CPE) ou un plan de travaux devra être soumis au vote de l'assemblée générale suivant l'audit ou le DPE collectif ;
- Pour le vote des travaux d'économie d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, les règles de majorité ont été modifiées. Désormais ces travaux sont décidés à la majorité absolue en première lecture (majorité de tous les copropriétaires présents, représentés ou absents) quelle que soit la durée d'amortissement des travaux.

Si la majorité absolue n'est pas atteinte, un 2^{ème} vote a lieu à la majorité simple des présents et représentés ;

- Pour l'installation de compteurs d'énergie thermique ou de répartiteurs de frais de chauffage, les règles de majorité sont assouplies (majorité absolue puis majorité simple) ;

En France aussi la décentralisation est de rigueur, puisqu'en juin 2010, 200 collectivités et territoires s'étaient déjà engagés dans des « plans climat énergie territoriaux » afin de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Ils cherchent notamment à inciter les propriétaires de bâtiments publics et privés à lancer des rénovations thermiques.

¹⁴ « Zones ANRU » (Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine) .

¹⁵ Une entreprise chargée des travaux et de l'exploitation garantit sur la durée du contrat un niveau de consommation d'énergie.

En cas de dépassement de la consommation garantie lors de l'exécution du contrat, la copropriété est dédommagée sur la base de l'écart entre la consommation constatée et la consommation garantie, ce qui incite l'exploitant à améliorer sa gestion. Un cadre réglementaire pour le CPE en copropriété est à l'étude. Des CPE incluant des travaux sur le bâti de copropriétés sont en cours d'expérimentation.

Cette dynamique va se renforcer puisque **la loi Grenelle 2 rend obligatoire la mise en place de ces plans pour toutes les régions, départements et communes de plus de 50 000 habitants.**

Par exemple, pour atteindre les objectifs de son Plan Climat Énergie, la ville de Paris mise sur la rénovation de 100 000 immeubles d'habitat privé. En 2008, elle a lancé, en partenariat avec l'ADEME, le dispositif « Copropriété Objectif Climat » afin d'encourager ces rénovations. La ville s'appuie sur des conseillers des Espaces info énergie¹⁶ qui interviennent aux côtés des conseils syndicaux et des copropriétaires à toutes les étapes du projet, de la phase de mobilisation et de sensibilisation des syndicats jusqu'à la phase de réalisation de travaux, en passant par le montage et le suivi des dossiers de subvention.

Il est opportun de signaler que les intervenants dans le secteur ne sont pas limités ce qui revient à dire que l'État sollicite même l'intervention des associations qui s'intéressent au sujet.

Il est important de noter que la réglementation des pays voisins se transforme en une réglementation obligatoire en matière d'énergie tel que le Décret n°2009-424 publiée au Journal Officiel du 19 avril 2009, portant sur la nouvelle réglementation thermique, acoustique et aération est en vigueur dans les départements d'outre-mer, depuis du 01 mai 2010.

Elle concerne toutes les constructions neuves et parties nouvelles de bâtiments existants à usage d'habitation qui font l'objet de permis de construire ou d'une déclaration préalable, prévue à l'article L. 421-4 du code de l'urbanisme.

Ces nouvelles dispositions permettront notamment de :

- Améliorer le confort d'usage acoustique et hygrothermique
- Réduire la consommation d'énergie en limitant le recours à la climatisation
- **Promouvoir les énergies renouvelables par l'obligation d'eau chaude sanitaire par énergie solaire**
- Garantir la qualité de l'air intérieur

¹⁶ Depuis 2001, un réseau de spécialistes pour des conseils gratuits, neutres et indépendants sur les économies d'énergie et les énergies renouvelables a été créé par l'ADEME en partenariat avec les collectivités territoriales : les Espaces (EIE).

Dans ces 235 EIE répartis sur toute la France, plus de 400 experts accueillent les particuliers pour analyser leurs besoins et répondre à toutes leurs questions sur l'efficacité énergétique de leur habitat et de leur mode de transports.

Conclusion

Nous pouvons conclure que les exemples de la réussite sont nombreux. Nous allons les traiter d'avantage sur le prochain rapport. A première vu, la réussite est avantagée par les constatations suivantes :

- Une sensibilisation du public au problème général du réchauffement climatique doublé d'une communication sur le sujet des énergies renouvelables au niveau national, régional et local.
- La concentration de la réglementation, des textes de références clairs qui se concentrent sur chaque type d'action ou sur un secteur particulier.
- La responsabilisation de tous les acteurs publics et privés en les associant aux actions pour atteindre les objectifs escomptés.

Ceci étant le cadre réglementaire est très faible et très insuffisant et surtout trop éparpillé. Au fait il n'existe pas de textes de références qui se concentrent sur chaque type d'action ou sur un secteur particulier.



Partie C

Étude de faisabilité technique du solaire thermique pour les habitations collectives



L'étude de faisabilité d'un projet de production de l'eau chaude sanitaire par le solaire thermique a pour objectif de juger de l'opportunité du projet et d'évaluer son intérêt et son potentiel en fonction de la nature des besoins en eau chaude, identifier les contraintes techniques liées aux installations techniques existantes, les contraintes architecturales pouvant influencer le choix de la taille et l'implantation du système, etc.

Généralement, il existe trois types d'installations solaires collectives :

- + **CES- C1** : Installation réalisée à partir d'un certain nombre de systèmes unitaires qui sont interconnectés quelque soit le nombre.
- + **CES- C2** : Installation réalisée à partir d'un certain nombre de systèmes unitaires qui sont interconnectés ou systèmes composés de petites tailles (ne dépassent pas 30 m² de capteurs ou 3000 litre de volume de stockage).
- + **CES- C3** : Toutes les autres installations collectives qui ne correspondent pas aux types **CES- C1** et **CES- C2**

1. Les points clés pour une installation solaire

Les points clés de la faisabilité technique d'une installation solaire sont :

5. Les besoins d'eau chaude sanitaire

- Importance sur l'année
- Variation d'un mois à l'autre et même selon les jours de la semaine
- Précision de l'évaluation pour garantir un bon dimensionnement
- Les températures recommandées (hypothèse)

6. L'implantation des capteurs solaires

- Surfaces disponibles
- Choix et passage de la tuyauterie
- Orientation, ombrage, etc.

- Liaisons avec le système d'appoint
- Architecture

7. Le local technique

- Surface disponible pour l'installation en particulier pour celle du type centralisée
- Raccordement avec le système d'appoint
- Passage des tuyauteries

2. Les différentes technologies commercialisées aujourd'hui selon les typologies de bâtiments collectifs

Nous distinguons deux types de projets ayant chacun deux classifications. Le premier type représente les immeubles **T₁** alors que le deuxième représente les villas **T₂**. Chacun représente deux catégories, les projets existants et ceux en cours.

2-1 . Pour les bâtiments d'habitation du type immeuble : T₁

2.1.1. Pour les immeubles existants : T_{1.1}

Pour ces bâtiments, il faut effectuer une visite pour examiner les installations existantes de production de l'eau chaude sanitaire et vérifier les différentes contraintes, leur dimensionnement et la liaison avec les toitures. Par la suite, on établira un inventaire des éléments existants, etc.

De même, il faut déterminer la méthode de couplage de l'installation solaire avec l'installation existante compte tenu des contraintes techniques (encombrement du local technique, place disponible, ombrage, inclinaison, orientation de la toiture, hauteur), ainsi que les opportunités relatives à la mise en œuvre des nouveaux composants et aux modifications à apporter à l'installation existante.

Généralement, il existe deux systèmes pour ce type de bâtiment T_{1.1} :

a- Système à circulation par thermosiphon

Ce système décrit est le plus simple, il est basé sur le principe selon lequel l'eau chaude, du fait de sa moindre densité a tendance à monter naturellement, il impose que le réservoir de stockage soit placé à un niveau supérieur par rapport aux capteurs. Lorsque les capteurs sont exposés au soleil, il s'établi alors une circulation naturelle. En effet, le fluide caloporteur chaud monte vers le réservoir de stockage, cède ses calories avant de revenir dans le bas du capteur. La circulation se poursuit tant que l'eau contenue dans le capteur est plus chaude que l'eau dans le ballon.

Le système solaire thermosiphon est formé par l'assemblage de chauffe-eau solaires individuels (Thermosiphon) qui sera composée des éléments suivants :

- ❖ Les chauffés eau solaires (ballons, capteurs...)
- ❖ Le circuit d'alimentation en eau froid de l'installation solaire
- ❖ Le compteur d'eau chaude solaire et compteur d'énergie (option)
- ❖ Les autre appareils et accessoires nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

En Tunisie, ces équipements doivent faire partie de la liste des produits éligibles établis par l'ANME. Généralement les systèmes proposés consistent à placer des ballons de stockage de :

300 litres équipée d'un capteur double de 4 m².

