

ÉNERGIES RENOUVELABLES



B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

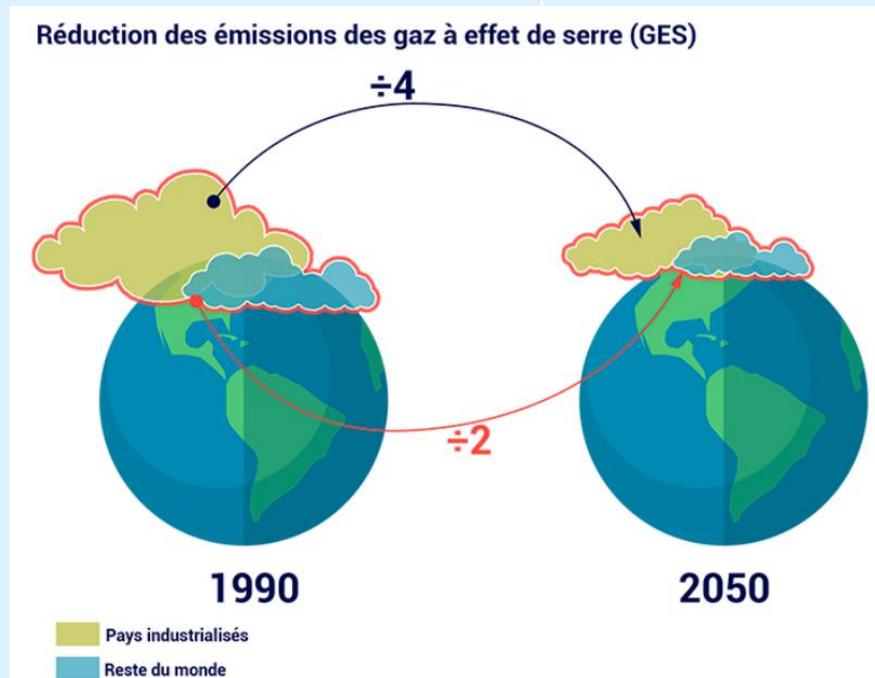
La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) est un enjeu majeur pour lutter contre

Le changement Climatique

Réduire de moitié les émissions de GES d'ici 2050 par rapport à 1990

L'énergie renouvelable est un moyen efficace de réduire les émissions de gaz

Préservation des ressources naturelles



B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Sources des énergies renouvelables

La crise énergétique au Liban

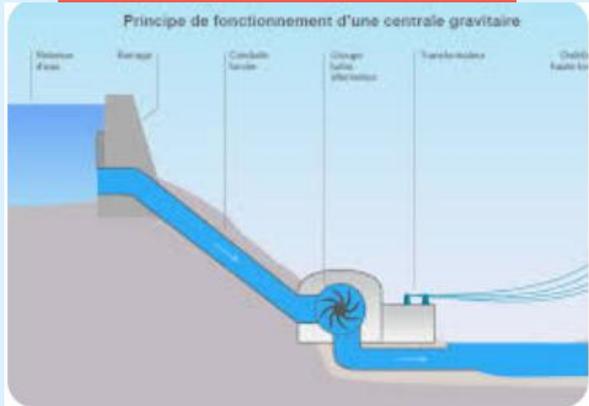
**Exigence d'une solution
exécutable, écologique et
durable**



B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Sources des énergies renouvelables

ÉNERGIE DE L'EAU



ÉNERGIE SOLAIRE



ÉNERGIE ÉOLIENNE



Exploiter les **énergies renouvelables** est essentiel pour contribuer à la **neutralité carbone**

