



DIRECTIVES POUR LES CONTRÔLES ET LES ANALYSES ÉNERGÉTIQUES DANS LES SERVICES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT

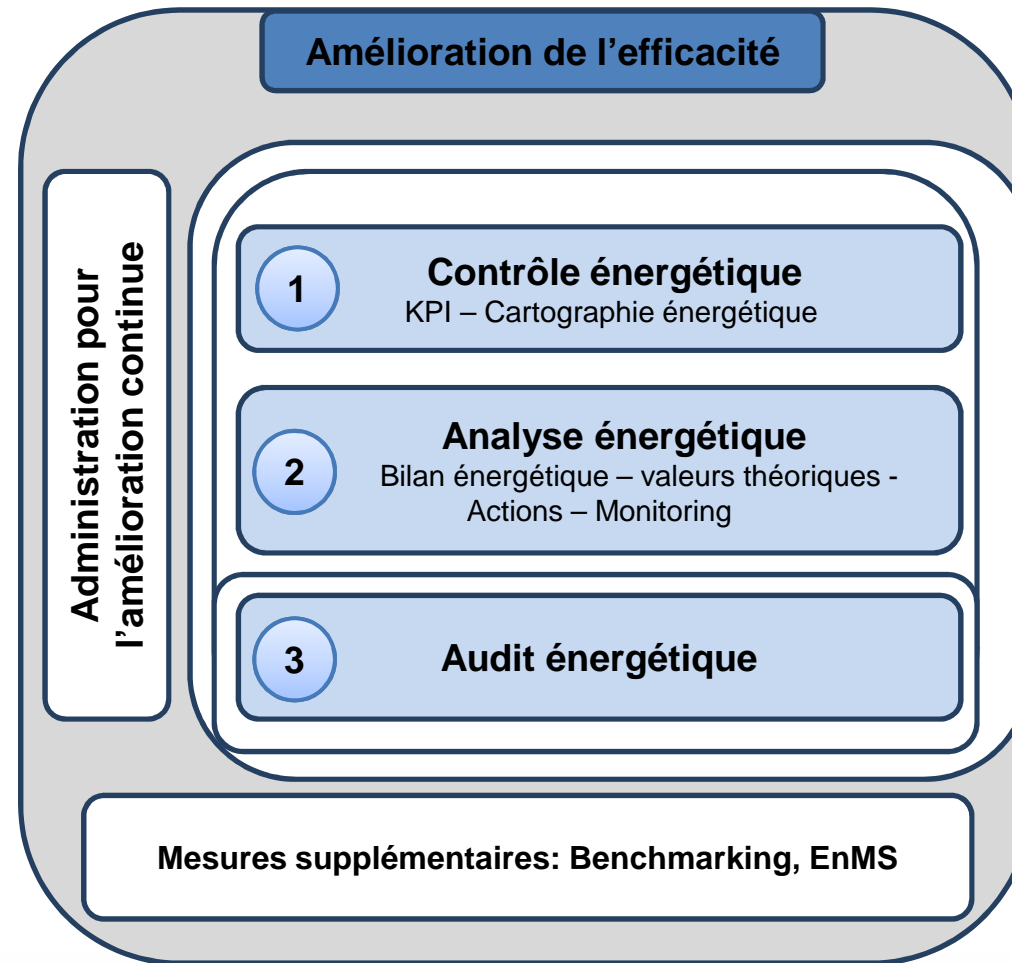


Dans le cadre du programme “ACWUA-WANT” : Renforcement du secteur d’eau dans la région MENA à travers de réseaux régionaux et formation

Partenaires de projet : ACWUA, GIZ, TUTTAHS & MEYER, aquabench



VUE GLOBALE – VERS L'EFFICIENCE ÉNERGÉTIQUE





VERS L'EFFICIENCE ÉNERGÉTIQUE

1. Contrôle énergétique

- Découvrir les tendances en efficacité énergétique
- Déterminer les composantes d'haute priorité (Cartographie énergétique)
- ➔ Quelques indicateurs de performance essentiels très simples
- Devrais être implémenter chaque année par les opérateurs des installations

2. Analyse énergétique (incluant le contrôle énergétique)

- Plus en détail
- Considère les travaux de construction, le processus, l'équipement, mode d'opération et l'état de maintenance
- Prend en compte des lacune et défaillance identifiées

3. Système de gestion énergétique (EnMS) et Benchmarking

Directives

Mesures suivantes optionnelles



EXIGENCES POUR CONTRÔLE ET ANALYSE ÉNERGÉTIQUE

À déterminer:

- Personne/équipe responsable et directeur du projet
- Installations à examiner
- Période d'évaluation
- Sources d'énergie qui entrent et sortent des délimitations locales et temporels (converti en énergie électrique)