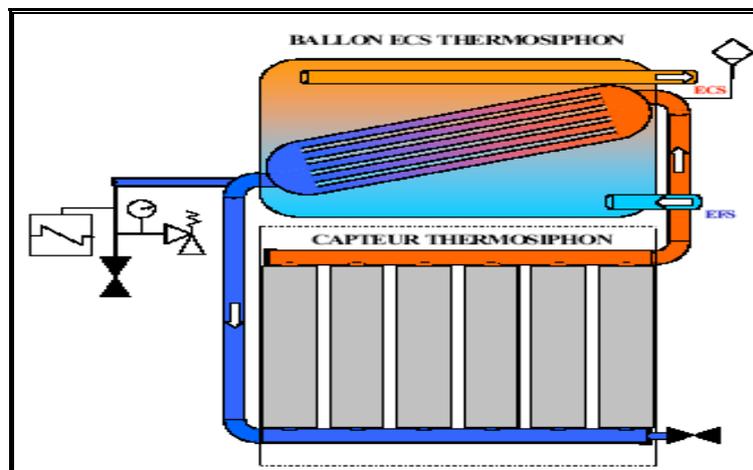
Ou

200 litres équipée d'un capteur de 2 m²

La circulation de l'eau est du type thermosiphon, aucune assistance motorisée n'est prévue, bien évidemment, d'autres dimensions existent mais restent marginales. Les capteurs proposés généralement sont en verre trompé obéissant au minimum des standards internationaux. La tuyauterie est généralement calorifugée en « Armaflex » selon les normes en vigeurs qui préconise une épaisseur de 19 mm. Les schémas ci-après donnent une idée sur le principe généralement adopté pour ce type de projet. On note pour les options les plus adoptées préconise un seul système de 150 à 300 litres par appartement. Ci-après les différentes options :

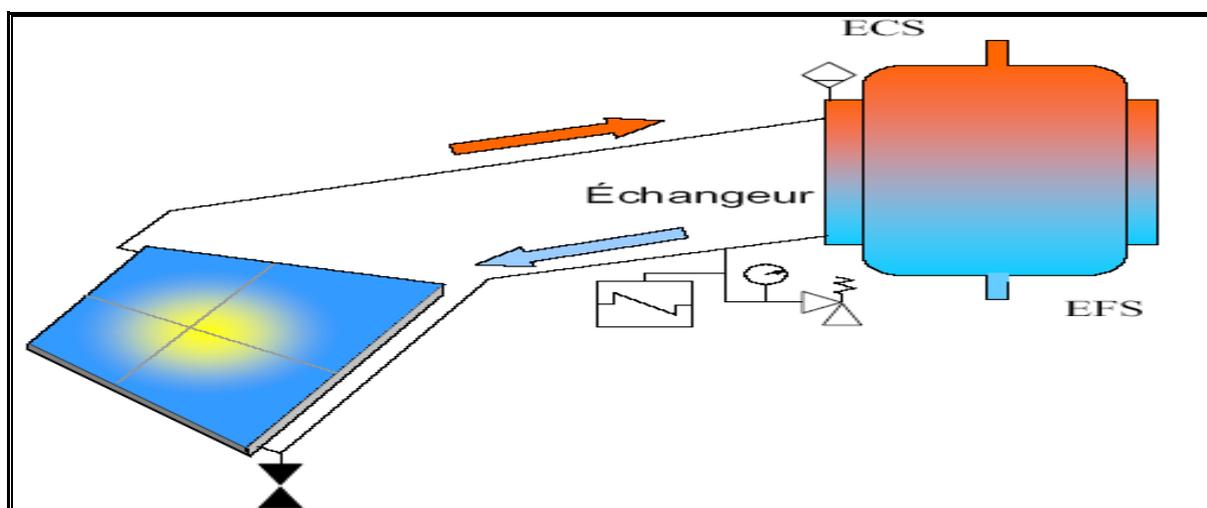
A1 : Le chauffe-eau thermosiphon monobloc

Dans ce système la circulation est assurée par le principe même du thermosiphon comme nous l'avons dit : chauffé par les capteurs, et donc moins dense, l'eau monte naturellement vers l'échangeur du ballon de stockage placé au dessus des capteurs. Généralement ce système est moins performant qu'un système à éléments séparés du fait du stockage horizontal, situé hors logement. La présence d'un appoint intégré au stockage dégrade les performances de chauffe eau thermosiphon. Le schéma ci-après donne une idée sur le principe qui sera adopté pour ce type de système.



A2 : Le chauffe-eau thermosiphon monobloc a éléments séparés

Ce système exploite aussi le principe du thermosiphon mais les capteurs et le ballon sont séparés. Le schéma ci-après donne une idée sur le principe adopté pour ce type de système.

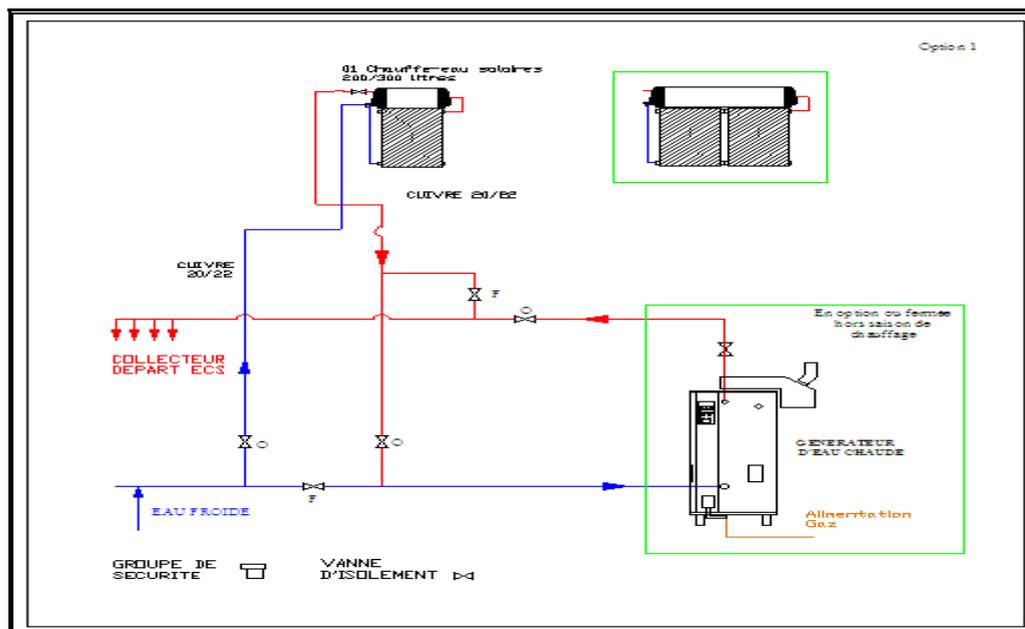


Les systèmes décrits ci-dessus peuvent être installés selon les options suivantes non limitatives.

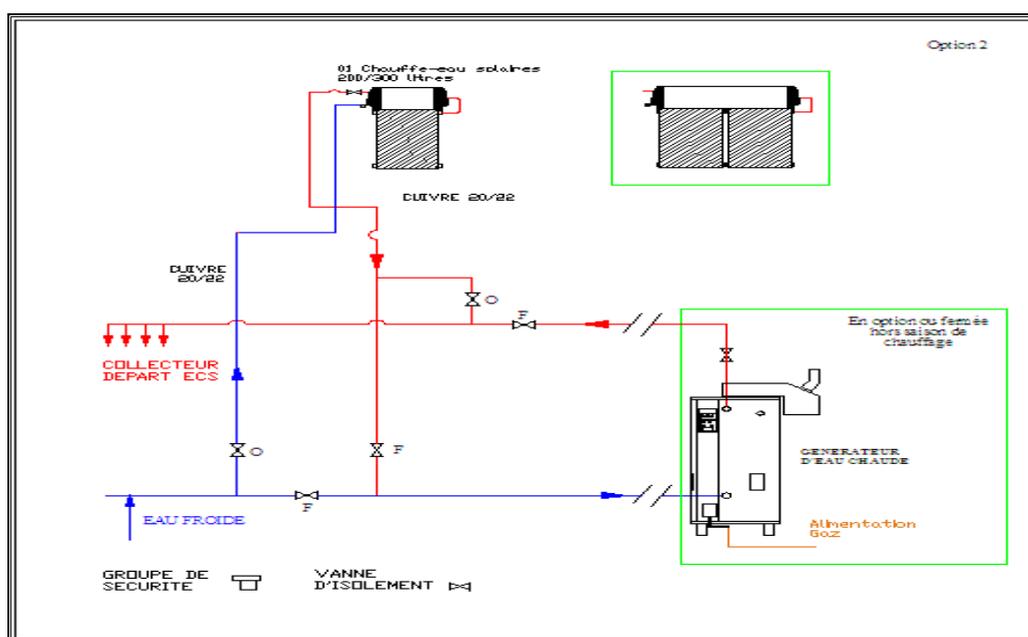
Option n°1 : un seul système pour un seul appartement y compris l'appoint