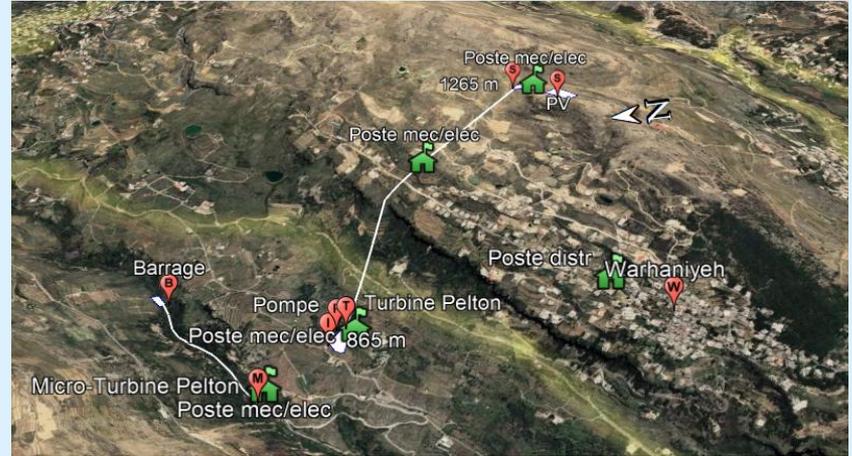
B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

L'électricité de l'énergie renouvelable



B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Project hydroélectrique pour Warhaniey



- Le château d'eau du Moyen-Orient
- Richesse largement inexploitée
- Le plus faible investissement dans le domaine de l'hydraulique
- L'hydroélectricité représentait 69% de la production totale

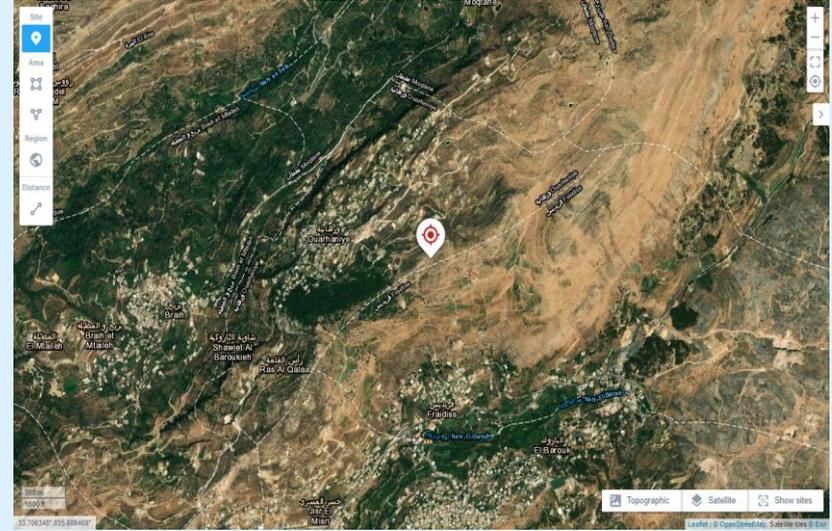
B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Project hydroélectrique pour Warhaniey

Cahier de charges

Warhaniyeh	350 unités de logement	Altitude : 700 à 1350 m	Sources d'eau voisines	Ensoleillement important	
	EDL	Générateur Diesel	Sans électricité	Besoin total	
Electricité	1 – 2 hrs/jr Insuffisante	5 – 7 hrs/jr couteuses 10 A – 10\$ + 0.55 \$/KWH polluant	15 – 18 hr/jr	385 KW	
Problème	Crise économique	Absence d'énergie électrique	Sources renouvelables inexploitées	Crise énergétique mondiale	
Solution Ecologique- économique et durable	Sys. Hybride (pourcentage varie selon les saisons)	PV Jour ~50%	Hydro Nuit ~50%	Stockage hydro (sys. Mois dépendant des cond météo)	<ul style="list-style-type: none"> • Micro-hydro • Débit rivière naturelle • Jour et nuit
Bilan 24hr/jr – 10 A	Economie (80 % << Générateur Diesel)	Ecologie Pas démission CO2	Durée de vie 30 ans Maintenance simple	Création d'emploi	Plus efficace en cas de connexion au réseau nationale

Panneaux solaires a Warhaniey



Intérêts environnementaux, production n'émettent pas ou très peu de CO₂.

