

5. Etudes de cas et résultats des simulations techniques et économiques

Cas du secteur industriel

Bassem Triki
GIZ - DASTII



Description des cas

Secteur	ID	Branche	Site	Technologie	Système de Chauffage	Intégration du solaire
Industriel	IS1	IAA	Sousse	CPC LFC	Gaz Naturel	Supply Level Feed water preheating 75°C: 45 -105
Industriel	IS2	IAA	Tunis	FPC CPC	Fioul lourd	Process level Hot water 55°C: 25-85
Industriel	IS3	Textile	Tunis	CPC LFC	Gaz Naturel	Supply Level Saturated steam 165°C
Industriel	IS4	IMCCV Briqueterie	Tunis	CPC LFC	Gaz Naturel	Supply Level Hot air 70°C: 25 - 120°C

Les cas doivent être représentatifs, Mais la simulation est basée sur des données d'entrée généraux et non pas des données spécifiques à une société ou un bâtiment.

IS 1 : IAA / Approvisionnement en eau préchauffée

3



Heating System (natural gas, heating oil)	natural gas
Boiler Efficiency	90%
Thermal capacity installed	14.840
Number of boilers	2
Sector	Industry
subsector	food
Products	milk
climate zone (coast, desert)	Sousse
Operation period	24 h / 7 days a week / 365 days per year
total consumption gas Nm3	2.792.163

	Temperatur Level (°C)		
Medium (Water/Steam/Air)	supply temperature of process water	Condensate return temperature	Supply temperature to the process
steam	25	50	190

Données d'entrée pour T*Sol

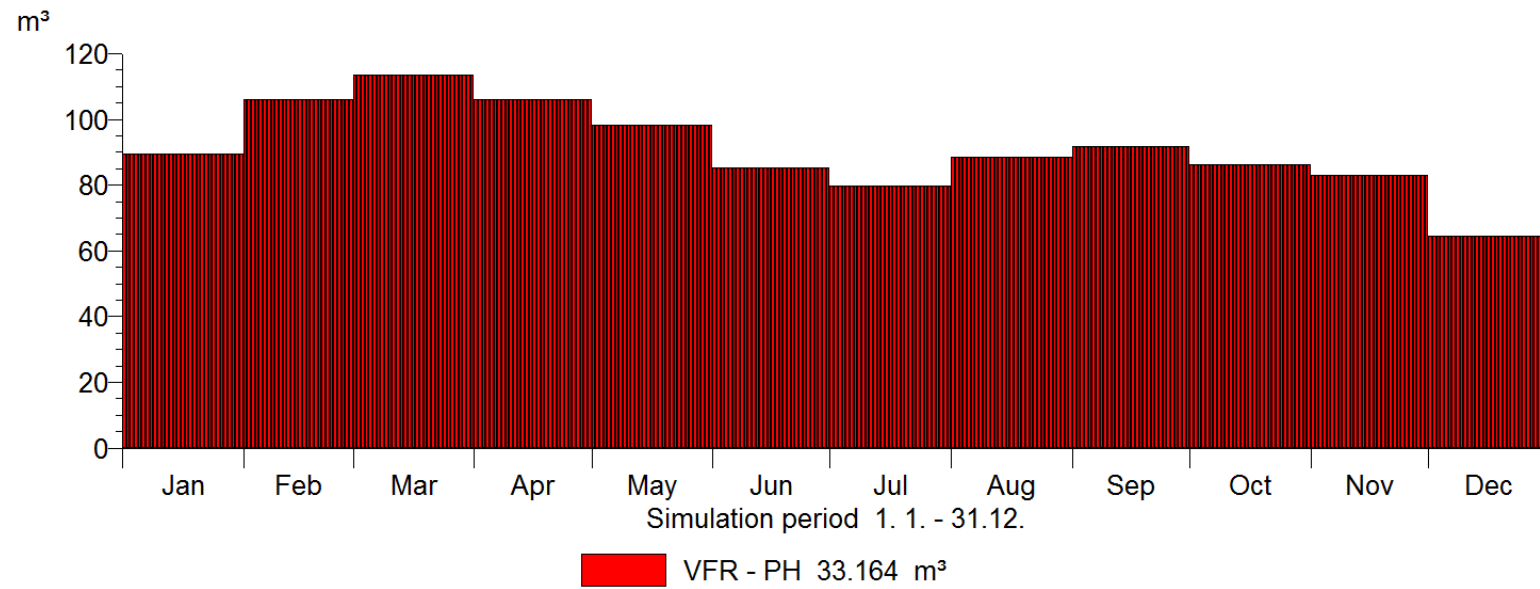
equivalent hours of full load	1.957 h/a
boiler efficiency due to part load and standby	80%
heat production	23.231 MWh/a
Steam	33.187 t/a
feed water preheating	45 - 105 °C