O : Vanne ouverte

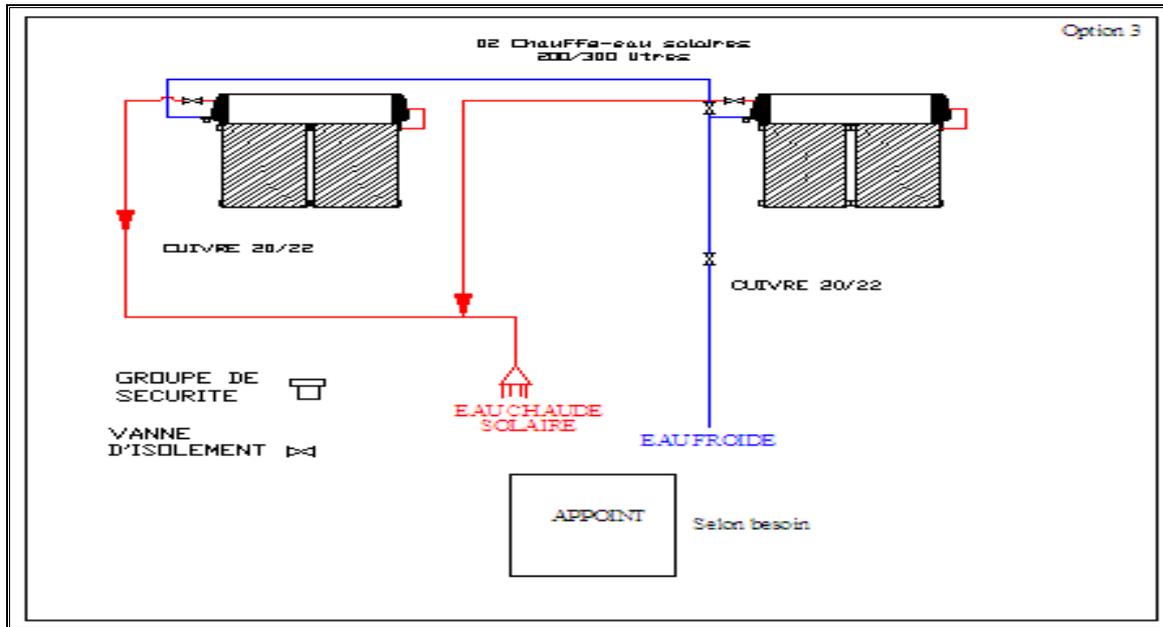
F : Vanne fermée



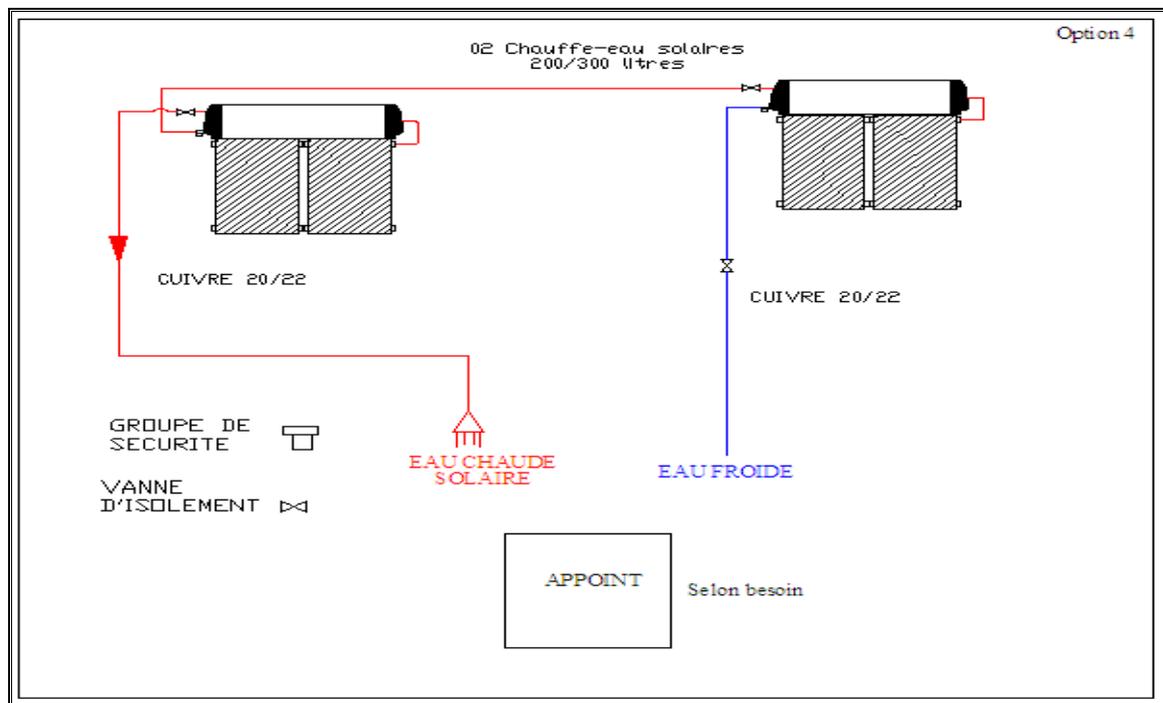
Option n°2 : un seul système pour un seul appartement sans appoint



Option n°3 : deux systèmes en parallèle pour un seul appartement

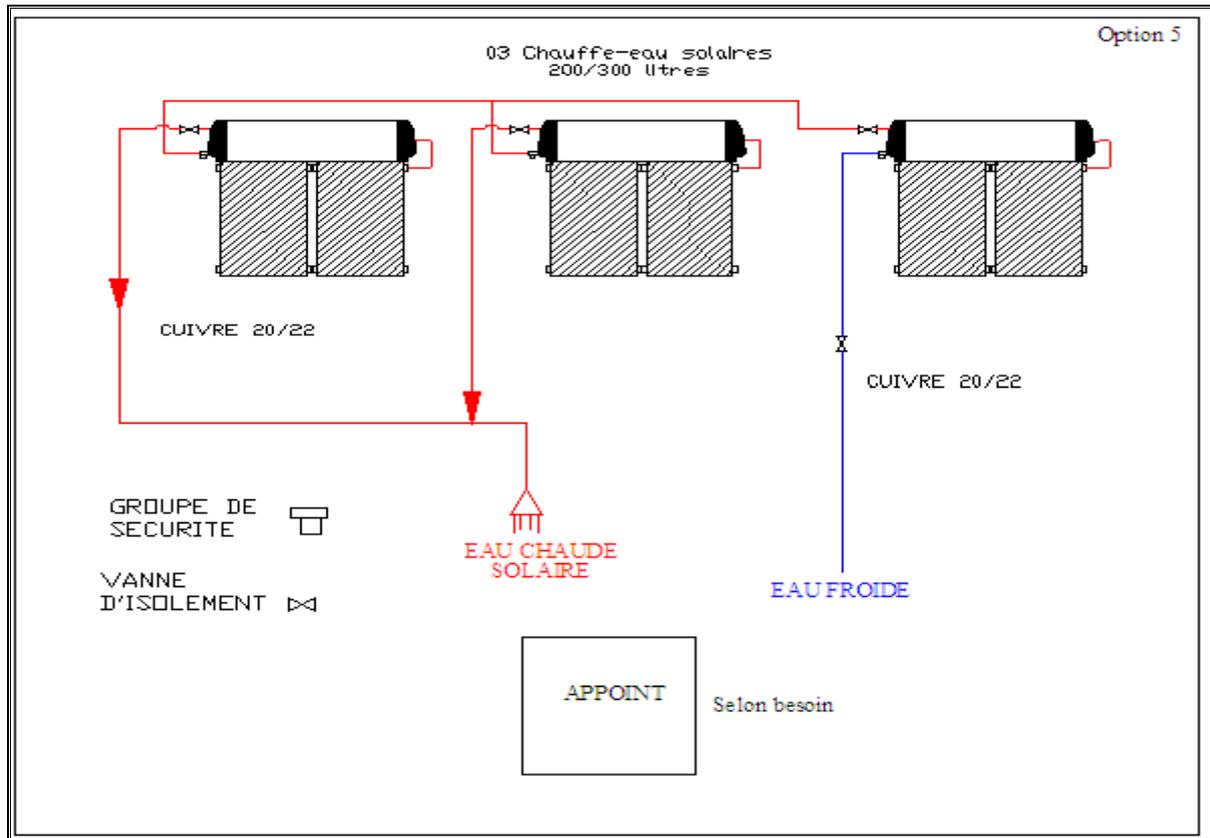


Option n°4 : deux systèmes en séries pour un seul appartement



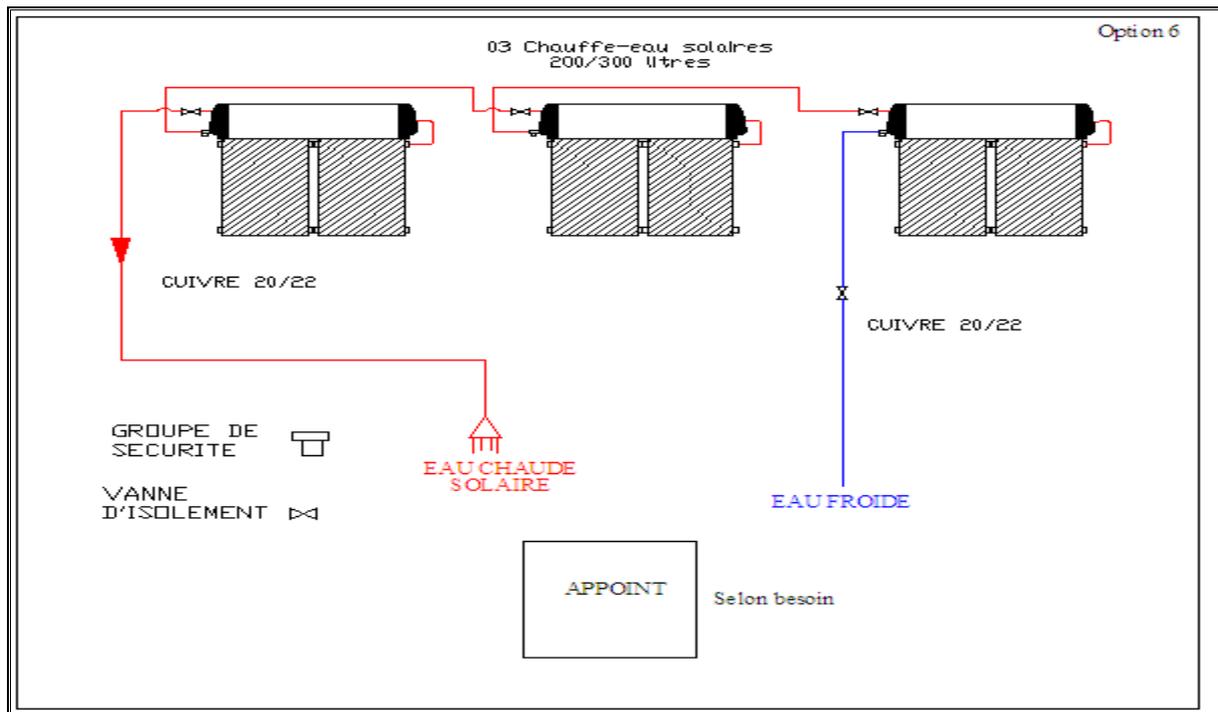
Option n°5 : trois systèmes en parallèle série pour un seul appartement

Cette option étant très rare, elle est composée de trois systèmes, l'idéal serait un système installé en série avec deux systèmes en parallèle (1+2). L'inverse peut se faire aussi (2+1).