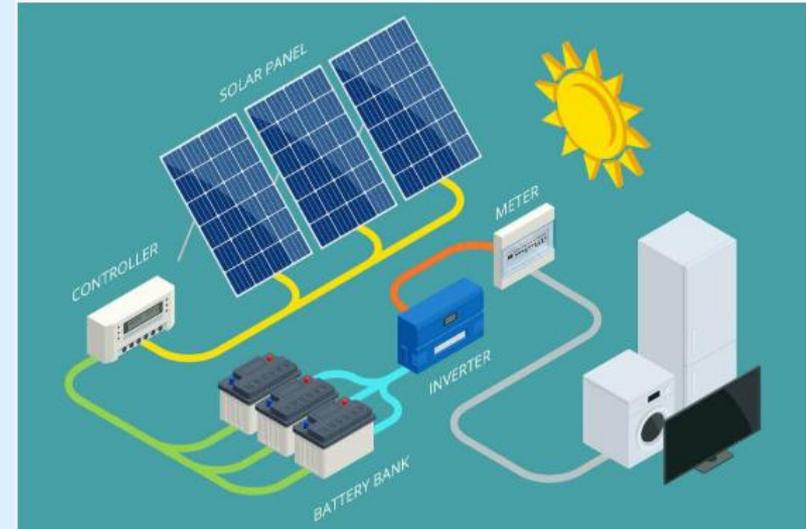
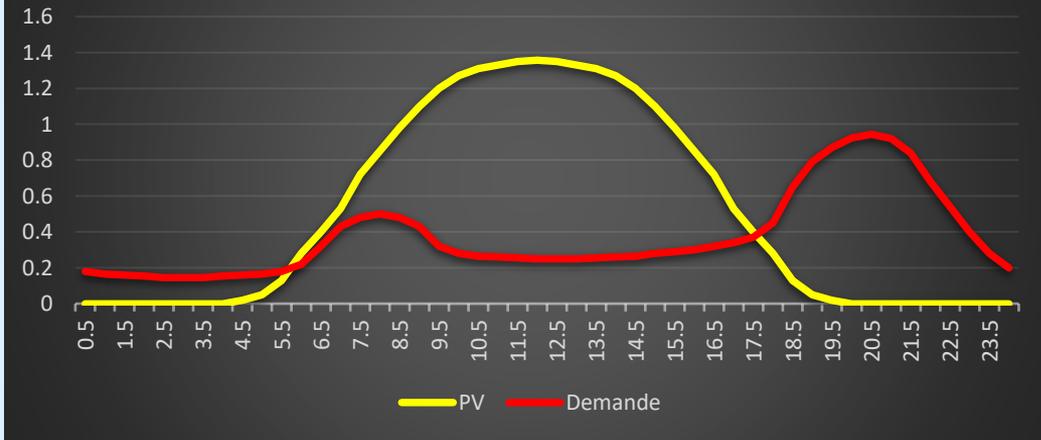
B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Production et demande