IS 1 : IAA / Approvisionnement en eau préchauffée



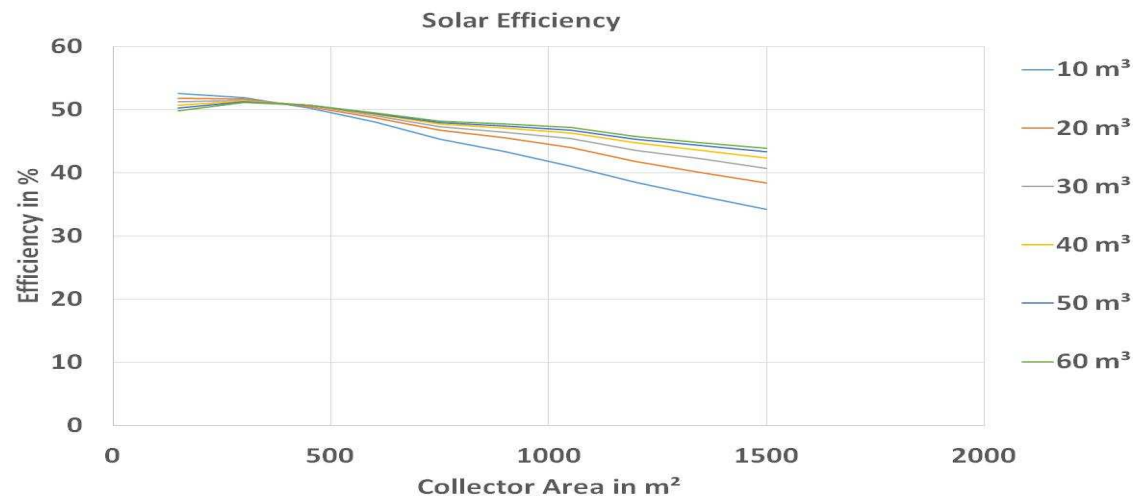
Profile in % of the annual demand gas (in sum 100%)												
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dez	Sum
228.664	270.426	290.457	270.426	252.344	218.406	204.209	224.987	234.094	219.439	212.857	165.854	2.792.163
8,2%	9,7%	10,4%	9,7%	9,0%	7,8%	7,3%	8,1%	8,4%	7,9%	7,6%	5,9%	100%

Hypothèse pour le profil journalier et horaire : constant

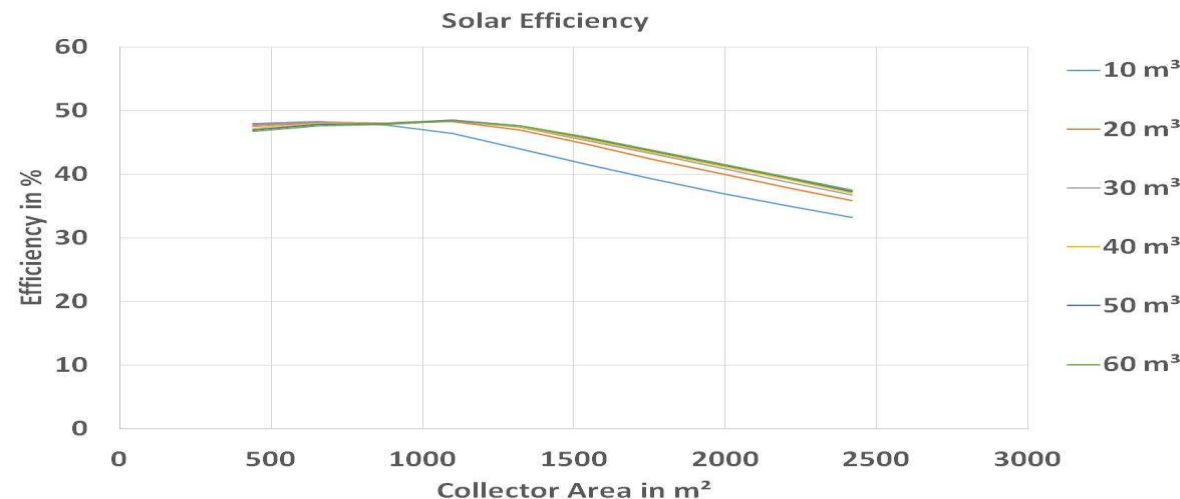


IS 1 : IAA – Efficacité solaire: pour un niveau de température < 105°C, le CPC n'est plus performant