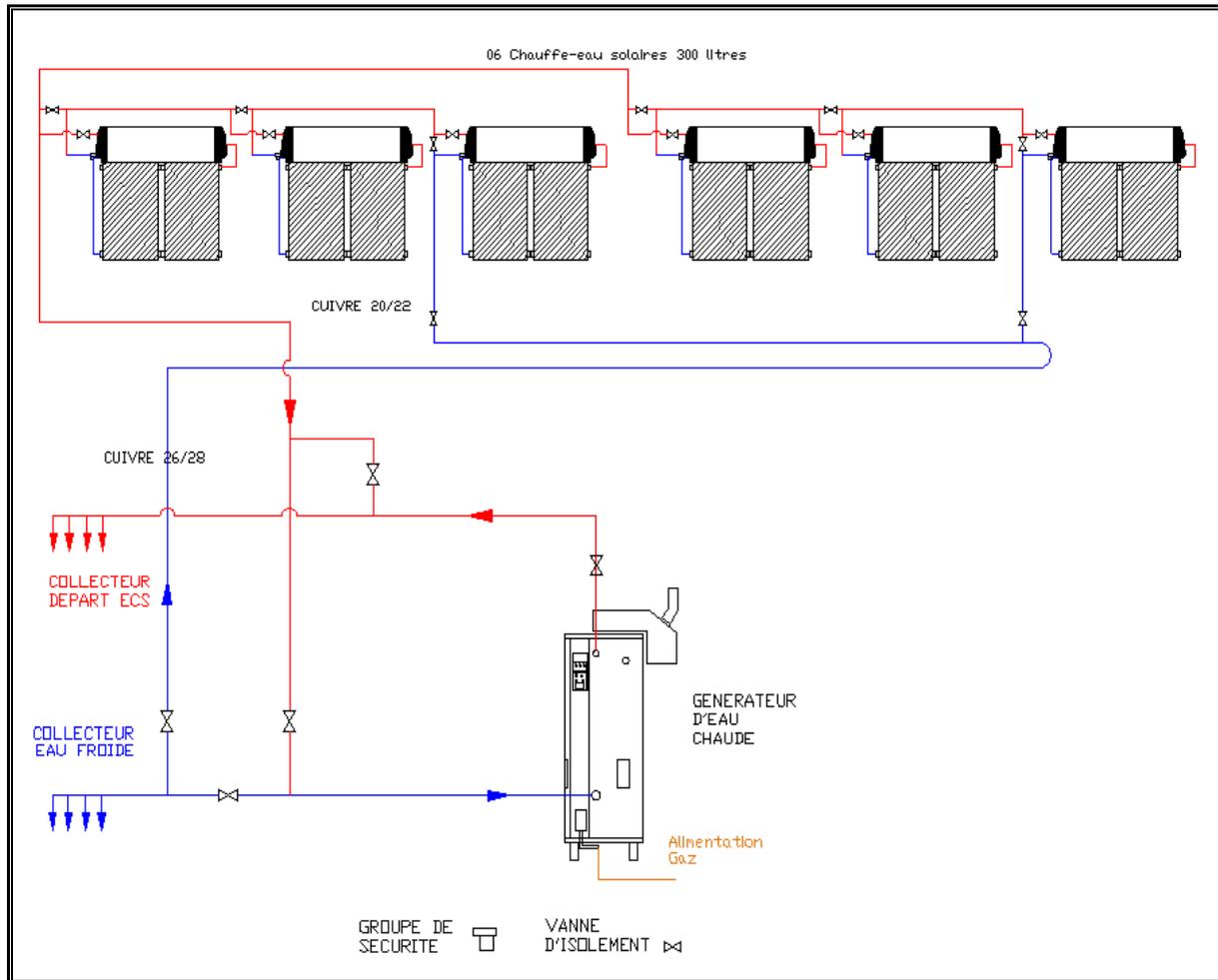
Option n°6 : trois systèmes en séries pour un seul appartement

Cette option étant très particulière et couteuse, elle consiste à placer trois systèmes en série pour garantir une température élevée de l'eau chaude sans passer par un système d'appoint. Elle est écologiquement valable mais sans rentabilité financière réelle.



Option n°7 : plusieurs systèmes en parallèle ou en parallèle série pour plusieurs appartements

Cette option est sans limites, elle consiste à assurer la production d'eau chaude solaire pour un projet collectif par plusieurs systèmes du type thermosiphon. Nous estimons qu'elle ne pourra pas s'appliquer pour des bâtiments ayant plusieurs propriétaires privés. Par contre, elle peut être intéressante pour des bâtiments publics. Les méthodes et options de connections sont nombreuses mais restent semblables à ce qui a été présentée précédemment. A titre d'exemple l'installation suivante :



b- Système à circulation forcée

Le système à circulation forcée est universel, il peut être réalisé pour un seul logement, plusieurs logements ou carrément un projet de plusieurs logements. Ce système est plus complexe, mais offre un meilleur rendement. Les températures du capteur et du ballon sont prises en compte par une régulation électronique qui commande la pompe de circulation du fluide caloporteur, celui-ci étant mis en circulation lorsque la température du capteur est supérieure à celle du ballon.

Par rapport au système à thermosiphon, le débit plus élevé du fluide caloporteur assure des températures plus basses dans tout le circuit primaire réduisant ainsi les pertes thermiques, améliorant, ainsi, le rendement global en particulier quand une partie des appartements est vides en période de vacance par exemple.

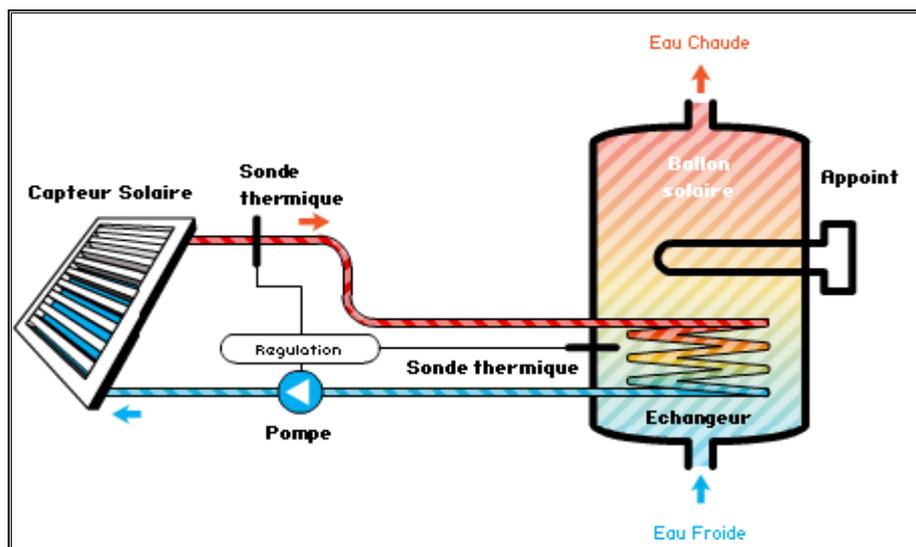
Le maintien d'un niveau de température propre à assurer les besoins en eau chaude sanitaire pour les dispositifs de production solaire collectifs nécessite un complément d'énergie fourni par un équipement d'appoint.

Suivant la nature des besoins des options citées mais aussi leur localisation on peut opter pour l'une des technologies suivantes appelées précédemment système :

Système n°1 : chauffe eau individuelle forcée

Le principe du chauffe-eau solaire à circulation forcée est composé de :

- ✚ Le réservoir de stockage et les capteurs sont séparés.
- ✚ Les capteurs sont placés sur le toit et le ballon, n'importe où, dans le logement.
- ✚ Une pompe fait circuler le fluide afin de réchauffer l'eau.



Système n°2 : Production centralisée avec distribution directe

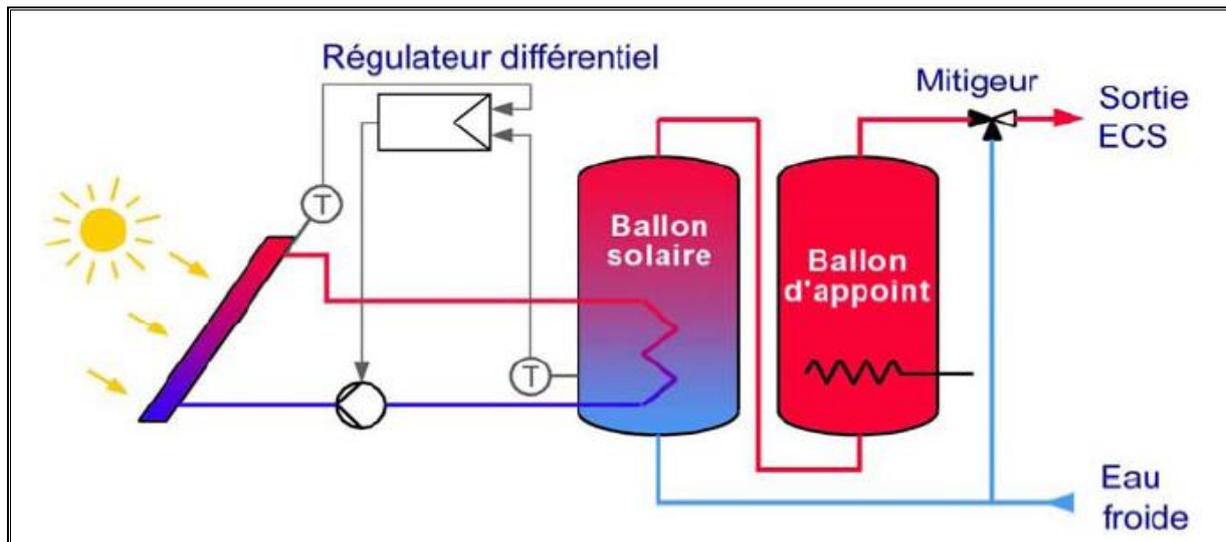
Dans ce système le générateur d'appoint est un équipement unique placé en chaufferie ou dans un balcon ou autre à proximité du ballon de stockage solaire.

Ce type de configuration concerne des installations de taille inférieure à 30/40 m² de capteurs, à circuit hydraulique courts. La régulation de type différentielle par mesure des températures dans le ballon et les capteurs reste applicable.

L'échangeur est directement incorporé au ballon solaire.

L'appoint est centralisé sur un seul ballon ou un seul groupe de ballons par rapport à la place disponible dans le local technique et du volume de stockage.

Nous n'avons pas connaissance de l'existence de ce système en Tunisie. Nous estimons qu'il ne peut pas réussir pour des habitations privées mais pourra être utilisé pour les logements où l'eau est payée par un seul propriétaire, l'état par exemple.