ÉNERGIE SOLAIRE

Profiter de l'excès comme stockage

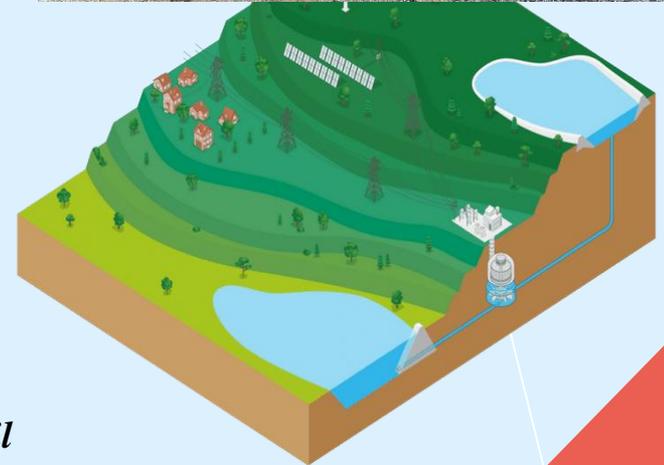
Consommation et Production électrique



B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Batterie naturelle

- Stockage massif et longue durée
- Technologie mature et éprouvée
- Rendement élevé (environ 75 à 85 %)
- Complément idéal pour les énergies renouvelables intermittentes
- Stabilisation du réseau électrique
- Stockage des excédents solaires en journée pour une utilisation nocturne
- Sécurité énergétique sans émissions de CO₂



B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

L'intérêt du pompage



Hydroélectricité

**Emmagasiner l'énergie
Durant la Journée**

Production et demande

ÉNERGIE SOLAIRE

Profiter de l'excès en pompant l'eau du bas en haut

Average hourly profiles

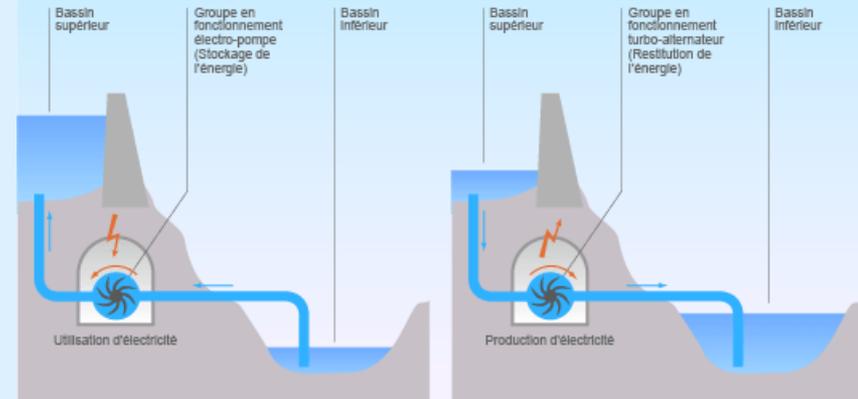
Total photovoltaic power output [kWh]

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5					1	2	0					
5 - 6			0	14	39	37	30	14	3	0		
6 - 7	0	4	48	131	179	179	159	151	142	94	26	1
7 - 8	100	141	229	309	368	379	362	361	368	329	249	129
8 - 9	266	296	392	475	531	549	541	548	553	506	424	316
9 - 10	366	427	549	694	850	869	872	881	880	836	545	428
10 - 11	432	502	624	852	1015	1029	1044	1056	1058	882	594	474
11 - 12	447	500	601	846	1015	1029	1044	1056	1058	882	594	477
12 - 13	420	467	564	819	1000	1015	1031	1046	1052	890	620	442
13 - 14	380	424	511	752	907	923	940	956	972	800	544	377
14 - 15	307	347	424	550	702	719	737	754	772	611	423	291
15 - 16	194	241	294	414	555	574	594	615	636	481	323	210
16 - 17	22	85	140	260	406	427	449	472	495	347	217	140
17 - 18					2	5	6	0				
18 - 19												
19 - 20												
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	2,934	3,434	4,388	4,945	5,547	5,853	5,935	5,847	5,457	4,626	3,867	3,080

Principe de fonctionnement d'une centrale STEP (Station de Transfert d'Énergie par Pompage)