KPI pour CONTRÔLE ÉNERGÉTIQUE – DONNÉES NÉCESSAIRES

Données nécessaires pour le calcul des indicateurs de performances essentiels

Approvisionnement en eau:

- **Pression (h)**
- Quantité d'eau prélevée [m^3/a]
- Consommation totale en énergie des installations [kWh/a]
- Consommation totale en énergie des stations de pompage d'eau pure [kWh/a]
- Consommation totale en énergie de toutes les autres stations de pompage [kWh/a]
- Production d'énergie des stations de production combinées de chaleur et d'électricité (CPH) [kWh/a]
- Production totale en énergie d'autres sources d'énergie [kWh/a]

Assainissement:

- Nombre total des habitants et équivalent-habitant [PT]
- Consommation totale en énergie de l'installations [kWh/a]
- Consommation totale en énergie de l'aération [kWh/a]
- Production d'énergie des stations de production combinées de chaleur et d'électricité (CPH) [kWh/a]
- Production totale en énergie d'autres sources d'énergie [kWh/a]



KPI pour CONTRÔLE ÉNERGÉTIQUE – DÉTERMINATION

Water Supply

Calculations

1 specific power consumption per facility	[kWh/(m ³)]
2 specific power consumption pure water pumping station	[kWh/(m ³ · m)]
3 specific power consumption of every other pumping station	[kWh/(m ³ · m)]
4 level of self-supply electricity	[%]

$e_{sp} = E/Q$
$e_{sp} = E/Q/h$
$e_{sp} = E/Q/h$
$V_{SSE} = (E_{EP}/E) \cdot 100$

E = power consumption per year [kWh/a]

Q = amount of water per year [m³/a]

h = manometric head [m]

E_{EP} = total energy production per year [kWh/a]

Waste Water Treatment

Calculations

1 specific power consumption per facility	[kWh/(PT · a)]
2 specific power consumption aeration	[kWh/(PT · a)]
3 level of self-supply electricity	[%]
4 specific power consumption of pump stations	[kWh/(m ³ · m)]

$e_{sp} = E/PT_{BOD,60}$
$e_{sp} = E_A/PT_{BOD,60}$
$V_{SSE} = (E_{EP}/E) \cdot 100$
$e_{sp} = E/Q/h$

E = total power consumption per year [kWh/a]

PT_{BOD,60} = total number of population equivalents [PT]

E_A = power consumption of the aeration per year [kWh/a]

E_{EP} = total energy production per year [kWh/a] (CHP and other energy sources)

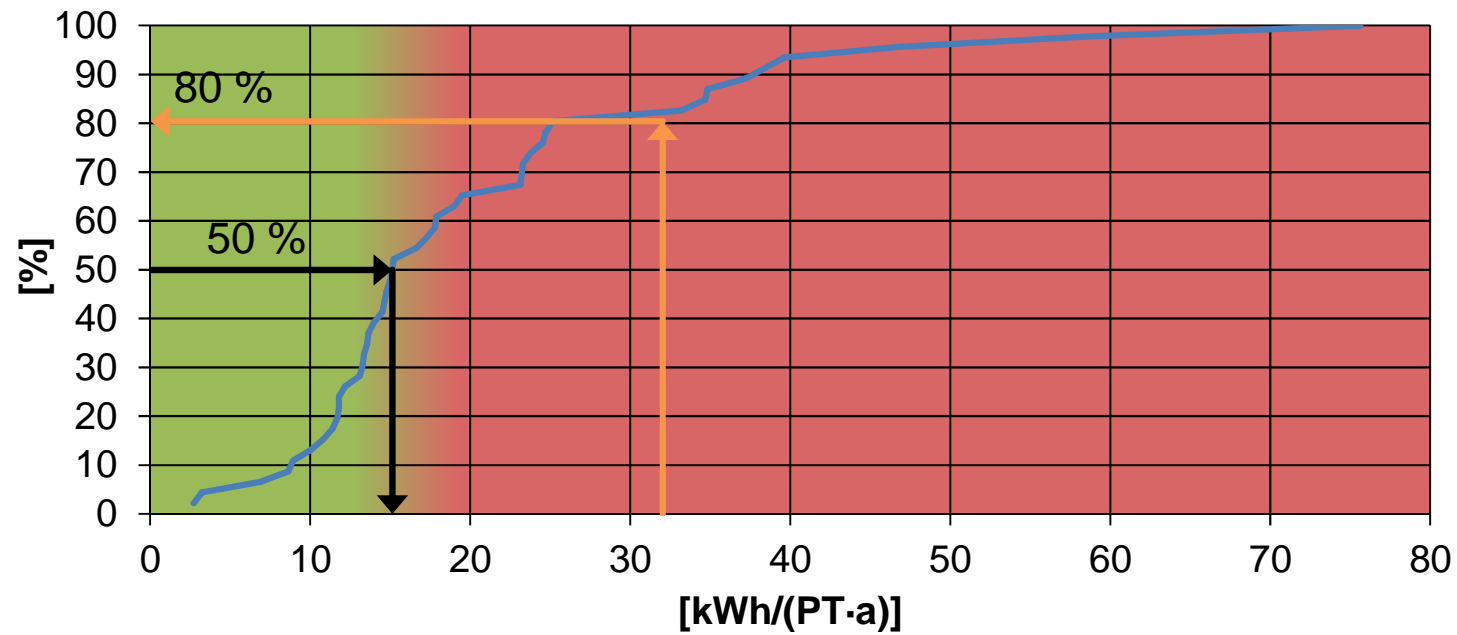
Q = amount of water per year [m³/a]

h = manometric head [m]