- A Tunis, **CPC** comparé au gaz naturel



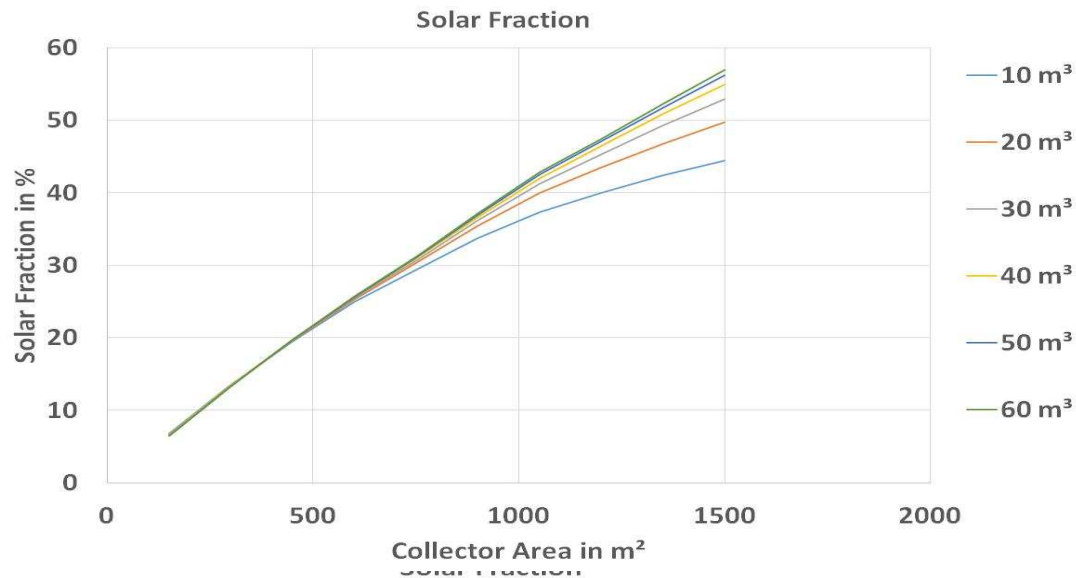
- A Tunis, **LFC** comparé au gaz naturel



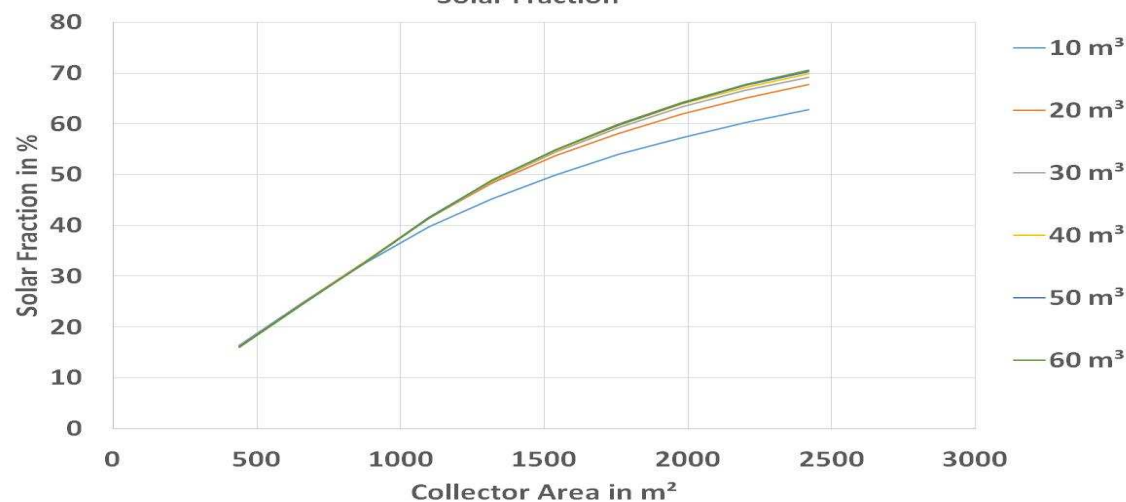
IS 1 IAA – Fraction solaire :

Le LFC ne délivre pas plus d'énergie pour les systèmes à petites surfaces de capteur