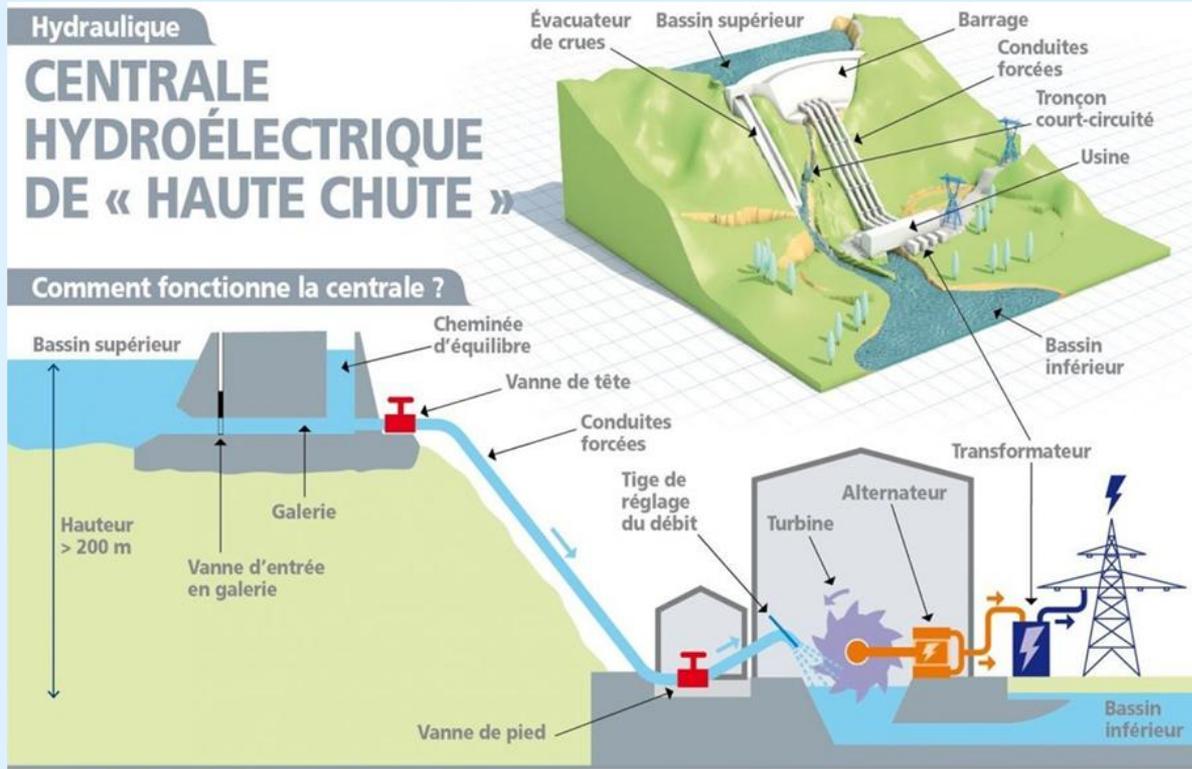
Phase de stockage d'énergie

Phase de restitution d'énergie



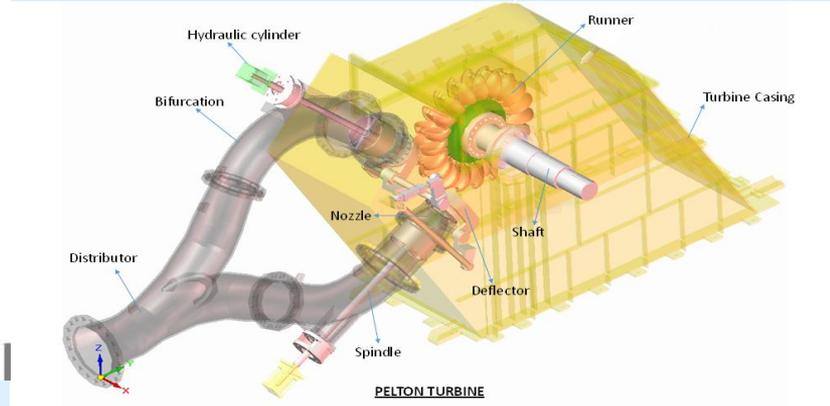
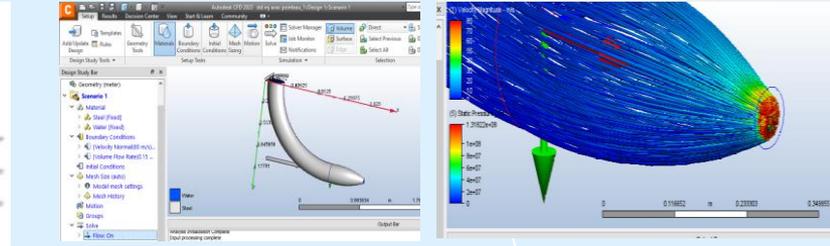
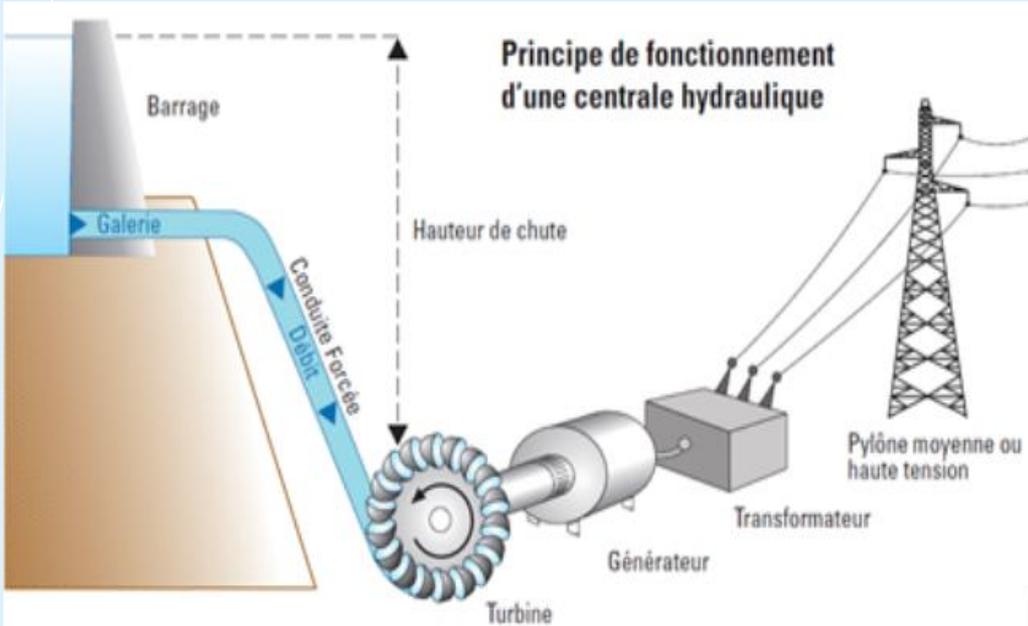
B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Centrale Hydro-Electrique