Système n°3 : Production centralisée avec distribution par boucle de circulation

Ce type de configuration concerne des installations de taille généralement supérieure à 40 m². On utilise un échangeur à plaques ou similaire situé entre les capteurs et le ballon solaire. Ce montage permet un démarrage en deux étapes : une première étape où la boucle primaire est mise en circulation avec homogénéisation des températures dans les capteurs solaires et dans les canalisations et une seconde étape où le circuit secondaire est mis en service avec transfert d'énergie de la boucle primaire à la boucle secondaire.

Ce système comprend essentiellement les éléments suivants :

Capteurs solaires

Les capteurs utilisés devront avoir une approbation technique de l'ANME. Les paramètres relatifs aux capteurs solaires sont ceux définis par la norme P50-501 ou la norme EN 12975-2 : 2006. Les valeurs des coefficients B (facteur optique) et K (pertes thermiques globales)

relatives aux performances thermiques des capteurs solaires plans proposés seront au minimum de $B = 0,77$ et $K = 4 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Les capteurs solaires plans à circulation de liquide sont composés essentiellement de :

- ❖ Un absorbeur en cuivre avec un revêtement sélectif à haut rendement ;
- ❖ Une isolation thermique arrière et latérales constitué d'au moins de 30 mm de mousse polyuréthane ;
- ❖ Un coffre métallique en acier galvanisé pré laqué ou similaire assurant une parfaite tenue à la corrosion extérieure ;
- ❖ Une couverture transparente en verre trempé, d'épaisseur 4 mm, à haut coefficient de transmission.
- ❖ Des connexions entrées / sorties minimales en DN 22

L'installateur prendra soin en particulier à l'intégration des capteurs solaires sur le site. Toute solution proposée par l'installateur devra faire l'objet d'un accord préalable des maîtres d'œuvre et d'ouvrage avant exécution. Le choix de l'implantation des capteurs doit tenir compte des paramètres suivants :

- ❖ orientation la plus voisine possible du sud ;
- ❖ absence d'ombres portées ;
- ❖ facilité de pose ;
- ❖ accessibilité pour l'entretien ;
- ❖ distance la plus courte du stockage.

L'inclinaison des capteurs préconisée dans l'étude de faisabilité est généralement de 30° /horizontal. Les capteurs sont de type et marque à définir par l'installateur conformément aux prescriptions du présent Cahier des Clauses et Prescriptions Techniques Particulières.

L'installateur doit respecter scrupuleusement les préconisations du fabricant et de l'Avis technique du CSTB pour la pose et le raccordement des capteurs. Les capteurs sont raccordés en batteries en série – parallèles raccordées aux collecteurs du circuit primaire en parallèle.

Chaque batterie sera raccordée à ces collecteurs par l'intermédiaire de flexibles en inox permettant leur libre dilatation, d'une vanne d'arrêt à l'entrée et d'une vanne d'équilibrage à la sortie et, en point hauts, de purgeurs d'air automatique isolables par robinets.

Ballons de stockage solaire

La bonne configuration consiste à positionner les ballons à proximité à la fois de la production d'appoint et des champs des capteurs. Les ballons de stockage solaires devront avoir les caractéristiques minimales suivantes :

- ❖ Ils seront de type verticaux, en tôle d'acier de 6 mm d'épaisseur avec revêtement extérieur antirouille ;
- ❖ Un traitement intérieur de qualité alimentaire et résistant à une température au moins égale à 90°C ;
- ❖ Equipé d'une protection par anode de magnésium adéquate ;
- ❖ **Un certificat d'étanchéité délivré par un organisme de contrôle agréé ;**
- ❖ Equipé d'une isolation thermique minimale de 40 mm de mousse de caoutchouc à cellules fermées, protégées par une jaquette adéquate.

Ces ballons seront raccordés de préférence en série.

Échangeur de chaleur

L'échangeur sera placé entre le circuit primaire (circuit capteurs) et secondaire (circuit stockage solaire) et sera du type à plaques inox **AISI 316** avec joints **EPDM**, il sera raccordé en contre – courant.

Pompe de circulation

Les pompes seront dimensionnées pour vaincre les pertes de charge du circuit sous la vitesse de circulation maximale autorisée. La perte de charge globale dépend de la configuration de l'installation. Le Circulateur primaire sera installé sur la canalisation de départ vers les capteurs, il sera compatible avec le fluide caloporteur ainsi qu'avec le régime de température de circuit primaire. Le Circulateur secondaire est installé sur la canalisation de départ vers l'échangeur, il sera sélectionné pour véhiculer de l'eau chaude sanitaire.

Circuit hydraulique

Le circuit primaire est la liaison des capteurs à l'échangeur réalisée généralement en cuivre calorifugé par gaine mousse fermée d'épaisseur minimale de 19 mm avec protection mécanique (coquille en tôle aluminium d'épaisseur 5/10^{ème}). Le circuit secondaire est le

raccordement de l'échangeur aux ballons de stockage solaire réalisé généralement en matériau composite adéquat, calorifugé comme le circuit précédent.

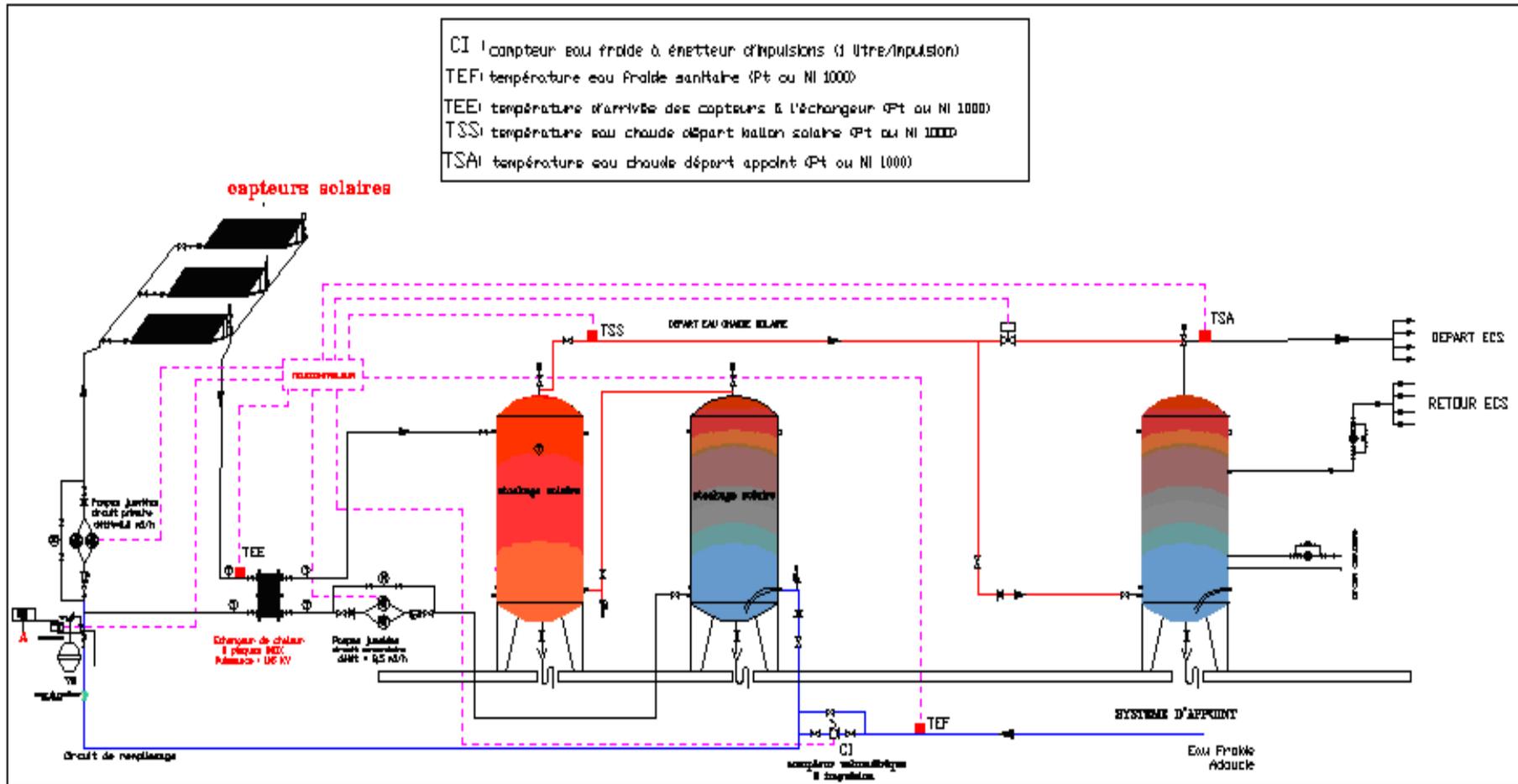
Notons qu'il est nécessaire de placer des vannes d'équilibrage, robinets et vannes sur les circuits, des vases d'expansion, des soupapes et des purgeurs, etc.

Fluide Caloporteur (circuit capteurs)

Le fluide caloporteur est généralement de type « prêt à l'emploi » assurant obligatoirement une protection à -15°C , avec additifs anti-corrosion. Sa stabilité devra être garantie jusqu'à 150°C minimum.

Notons bien que ce système, très intéressant, est difficile à installer en Tunisie pour des habitations privées, il pourra être programmé pour des habitations collectives publiques telles que les casernes, les lycées, les foyers universitaires, etc.