- A Tunis avec des capteurs **CPC** comparé au gaz naturel

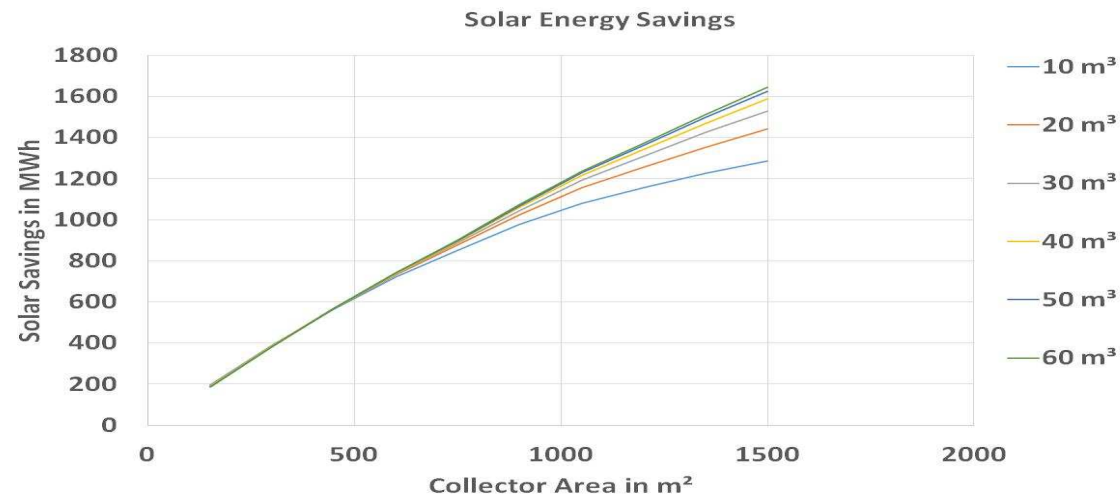


- A Tunis avec des capteurs **LFC** comparé au gaz naturel

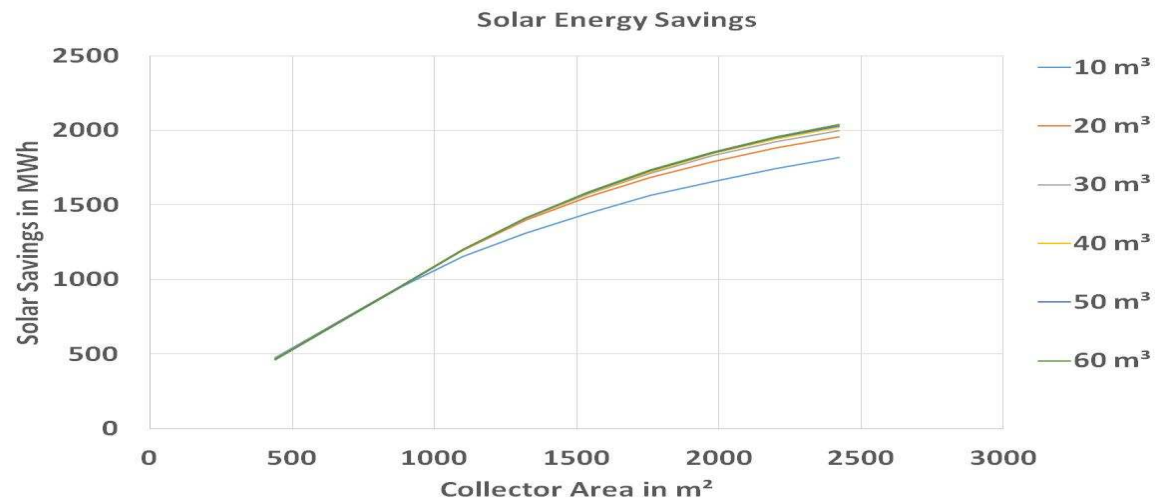


IS 1 IAA – Economie solaire: le niveau de température n'est pas assez élevé pour bénéficier des avantages du LFC

- A Tunis avec des capteurs **CPC** comparé au gaz naturel



A Tunis avec des capteurs **LFC** comparé au gaz naturel



IS 1 IAA - Les Gains solaires ne peuvent t pas délivrer des temps de retour sur investissement raisonnables



Cas les plus optimistes

Location	Type	Fuel	Area [m ²]	LHC [TD/MWh]	NPV [TD]	IRR [%]	DPP [y]	SPP [y]
Sfax	CPC	NG	1050	115,7	-297.500	4,4	33,8	14,3
Tunis	CPC	NG	1050	133,2	-411.941	2,8	47,9	16,1
Tunis	LFC	NG	1980	181,6	-1.339.295	< 0	> 100	24,1

IS 1 IAA - Les gains solaires: L'économie solaire ne peut pas délivrer des temps de retour sur investissement (DPP) raisonnables



- A Tunis, **CPC** comparé au gaz naturel

Collector Area [m ²]	Extra Volume [m ³]	Spec. Solar Yield [kWh/m ²]	LHC /MWh	[TD]	NPV [TD]	IRR [%]	DPP [y]	SPP [y]
150	10	1050		162,2	-113.388	0,7	100,0	19,0
300	10	1037		146,8	-178.603	1,7	66,7	17,5
450	10	1005		141,3	-235.933	2,2	57,5	16,9
600	10	961		139,2	-289.254	2,3	54,7	16,7
750	10	908		139,1	-341.194	2,3	54,8	16,7
900	10	867		137,5	-378.834	2,4	52,8	16,6
1050	20	882		133,2	-411.941	2,8	47,9	16,1
1200	30	872		135,7	-490.330	2,6	50,6	16,4
1350	30	844		137,6	-555.017	2,4	53,1	16,6
1500	40	846		137,7	-619.682	2,4	53,2	16,6