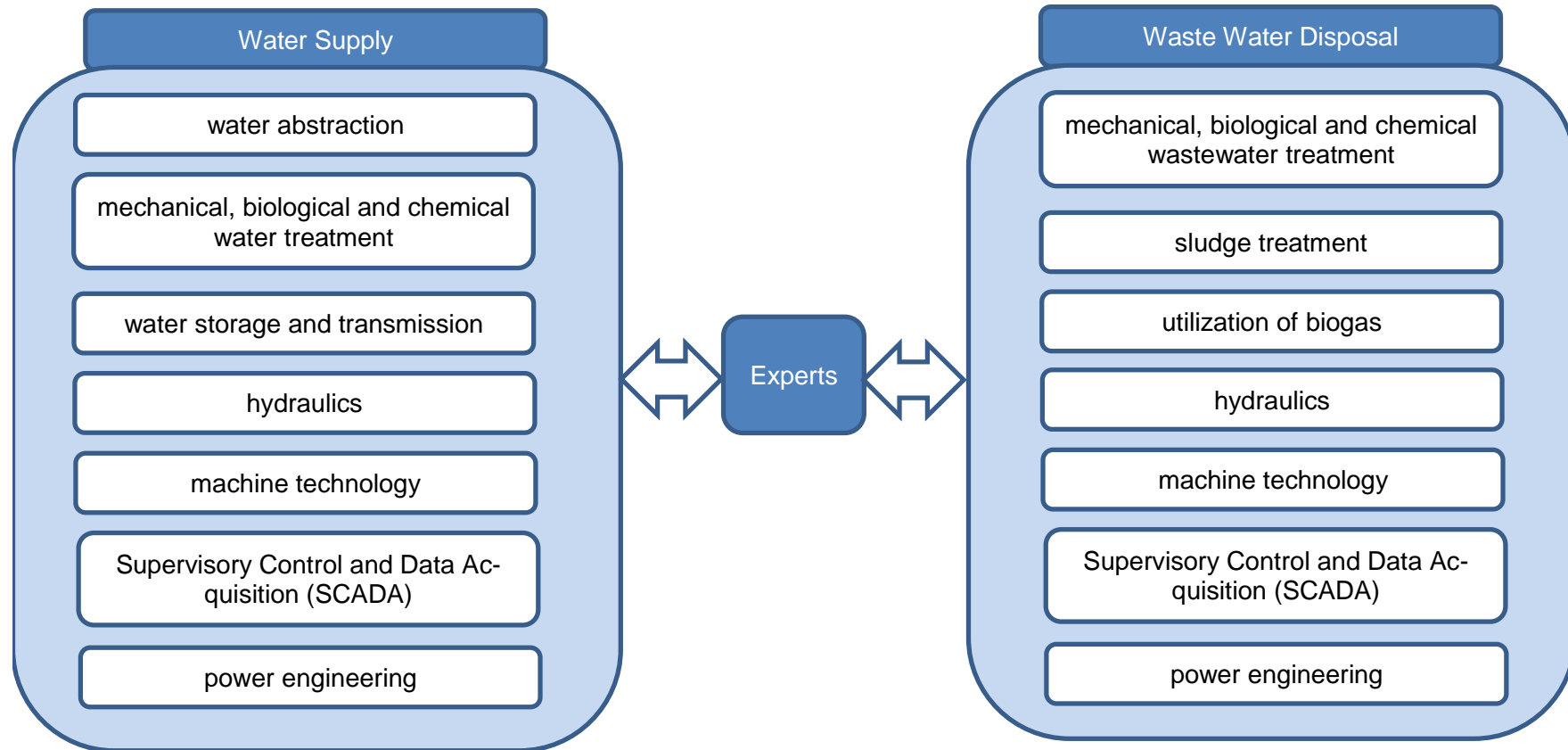
KPI pour CONTRÔLE ÉNERGÉTIQUE – DÉTERMINATION

specific power consumption aeration





ANALYSE ÉNERGÉTIQUE – EXPERTS REQUIS



Il faut une équipe de plusieurs experts de différents domaines ainsi qu'une bonne coopération avec les opérateurs des installations!