Le schéma ci-après donne une idée sur le principe adopté pour ce type de système

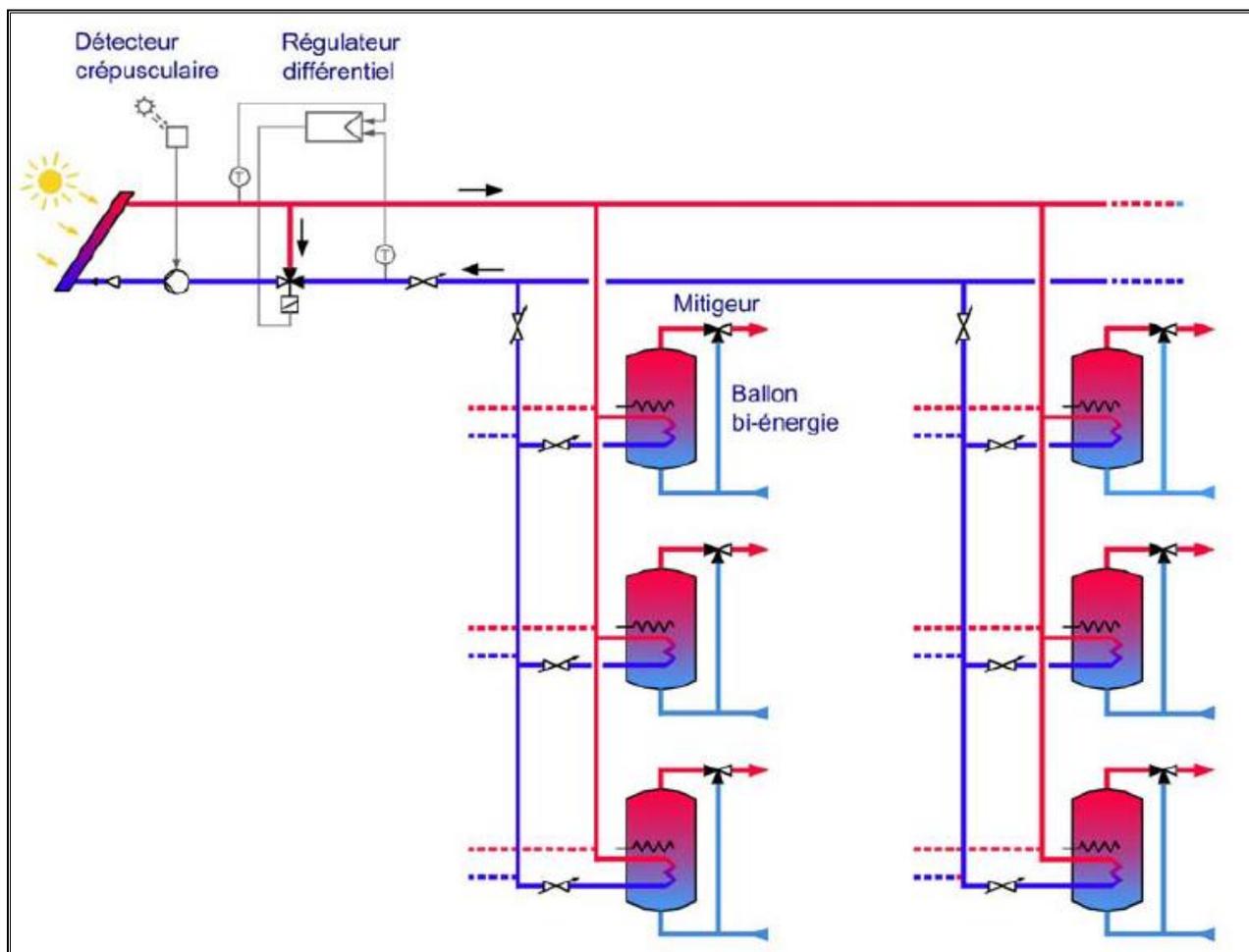


L'installation proposée avec échangeur

Système n°4 : Production solaire collective à appoints individuels

Cette technologie intéressante est tout particulièrement adaptée aux immeubles d'habitation collectives privées ou publiques. L'énergie est stockée dans des ballons individuels bi-énergie et non plus centralisée. Cela permet une individualisation des charges d'énergie liées à l'ECS ainsi que la suppression de la bouche de distribution d'ECS. La mise en service de la production solaire se fait en deux étapes :

- ✚ Mise en circulation du fluide dans les capteurs solaires pour homogénéiser les températures
- ✚ Ouverture de la vanne trois voies de manière à irriguer les échangeurs des ballons solaires. Cette vanne est commandée en tout ou rien.



Système n°5 : Moquette solaire

La moquette solaire consiste simplement en un tapis de couleur noire posé à plat dans lequel circule l'eau à chauffer, à travers des tuyaux ou rainures. Elle est généralement souple et amovible. On l'utilise quand le volume d'eau requise est faible ou une température basse suffit. Cette option peut être efficace en été mais insuffisante en hiver. Un appoint est nécessaire.

2.1.2. Pour les nouveaux immeubles T_{1,2}

De même pour les nouveaux bâtiments, il existe deux technologies :

a- Systèmes à circulation par thermosiphon

Plusieurs options ont été citées. Ce système consiste à placer le réservoir au-dessus du capteur (le liquide « chaud » monte) à l'horizontal. Pour plus de détail voir paragraphe (2.1.1. a). Ce système est le plus utilisé actuellement en Tunisie pour un avantage majeur : Un système par logement, les charges ne sont supportées par le syndic.

b- Système à circulation forcée

Ce système allie à la fois un meilleur rendement, une faisabilité plus commode, et des critères esthétiques plus convenables. Il y a alors besoin d'un circulateur pour acheminer le liquide caloporteur. Ce système est un peu plus cher mais s'adapte plus facilement aux contraintes du bâtiment mais reste difficile à gérer à cause de la charge supportée par le syndic plus tard, eau, électricité, entretien, etc.

Le système a les mêmes caractéristiques déjà citées pour les bâtiments existants (voir paragraphe (2.1.1. b)).

2-2 Pour les bâtiments du type villas : T₂

2.2.1. Pour les villas existantes T_{2,1}

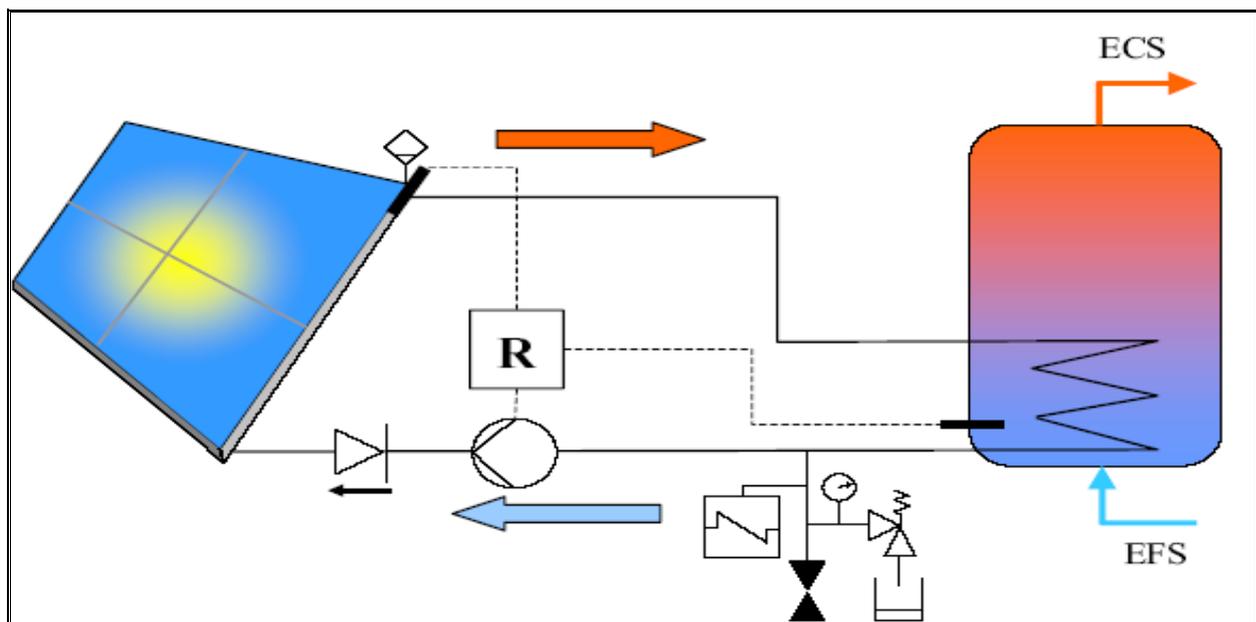
Pour les villas collectives existantes, les solutions sont les mêmes que les villas individuelles. Nous estimons que la réalisation d'un projet solaire collectif pour cette catégorie est difficile à réaliser. Les habitants auront tendance à réagir chacun de son côté vu le caractère assez privatif des logements. Toutefois nous traitons la question. Les options techniquement faisables sont :

a- Systèmes à circulation par thermosiphon

Les villas peuvent recevoir des chauffe-eau thermosiphon à éléments séparés ou monoblocs déjà décrits.

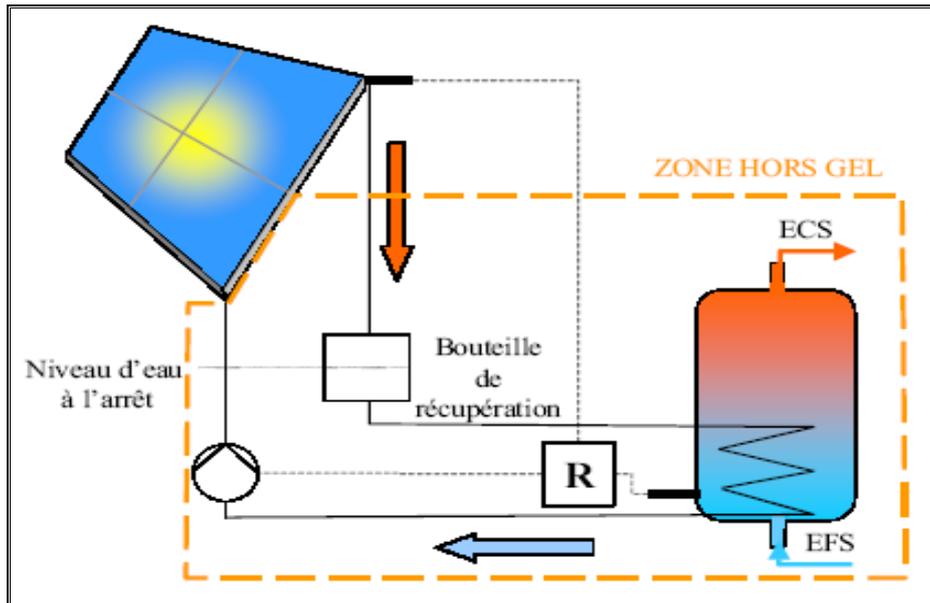
b- Le chauffe-eau à circulation forcée

Dans ce système le liquide caloporteur circulant entre les capteurs et le ballon de stockage est mis en mouvement par un circulateur piloté par une régulation. Le schéma ci-après donne une idée sur le principe qui sera adopté pour ce type de système.



c- Le chauffe-eau autovidangeable à circulation forcée

Ce système s'adapte bien pour les zones froides. Les capteurs et leurs canalisations se vident automatiquement à l'arrêt de la pompe dans une bouteille de récupération. Tous les équipements (sauf les capteurs) sont situés dans une zone hors gel. Le schéma ci-après donne une idée sur le principe qui sera adopté pour ce type de système.