- A Tunis, **LFC** comparé au gaz naturel

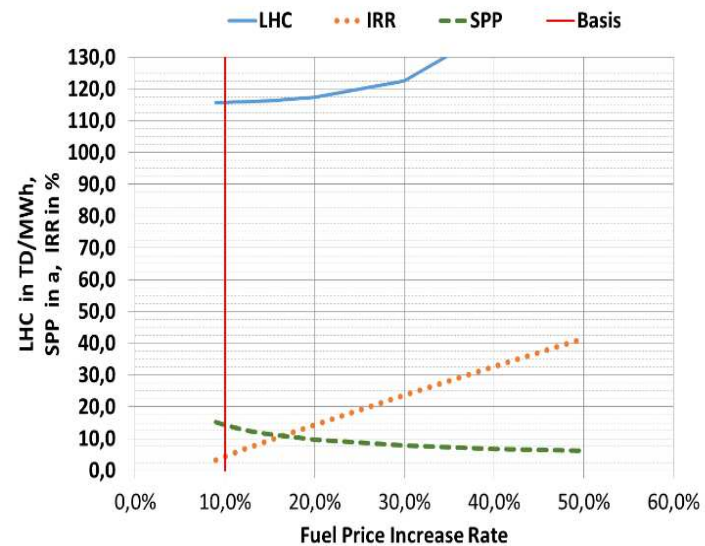
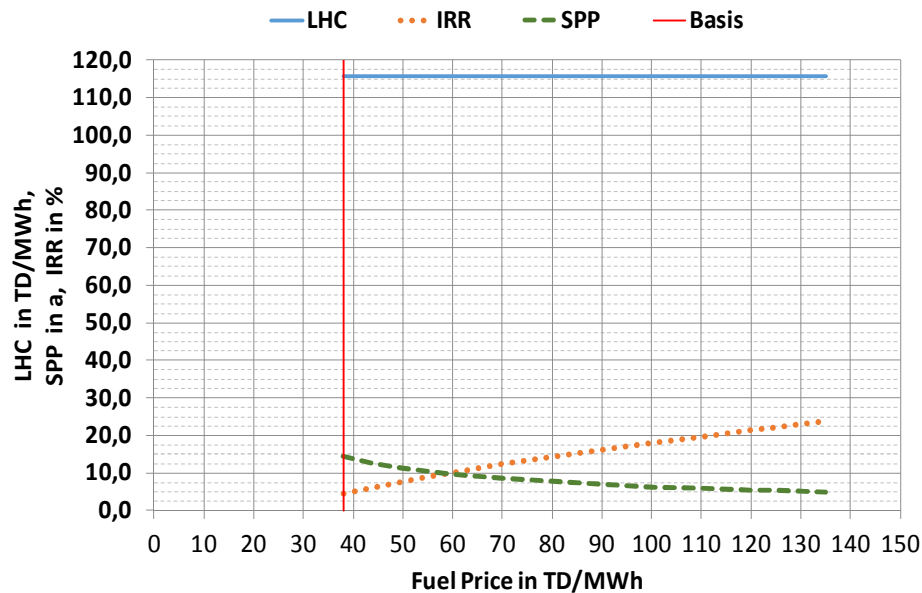
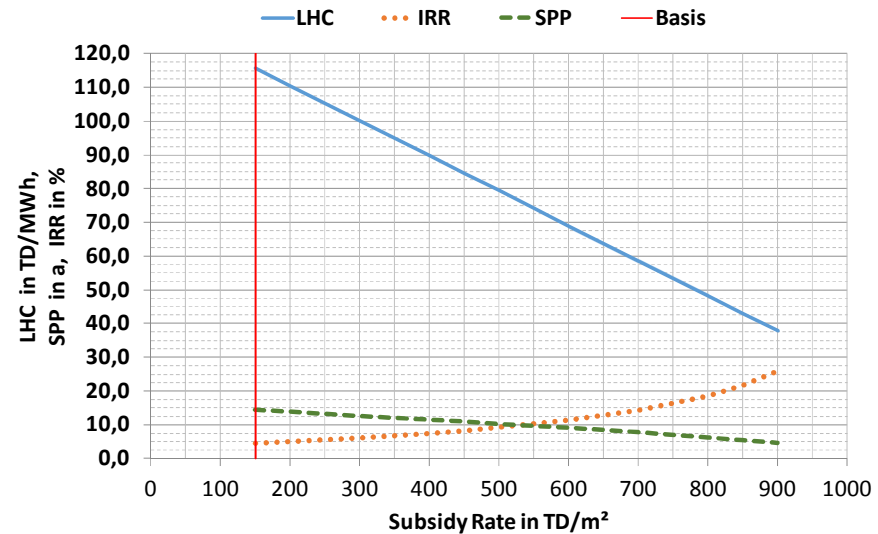
Collector Area [m ²]	Extra Volume [m ³]	Spec. Solar Yield [kWh/m ²]	LHC /MWh	[TD]	NPV [TD]	IRR [%]	DPP [y]	SPP [y]
440	10	888		284,0	-732.885	< 0	> 100	40,7
660	10	901		263,3	-998.323	< 0	> 100	36,8
880	10	903		242,8	-1.179.134	< 0	> 100	33,3
1100	10	856		235,5	-1.333.420	< 0	> 100	32,2
1320	20	881		212,9	-1.396.184	< 0	> 100	28,5
1540	20	838		203,1	-1.429.455	< 0	> 100	27,1
1760	20	793		197,9	-1.411.025	< 0	> 100	25,6
1980	20	748		181,6	-1.339.295	< 0	> 100	24,1
2200	20	706		188,8	-1.511.197	< 0	> 100	25,2
2420	20	667		198,6	-1.718.292	< 0	> 100	26,8