ANALYSE ÉNERGÉTIQUE – BILANG ÉNERGÉTIQUE

Détermination de la consommation d'énergie de toutes les machines importantes

En cas d'existence de mesures d'ampérage

$$E = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot t$$

E = consommation en énergie [kWh/a]

I = ampérage [A]

t = heures d'opération [h/a]

U = voltage mesuré de phase à phase [kV]

cos ϕ = facteur de puissance [-]

Estimation de consommation en énergie (sans mesures d'ampérage)

$$E = P \cdot t \cdot (0.7 \text{ to } 0.9)$$

P = puissance installée

t = temps d'opération

Consommation en énergie des stations de pompage:

$$E = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h / (\eta_p \cdot 3,600,000)$$

E = consommation en énergie [kWh/a]

ρ = densité [kg/m³]

h = hauteur manométrique [m]

Q = Quantité d'eau par année [m³/a]

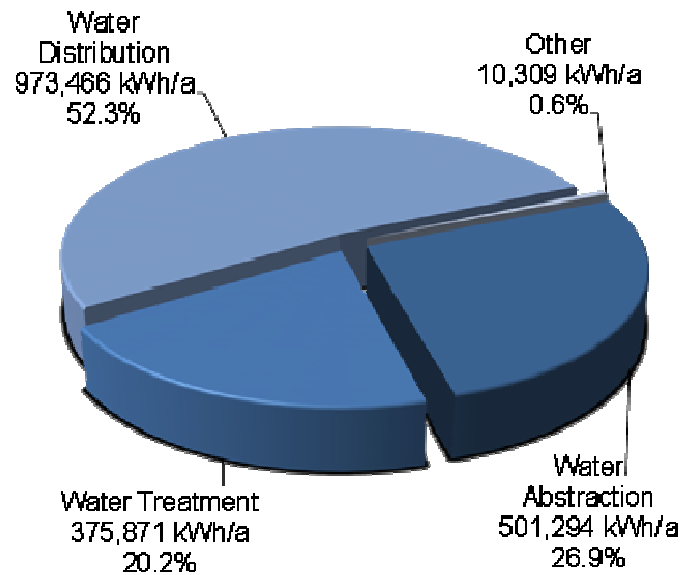
g = gravitation [m/s²]

η_p = efficacité de pompe [%]

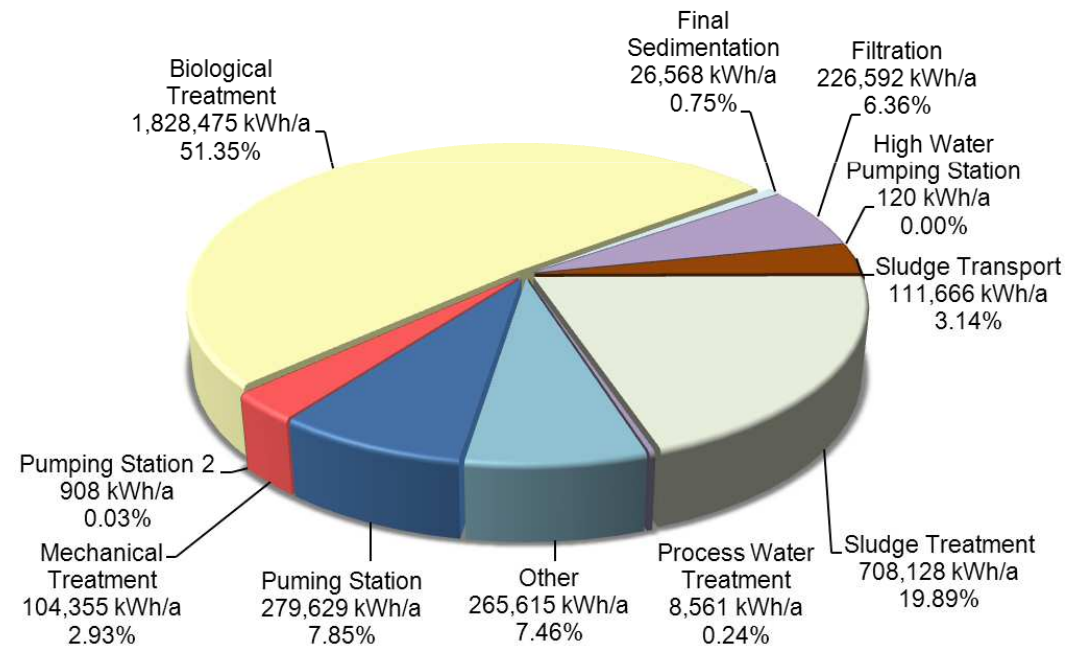


ANALYSE ÉNERGÉTIQUE – exemples d'un diagramme circulaire (Pie Chart)