2.2.2. Pour les nouveaux projets de villas T_{2,2}

Les technologies pouvant être adoptées sont les mêmes que les villas existantes. Bien évidemment, on pourra imaginer des systèmes centralisés, seulement, cette solution reste irréaliste. Nous retenons ainsi les options suivantes :

- a- Le chauffe-eau thermosiphon
- b- Le chauffe-eau à circulation forcée
- c- Le chauffe-eau autovidangeable à circulation forcée

3. Tableau comparatif des produits, avantages et inconvénients

3-1. Pour les immeubles T_{1.1} & T_{1.2}

Type	Avantages	Inconvénients
<p><u>Système à circulation par thermosiphon</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avantages : prix, simplicité, facilité de raccordement. <p><u>Prix du chauffe-eau solaire :</u> Le chauffe-eau solaire en thermosiphon fonctionnant tout seul sans pompe ni régulateur, il est le moins cher.</p> <p><u>Installation du chauffe-eau solaire :</u> L'installation d'un chauffe-eau solaire en thermosiphon est plus simple (pas de régulateurs, de pompe ni de vase d'expansion à poser) et nécessite donc moins de main d'œuvre.</p> <p><u>Durée de vie du chauffe-eau solaire :</u> Le régulateur et la pompe d'un système à circulation forcée sont les premières causes de panne. Sans ces éléments "fragiles", le chauffe-eau solaire à thermosiphon simplifie la maintenance et améliore nettement la durée de vie du système solaire.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le grand avantage du thermosiphon est sa fiabilité, sa simplicité technique : pas de pompe, pas de clapet anti-retour, pas de sondes thermiques, ni de régulateur électronique. Le système fonctionne sans électricité, sans aucun autre apport d'énergie que l'énergie solaire (le "moteur" de la circulation du fluide caloporteur étant la différence de température entre le capteur et le ballon). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ballon soumis au risque de gel dans quelques régions. • Peu esthétique • Poids important à supporter pour la toiture (environ 70 kg/m²)



<p><u>Systeme à circulation forcée</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le système à circulation forcée est plus complexe • Peu de risques de gel de l'eau du ballon de stockage • Capteurs plus légers sur la toiture • Plus esthétique en comparaison avec le thermosiphon classique. • Le système à circulation forcée garantit un rendement thermique fort et continu et une meilleure intégration du système à l'environnement. Ceci grâce à un système de pompe permettant de placer le ballon d'eau où bon nous semble. • Les avantages sont nombreux par rapport aux systèmes à thermosiphon, le ballon peut être placé à l'endroit de notre choix (chaufferie, buanderie, grenier, cave) puisque le circuit de liquide caloporteur est sous pression et dirigé par une pompe. De plus, le système est un peu plus efficace. En effet le régulateur tient compte de tous les paramètres possibles pour actionner ou non le réchauffement de l'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ce type d'installation est plus coûteux, un peu plus complexe à installer (beaucoup d'éléments à assembler), et plus fragile (il y a plus de pièces et de l'électronique, donc plus de pannes, bien qu'elles restent rares). • Besoin d'une alimentation électrique.
---	---	--

3-2. Pour les villas T_{2,1} & T_{2,2}

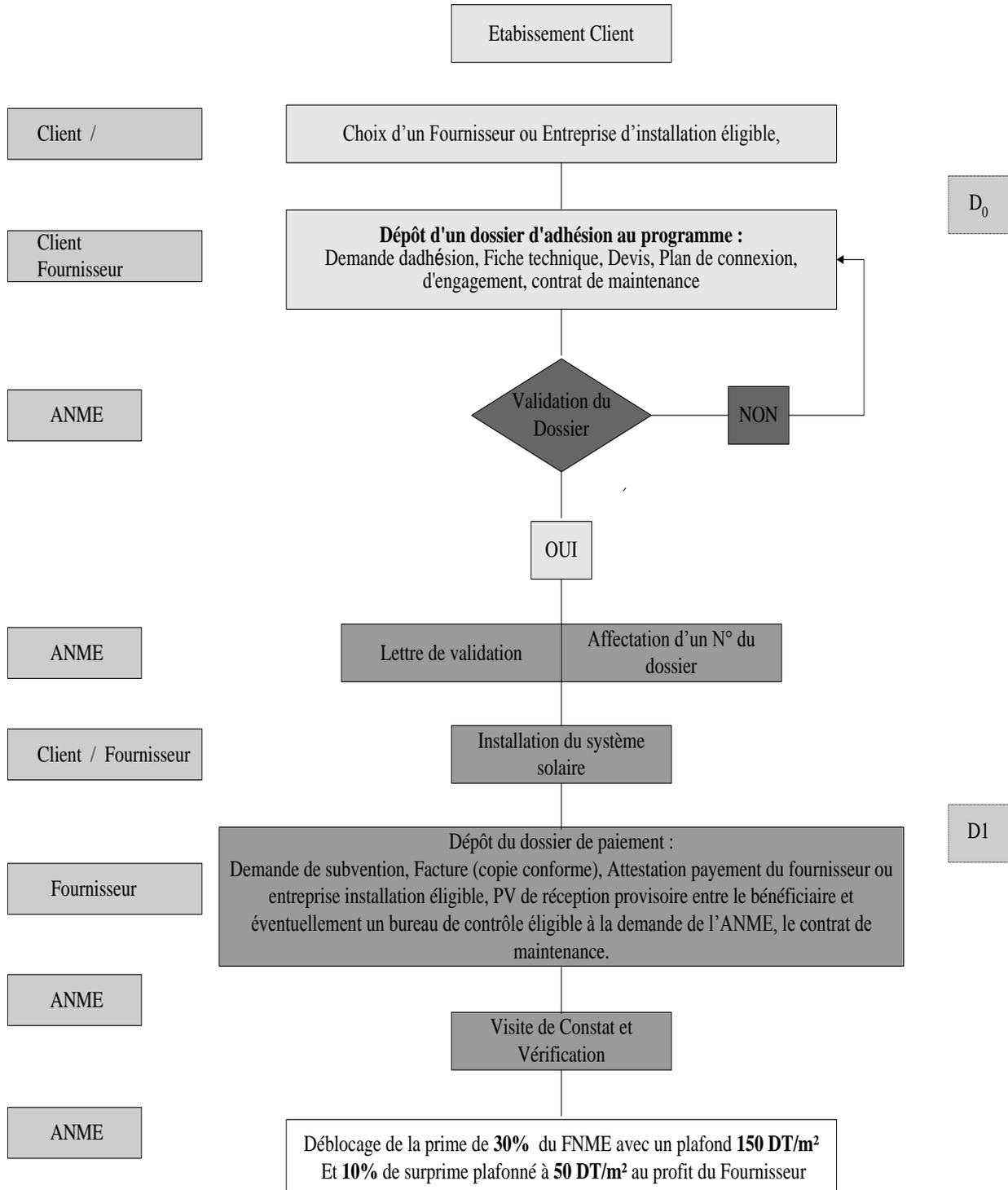
Type	Avantage	inconvénients
<p><u>Le chauffe-eau thermosiphon à éléments séparés</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Continuité de la production d'ECS solaire en cas de coupure d'alimentation électrique • Système sans régulation • Risque de pannes pratiquement exclus 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre délicate : les préconisations des fabricants doivent être pratiquement respectées (diamètre des tubes minimums, pentes minimales, dénivelé capteur / ballon)

		<ul style="list-style-type: none"> • Limitation de la température dans le ballon de stockage à l'aide de soupapes à commande thermique
<p><u>Le chauffe-eau thermosiphon monobloc</u> (système auto stockant)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Système monobloc (capteur et ballon intégrés sur un même châssis rigide) • Pose facile, coût réduit • Système autorégulé • Continuité de la production d'ECS solaire en cas de coupure d'alimentation électrique • fiabilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Inesthétique • N'est pas adapté aux régions froides (fonctionnement en eau) • Stockage soumis directement aux actions extérieures • Poids important (ne convient pas à la pose en toiture) • Limitation de la température de stockage à l'aide de soupapes à commande thermique
<p><u>Le chauffe-eau à circulation forcée</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Système adapté à toutes les configurations d'habitat • Risques de pannes faibles • Système performant • Contrôle en température du ballon 	<ul style="list-style-type: none"> • Système plus couteux • Système encombrant • Nécessité d'une régulation différentielle pilotant un circulateur • Besoin d'une alimentation électrique • Nécessité d'un liquide caloporteur antigel (de qualité alimentaire)
<p><u>Le chauffe-eau autovidangeable à circulation forcée</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sécurité du système en cas de stagnation ou gel pour les régions froides. • Système pouvant fonctionner sans antigel (l'installation n'est pas soumise aux inconvénients dus à la dégradation du liquide caloporteur) • Circuit hydraulique simplifié (avec 	<ul style="list-style-type: none"> • Système plus couteux • Système encombrant • Régulation différentielle pilotant une pompe (nécessite de lutter contre des hauteurs manométriques important. • Besoin d'une œuvre délicate (respect d'une pente minimale