- A SFAX, **CPC** comparé au gaz naturel

Collector Area [m ²]	Extra Volume [m ³]	Spec. Solar Yield [kWh/m ²]	LHC /MWh	[TD]	NPV [TD]	IRR [%]	DPP [y]	SPP [y]
150	10	1212		140,5	-93.559	2,2	55,9	16,8
300	10	1194		127,5	-140.018	3,3	42,1	15,5
450	10	1155		122,9	-180.628	3,7	38,6	15,0
600	10	1106		120,9	-217.920	3,9	37,2	14,8
750	10	1046		120,7	-256.396	3,9	37,1	14,8
900	20	1050		117,3	-278.170	4,3	34,8	14,4
1050	20	1015		115,7	-297.500	4,4	33,8	14,3
1200	30	1006		117,7	-359.380	4,2	35,1	14,5
1350	40	1005		118,2	-410.821	4,2	35,4	14,5

IS 1 IAA: La viabilité ne peut être atteinte qu'en triplant les subventions ou les prix des carburants

- A SFAX, CPC comparé au gaz naturel



IS 2: IAA / Niveau des procédés



IS 2 : IAA / Niveau des procédés



Heating System (natural gas, heating oil)	fuel oil
Boiler Efficiency	89%
Thermal capacity installed	17.000
Number of boilers	2
Sector	Industry
subsector	food
Products	yeast
climate zone (coast, desert)	Tunis area
Operation period	24 h / 7 days a week / 335 days per year
total energy consumption MWh / a	34.001

Temperatur Level										
Process name	Medium (Water/Steam/Air)	Supply temperature in °C	Return temperature in °C	Temperature of the process fluid in °C						14.
cleaning / CIP	STEAM	170	120	Water	25	85	3.417	MW		

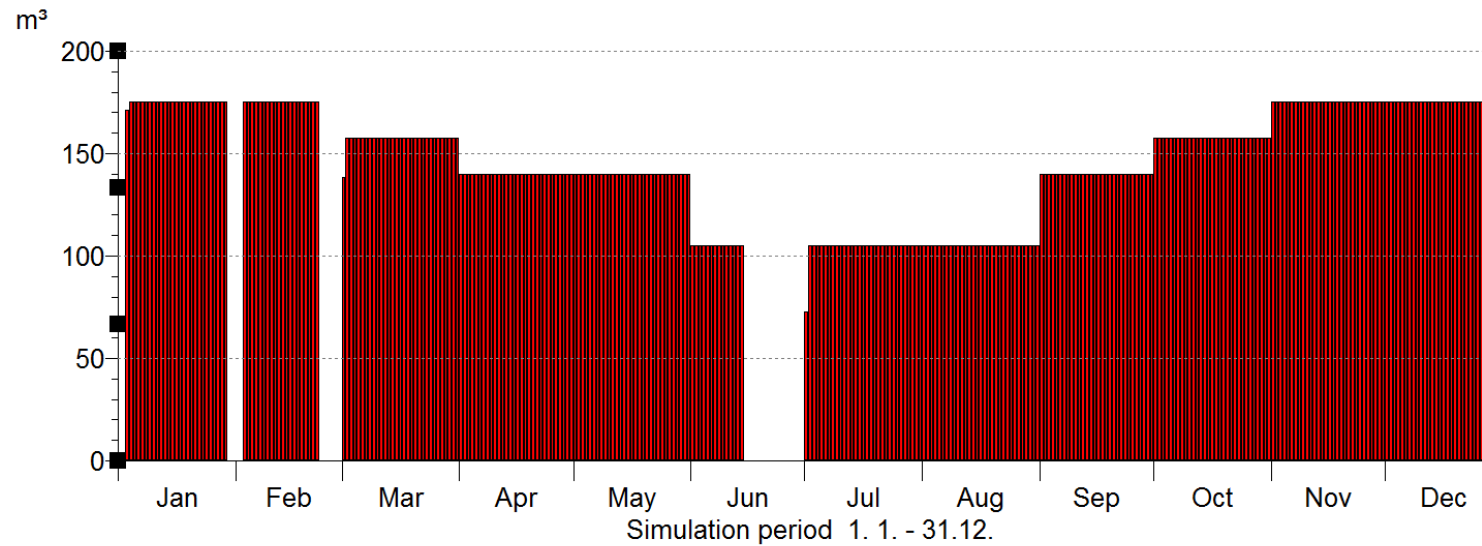
Données d'entrée pour T*Sol

efficiency of hot water production due to losses	85%		
heat production	3.417 MWh/a		
water preheating	25 - 85 °C		