Approvisionnement en eau



Assainissement





ÉVALUATION DU BILAN D'ÉNERGIE - EXEMPLE

Listé dans
l'annexe

No.	Machine	Absolut power consumption [KWh/a]	Percentage [%]	Specific power consumption [kWh/(PT-a)]	Theoretical Value [kWh/(PT-a)]	Difference [kWh/(PT-a)]
1	pumping station	92,000	16%	6.1	4.5	1.6
	pump 1	12,000		0.8	0.5	0.3
	pump 2	30,000		2.0	1.5	0.5
	pump 3	50,000		3.3	2.5	0.8
2	screen	28,000	5%	1.9	1.3	0.6
	screen 1	8,000		0.5	0.3	0.2
	screen 2	20,000		1.3	1.0	0.3
3	biological tank	310,000	54%	20.7	13.0	7.7
	aeration	250,000		16.7	10.5	6.2
	stirrer	60,000		4.0	2.5	1.5
4	final sedimentation	9,000	2%	0.6	0.6	0.0
	scraper	9,000		0.6	0.6	0.0
5	sludge treatment	120,000	21%	8.0	7.0	1.0
	thickening	15,000		1.0	0.5	0.5
	digestion	60,000		4.0	3.5	0.5
	dewatering	45,000		3.0	3.0	0.0
7	infrastructure	15,000	3%	1.0	0.5	0.5
	power consumption of building	6,000		0.4	0.2	0.2
	cooling of buildings	9,000		0.6	0.3	0.3
	total energy consumption	574,000	100%	38.3	26.9	



ANALYSE D'EFFICIENCE ÉCONOMIQUE DES ACTIONS

➤ **Calcul des coûts annuels:**

$$\text{Coûts annuels} = I_{\text{Invest}} \cdot i \cdot (1 + i)^n / [(1 + i)^n - 1]$$