B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

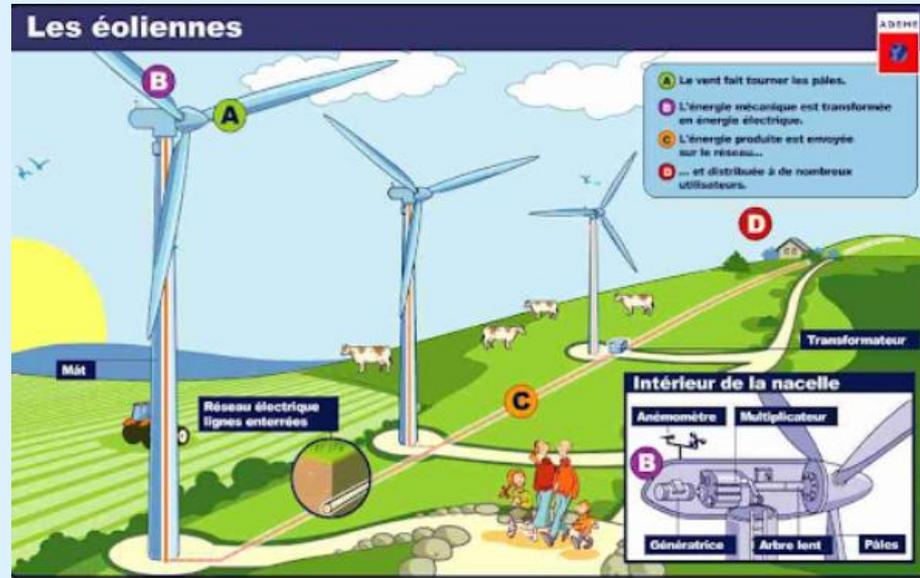
Centrale Hydro-Electrique



Production Hydroélectrique

B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Systeme éolienne efficace en hiver