IS 2 : IAA / Niveau des procédés: Le mois de Juin affecte le profil de la demande

	Profile in % of the annual demand (in sum 100%)												
monthly consumption %	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dez	Sum
	10	10	9	8	8	6	6	6	8	9	10	10	100

Profils horaire et journalier: Constants



IS 2 IAA: comparé au cas IS 1, la viabilité économique est similaire (SPP > 11 ans) (mieux cas)

14

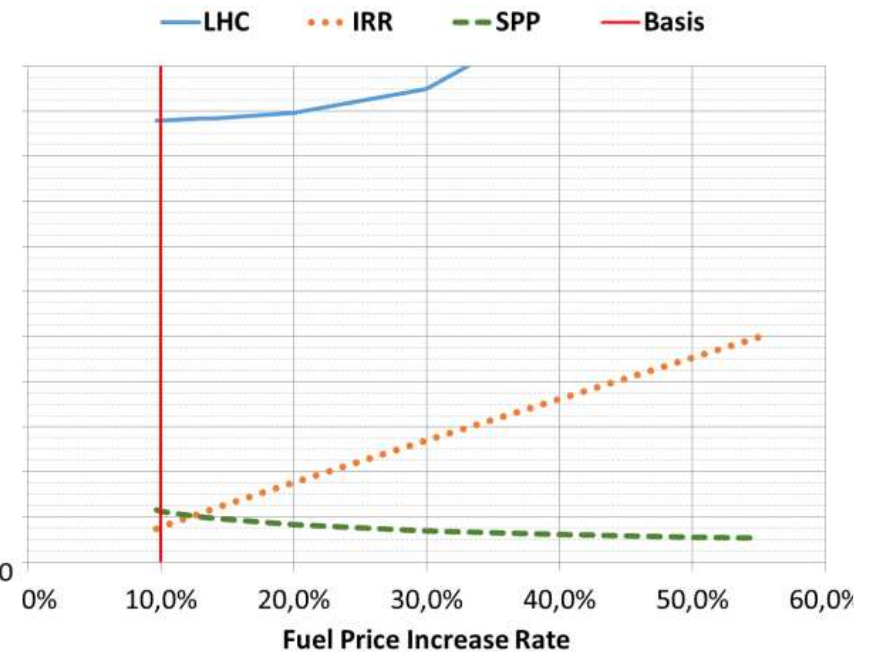
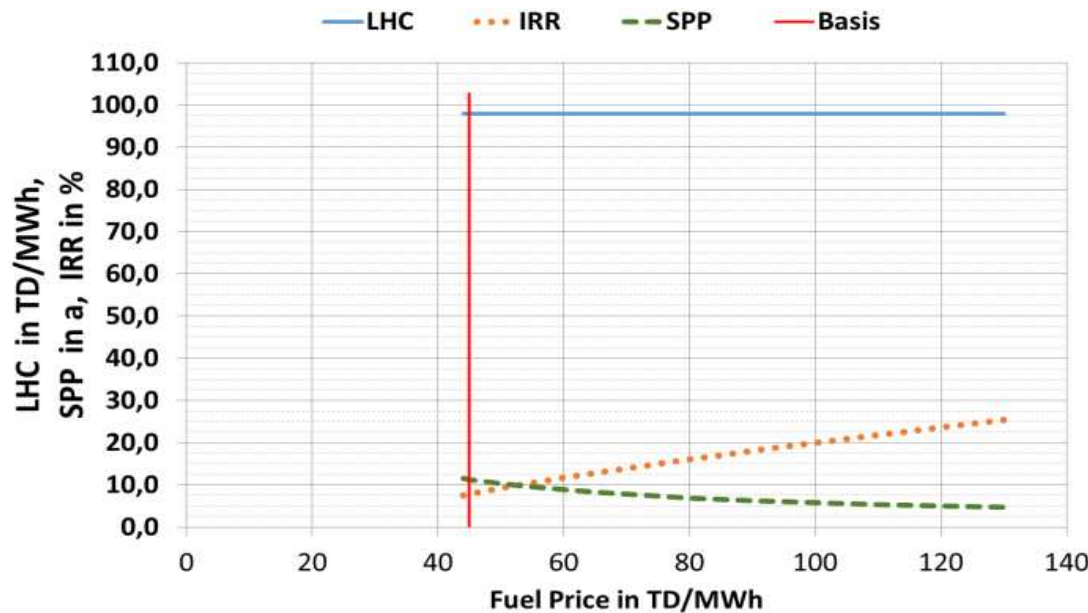
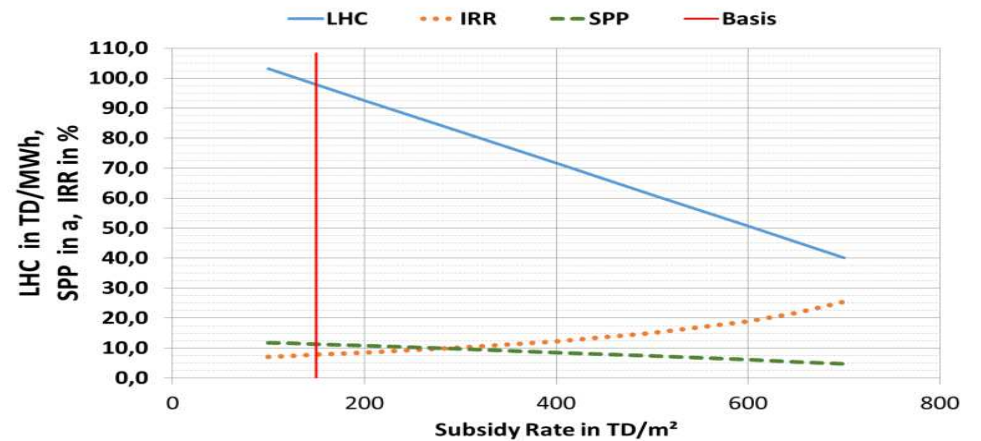