I_{Invest} = coûts d'investissement

i = moyenne pondérée des coûts du capital

n = période de dépréciation

➤ **Calcul des facteurs coûts/avantage des coûts et des avantages annuels**

➤ **Facteur inférieur à 1 → l'action est évaluée comme étant économique**

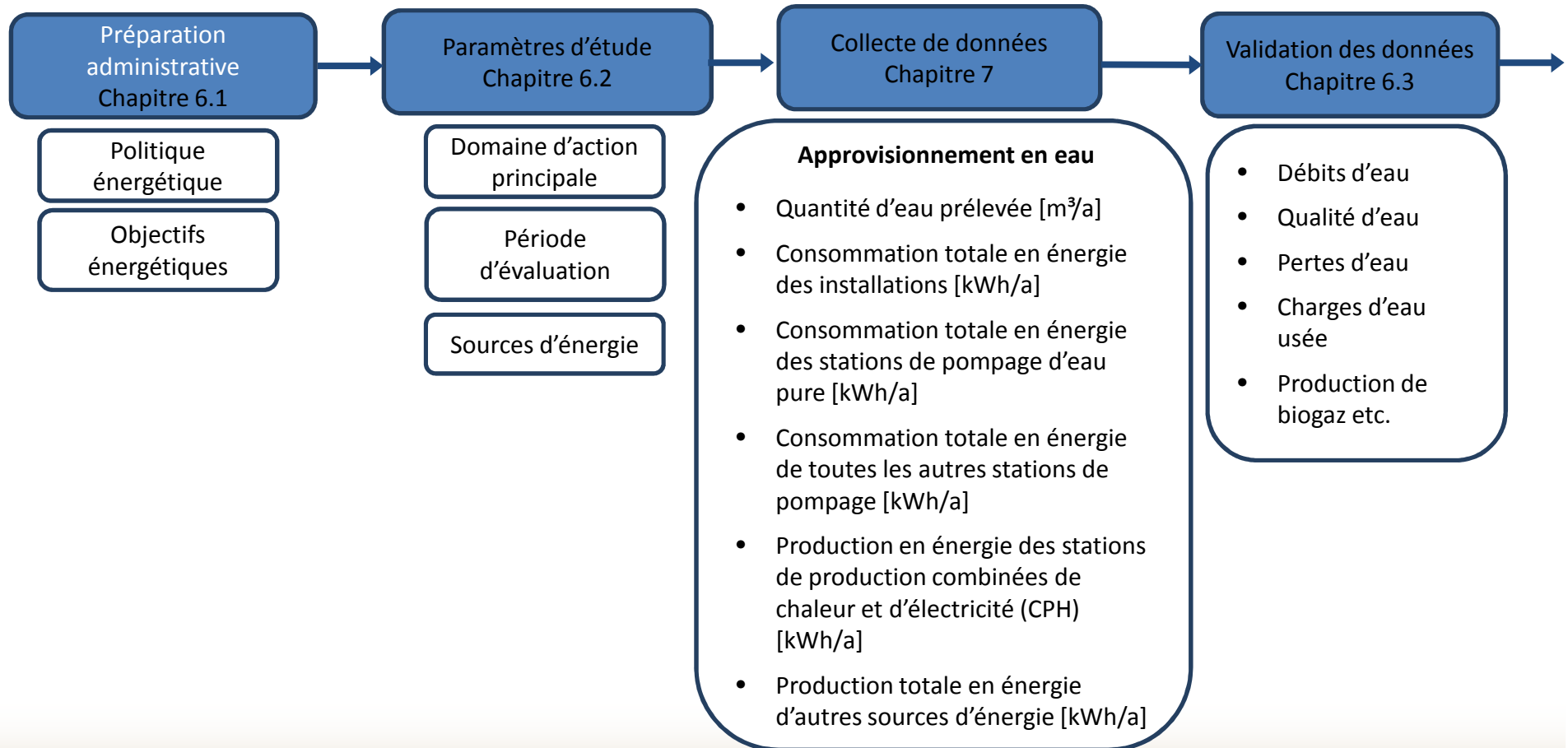


ANALYSE D'EFFICIENCE ÉCONOMIQUE DES ACTIONS - ÉXAMPLE

No.	action	energy saving potential electricity	energy saving potential heat	investment cost	cost/benefit factors	prioritisation
operating actions						
O01	backwash time of the filtration	11,000 kWh/a	0 kWh/a	\$1,000.00	0.05	direct action
O02	optimize exhaust air treatment	5,000 kWh/a	0 kWh/a	\$2,000.00	0.23	short-term action
O03	LED-Lighting	3,000 kWh/a	0 kWh/a	\$9,000.00	1.76	long-term action
O04	ventilation with frequency drive	2,000 kWh/a	0 kWh/a	\$2,000.00	0.59	short-term action
process actions						
P01	new sludge dewatering	100,000 kWh/a	0 kWh/a	\$90,000.00	0.53	short-term action
P02	change blower	200,000 kWh/a	0 kWh/a	\$80,000.00	0.23	short-term action
P03	change pumps	50,000 kWh/a	0 kWh/a	\$35,000.00	0.41	short-term action
P05	anaerobic sludge treatment	1,000,000 kWh/a	0 kWh/a	\$1,500,000.00	0.88	long-term action
P06	CHP	500,000 kWh/a	600,000 kWh/a	\$150,000.00	0.18	long-term action
actions with renewable energies						
E01	windpower	350,000 kWh/a	0 kWh/a	\$520,000.00	0.87	short-term action
E02	photovoltaics	80,000 kWh/a	0 kWh/a	\$70,000.00	0.51	short-term action
E03	hydro power	40,000 kWh/a	0 kWh/a	\$30,000.00	0.44	short-term action