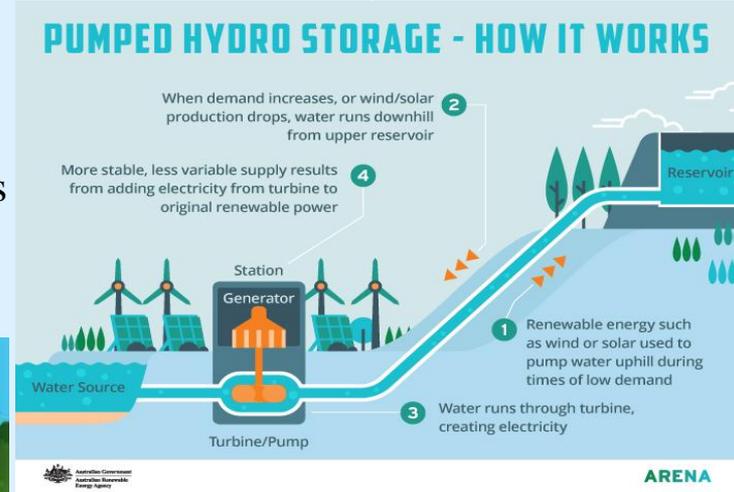
Production d'électricité avec un système éolien

Pilotage intelligent

Surveiller en temps réel la production et la consommation
(ensoleillement, vent)

Équilibrer le réseau électrique pour éviter coupures et surcharges

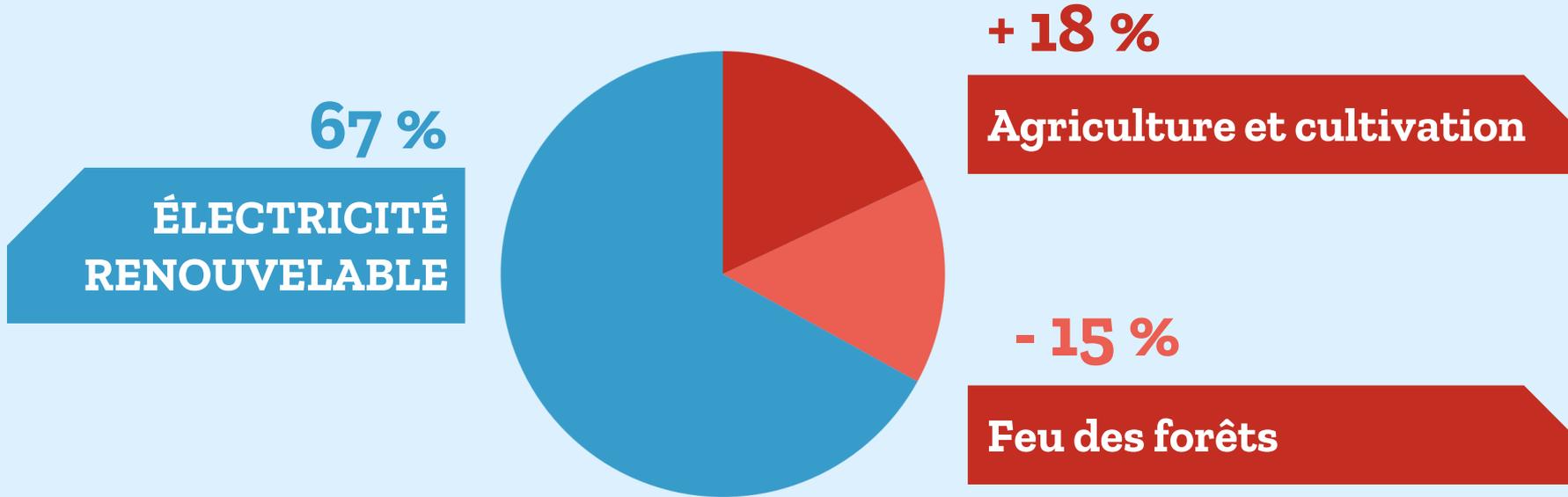
Optimisation de la consommation selon les prix