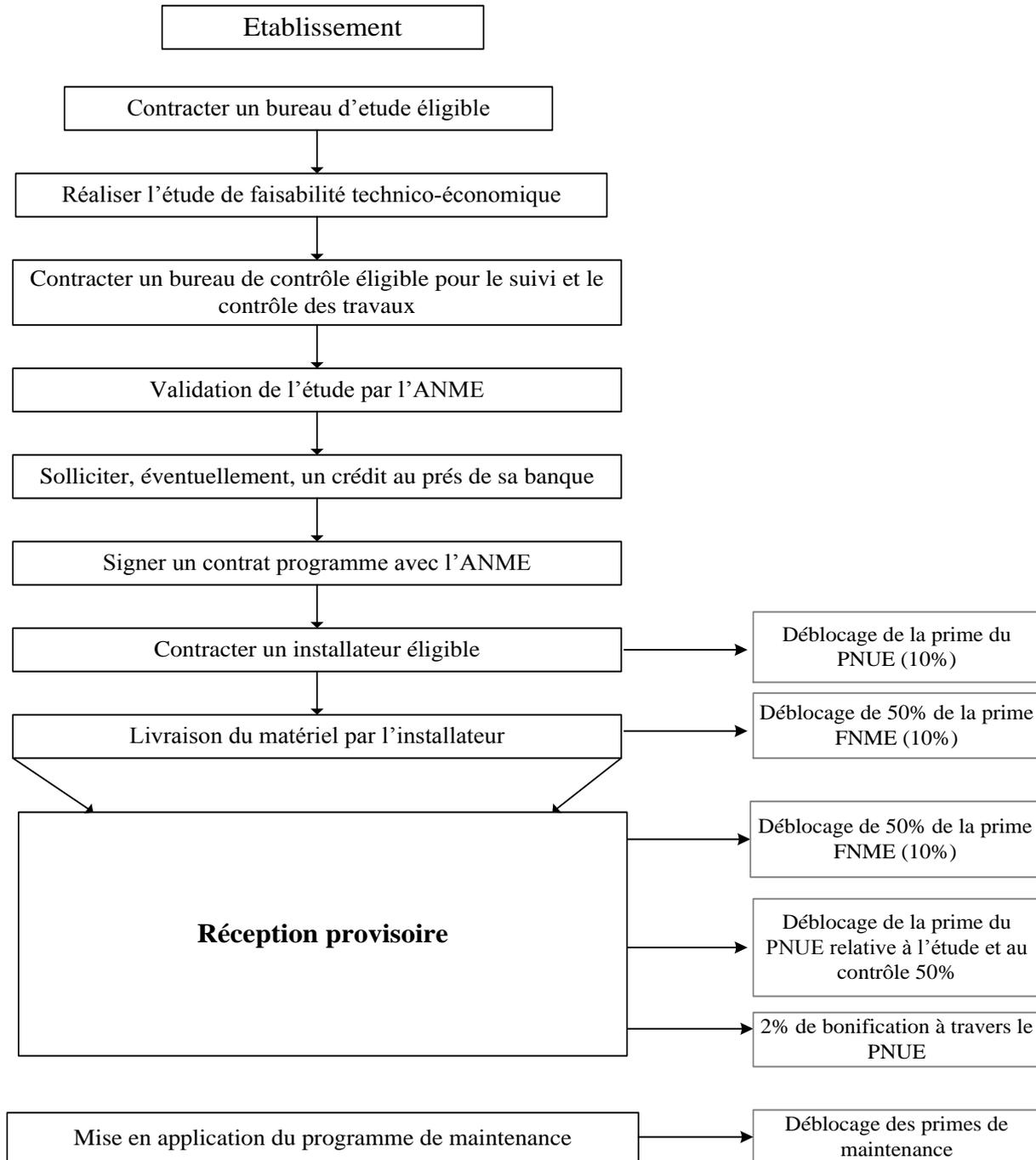


	<p>l'utilisation de moins de composants sensibles tels que la vase d'expansion, la soupape de sécurité ou le purgeur)</p> <ul style="list-style-type: none">• Meilleur échange de chaleur (si absence d'antigel)	<p>pour les liaisons hydrauliques, absence de coude, de cintrage...)</p> <ul style="list-style-type: none">• Moins de flexibilité dans le choix du capteur• Risque de température de l'absorbeur élevée (surchauffe)
--	--	---

Procédure d'adhésion au programme PROSOL RÉSIDENTIEL
Installation Collective de type «C₁ »



Procédure d'adhésion au mécanisme PROSOL TERTIAIRE
Installation Collective de type CES-C3 & CES-C2 ≥ 30 m²



4. Scénarios et résultats attendus

Tous les scénarios seront étudiés sur le prochain rapport en se basant toujours sur notre matrice de quatre éléments à savoir les deux types de bâtiments collectifs (villas et immeubles).

	Existants	Projets
Immeubles	T _{1.1}	T _{1.2}
Villas	T _{2.1}	T _{2.2}

Nous estimons d'ores et déjà à cette première phase des études et sans tenir compte des conditions météorologiques (en particulier pour les zones pouvant descendre sous 0) que les installations des dix années à venir seront :

- **T_{1.1}** : (Immeubles existants); Thermosiphon classique à **100%** des installations,
- **T_{1.2}** : (Immeubles en projets); Thermosiphon classique à **90%** des installations, chauffe-eau solaire centralisé à **10%** des installations.
- **T_{2.1}** : (Villas existants); Thermosiphon classique à pratiquement **98%** des installations,
- **T_{2.2}** : (Villas en projets); Thermosiphon classique à plus de **90%** des installations.

Il en ressort rapidement le potentiel pour le collectif des m² projetés pour la période 2012-2016 (voir paragraphe *Potentiel des m2 solaires thermiques dans les bâtiments collectifs*) pour les conditions actuelles des subventions et en tenant compte d'une révision ou une amélioration de la procédure administrative qui est facile à faire à notre avis.

Notant qu'il est toujours possible de lancer tout de suite une procédure administrative en collaboration avec le ministère de l'équipement et le ministère de l'intérieur obligeant les promoteurs immobiliers à préinstaller des systèmes solaires dont le coût est négligeable ne dépassant pas 250 DT pour les appartements (T_{1.2}) et 150 DT pour les villas (T_{2.2}).

Il est aujourd'hui facile de préinstaller des systèmes solaires.

Analyse de l'enquête

Suite à une enquête réalisée par CAMI dans le cadre de cette étude et qui est encore en cours visant tous les acteurs ayant une relation avec le secteur de la construction et la filière de l'énergie solaire thermique, à savoir, les promoteurs immobiliers, les architectes, les fournisseurs et les installateurs des chauffe-eau solaire, les bureaux d'études et autres intervenants, etc., nous concluons – à première vue- que la technique du chauffage de l'eau sanitaire dans les immeubles à usage collectif par l'énergie solaire n'est pas encore appréciée par les promoteurs. Le problème majeur réside dans le coût élevé des installations mais aussi le manque de préparation bien à l'avance du projet de mise en place des installations lors de la construction d'un bâtiment. Pour les bâtiments existant, l'opération n'est plus aux mains des syndicats mais plutôt une décision individuelle des propriétaires.

Les fournisseurs et les installateurs des systèmes solaires thermiques, vue leur contact direct avec les clients, proposent d'organiser des journées de sensibilisation pour les promoteurs immobiliers, les ingénieurs conseils et architectes pour dévoiler les avantages et la rentabilité de ces systèmes et pour inciter les gens à l'utilisation de cette technique étant donné que la nécessité de réduire les consommations énergétiques impose une évolution du mode de construction et une conception nouvelle des systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire. Ils proposent aussi de revoir et améliorer les avantages financiers accordés par l'état.

En plus de cette enquête, une autre enquête a été effectuée auprès du ministère de l'équipement sur les statistiques des bâtiments collectifs équipés du solaire thermique en Tunisie. La direction générale des bâtiments civils (DGBC) qui est confiée pour la réalisation des projets pour le compte des ministères selon l'arrêté n° 2009-2617 du 14 septembre 2009¹⁷ nous a communiqué un résumé sur les principales réalisations au niveau des bâtiments civils. Les installations solaires ont été déposées essentiellement sur des foyers universitaires, des instituts supérieurs et des restaurants universitaires.

¹⁷ Arrêté du ministère de l'équipement, de l'habitat et de l'aménagement du territoire du 14 septembre 2009 (voir annexe)

Projets	Surface du capteur solaire m ²
Foyer universitaire Tozeur	50
Foyer unvesitaire Mednine	218
Restaurant universitaire Tataouine	60
Institut supérieur des études technologiques à sidi Bouzid	24
Foyer universitaire sidi Bouzid	143
Restaurant universitaire sidi Bouzid	40
Institut supérieur des études technologiques à Borj Cedria	6
Restaurant universitaire Borj Cedria	100
Restaurant universitaire Sfax	190
Institut Supérieur des Etudes Appliquées en Humanité de Zaghuan	4
Institut des hautes études commerciales de Sfax	8
Foyer universitaire Tataouine	69
Institut supérieur des études technologiques de Mednine	10



Annexes

Liste des informations et documents de références étudiés

- Recensement général de la population et de l'habitat de l'année 2004 ; première version : les premiers résultats -Mars 2005-, Institut national de la statistique
- Recensement général de la population et de l'habitat de l'année 2004 ; sixième version : caractéristiques des logements et des ménages et leurs conditions de vie -Février 2009-, Institut national de la statistique
- Enquête nationale de la population et de l'habitat de l'année 2009, Institut national de la statistique
- Conception et mise en œuvre de la politique nationale de l'habitat, Ministère de l'équipement
- L'accès aux services essentiels en milieu urbain, le cas de la Tunisie, Institut du développement durable et des relations internationales, Mai 2006
- Société nationale d'exploitation et de distribution des eaux (SONEDE)
- Société nationale d'électricité et de gaz (STEG)
- Etat du marché, marché potentiel et contraintes de développement du programme PROSOL, Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie
- Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie; Programme de promotion de l'utilisation du chauffe-eau solaire en Tunisie, systèmes solaires destinés aux établissements privés "Août 2007"
- Portail de l'Institut national de l'énergie solaire «Ines» : <http://www.ines-solaire.org>
"la production d'eau chaude solaire collective"
- Portail de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) : <http://www2.ademe.fr>
- Eau chaude sanitaire solaire "individuelle et collective"; ADEME/FFB (Fédération française du Bâtiment).