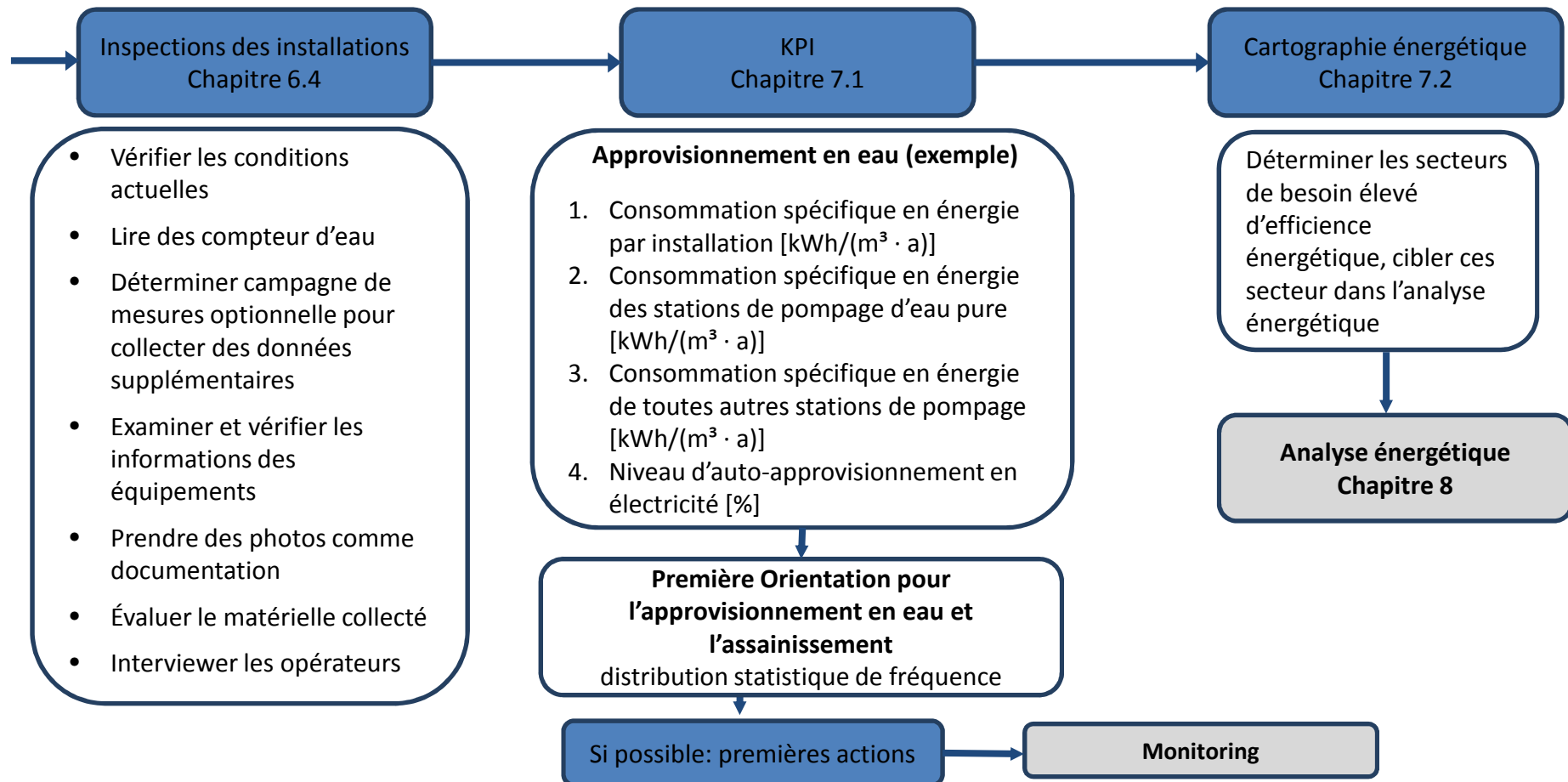


PLAN D'OPÉRATION - CONTRÔLE ÉNERGÉTIQUE (Chap. 6 et 7)