Intégration du stockage (batteries, STEP) pour lisser les pics de production

B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

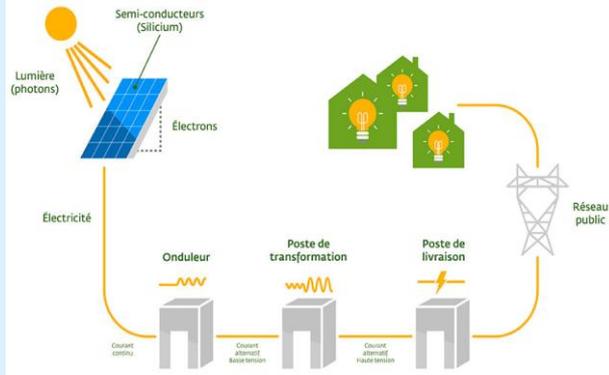
Avantage du Projet



Créer une valeur ajoutée en soutenant la transition énergétique vers une économie plus verte et plus résiliente.

B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Avantage du Project



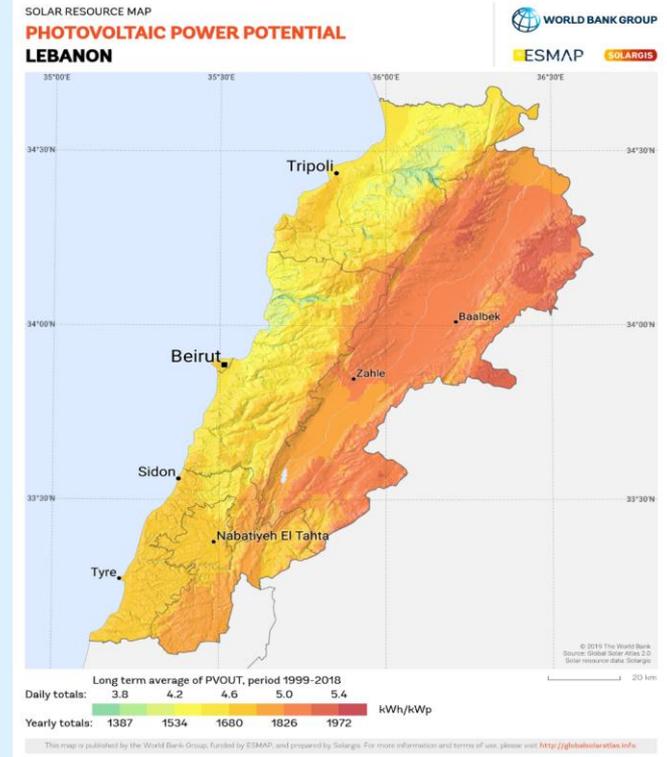
B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

Budget du Project

Unité	Prix (\$)
Turbine Pelton et éolienne	150.000
Pompe	30.000
Conduites	20.000
Bassin amont	10.000
Bassin aval	10.000
Panneaux PV	50.000
Câblages et mises en œuvres	40.000
Onduleurs et transformateurs	50.000
Total	360.000

Un investissement pendant 3 ans peut **recupérer son capital en quelques années**

Perspective



B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil

**Merci pour
votre
attention**

B. MAHMOUD Juin 2025
Chef Département Génie Civil