Location	Type	Fuel	Area [m ²]	LHC [TD/MWh]	NPV [TD]	IRR [%]	DPP [y]	SPP [y]
Sfax	FPC	HF	500	97,3	-5.677	7,9	20,4	11,2
Tunis	FPC	HF	1000	114,6	-149.904	5,8	26,9	12,9
Tunis	CPC	HF	1000	115,2	-182.553	5,8	27,1	13,0

IS 2 IAA: Temps de retour <10 ans Sous quelles conditions?



- A **SFAX FPC** comparé au Fioul lourd



Matrice de rentabilité pour les cas du secteur industriel (IS)

16



ID	Case	Demand	Temp. Level	Location	Type	Fuel	Area [m ²]	LHC [TD/MWh]	NPV [TD]	IRR [%]	DPP [y]	SPP [y]
IS2	Food	Hot water for CIP-process	25°C -85°C	Sfax	FPC	HF	500	97,3	-5.677	7,9	20,4	11,2
IS2	Food	Hot water for CIP-process	25°C -85°C	Tunis	FPC	HF	1000	114,6	-149.904	5,8	26,9	12,9
IS2	Food	Hot water for CIP-process	25°C -85°C	Tunis	CPC	HF	1000	115,2	-182.553	5,8	27,1	13,0
IS1	Food	Feed water preheating	45°C-105°C	Sfax	CPC	NG	1050	115,7	-297.500	4,4	33,8	14,3
IS1	Food	Feed water preheating	45°C-105°C	Tunis	CPC	NG	1050	133,2	-411.941	2,8	47,9	16,1
IS4	Bricks	Air heating	60°C-120°C	Tunis	CPC	NG	4800	111,9	-1.493.388	2,2	57,4	16,9
IS4	Bricks	Air heating	60°C-160°C	Sfax	LFC	NG	11000	109,6	-4.420.916	1,6	69,8	17,8
IS4	Bricks	Air heating	60°C-160°C	Tunis	LFC	NG	9900	128,1	-4.872.150	< 0	> 100	21,0
IS3	Textile	Steam generation	90°C-165°C	Sfax	LFC	NG	4400	174,4	-2.562.554	< 0	> 100	21,4
IS1	Food	Feed water preheating	45°C-105°C	Tunis	LFC	NG	1980	181,6	-1.339.295	< 0	> 100	24,1
IS3	Textile	Steam generation	90°C-165°C	Tunis	LFC	NG	4400	208,4	-3.028.975	< 0	> 100	26,3
IS3	Textile	Steam generation	90°C-165°C	Tunis	CPC	NG	10000	326,9	-2.934.541	< 0	> 100	39,0

- Tous les cas ne sont pas économiquement viable.
- Le niveau de température détermine la viabilité.
- Haut niveau de température ($T_{\text{mean}} > 80^{\circ}\text{C}$) implique une importante subvention ($\geq 700 \text{ TD/m}^2$)

Merci Pour Votre Attention