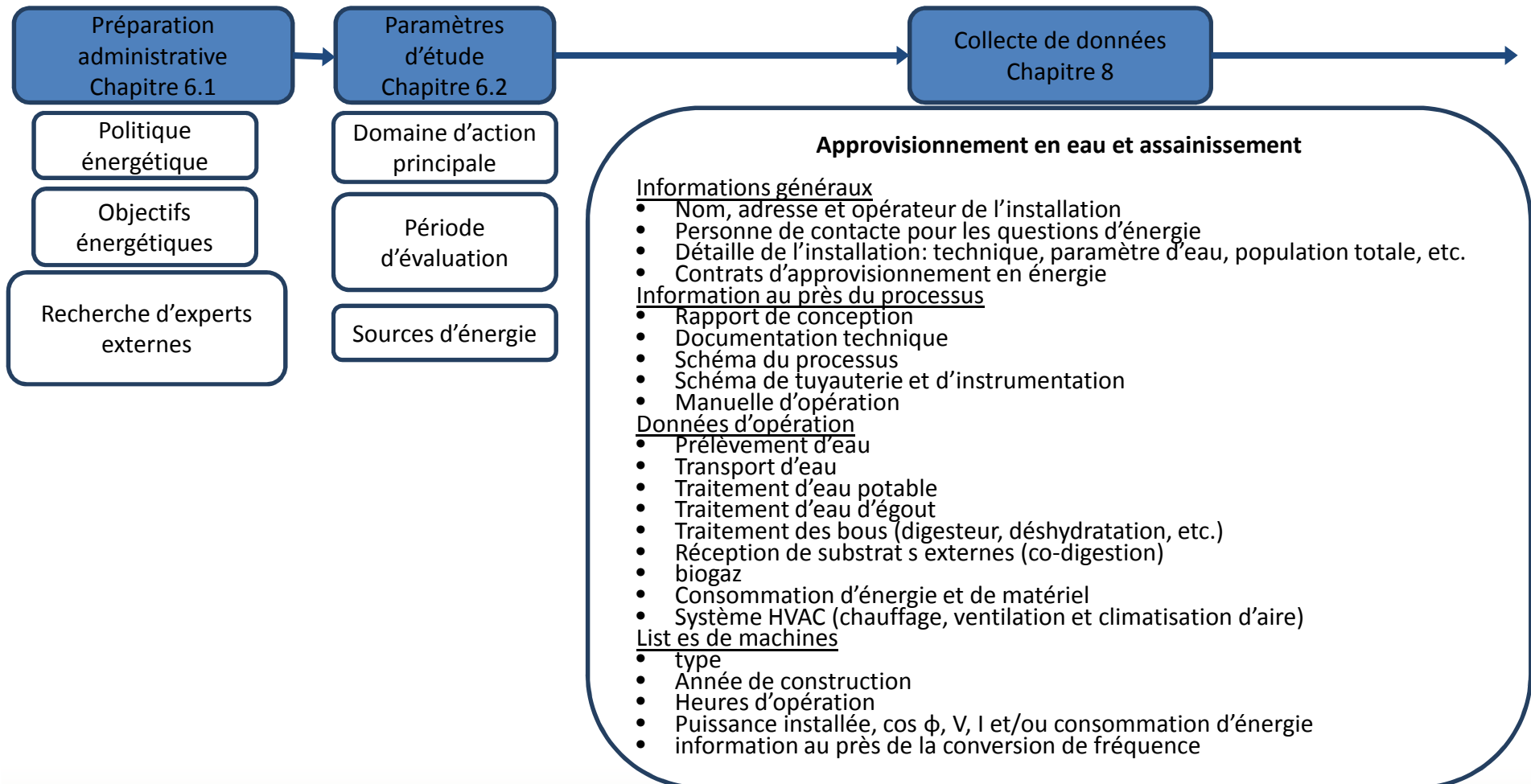


PLAN D'OPÉRATION - CONTRÔLE ÉNERGÉTIQUE (Chap. 6 et 7)



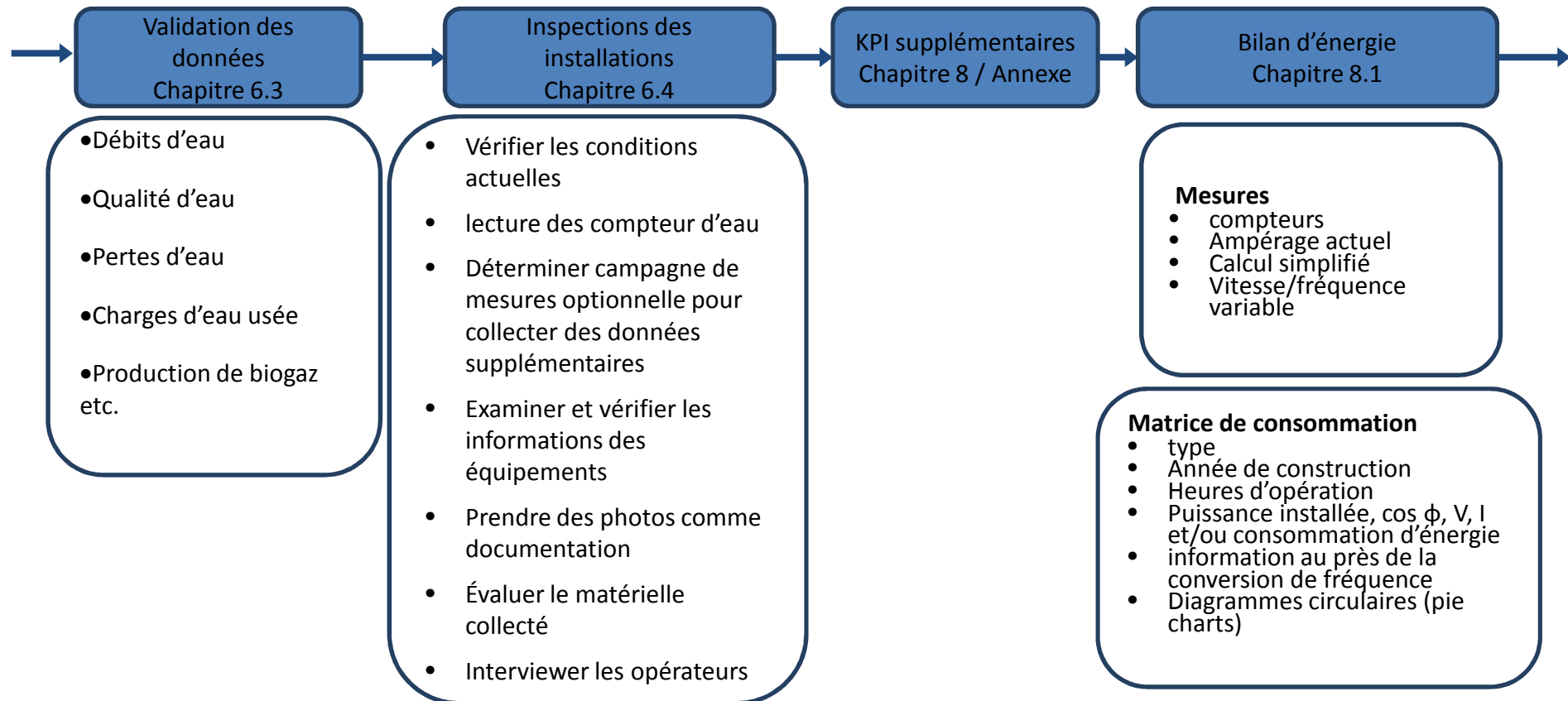


PLAN D'OPÉRATION – ANALYSE ÉNERGÉTIQUE (Chapitre 6 et 8)



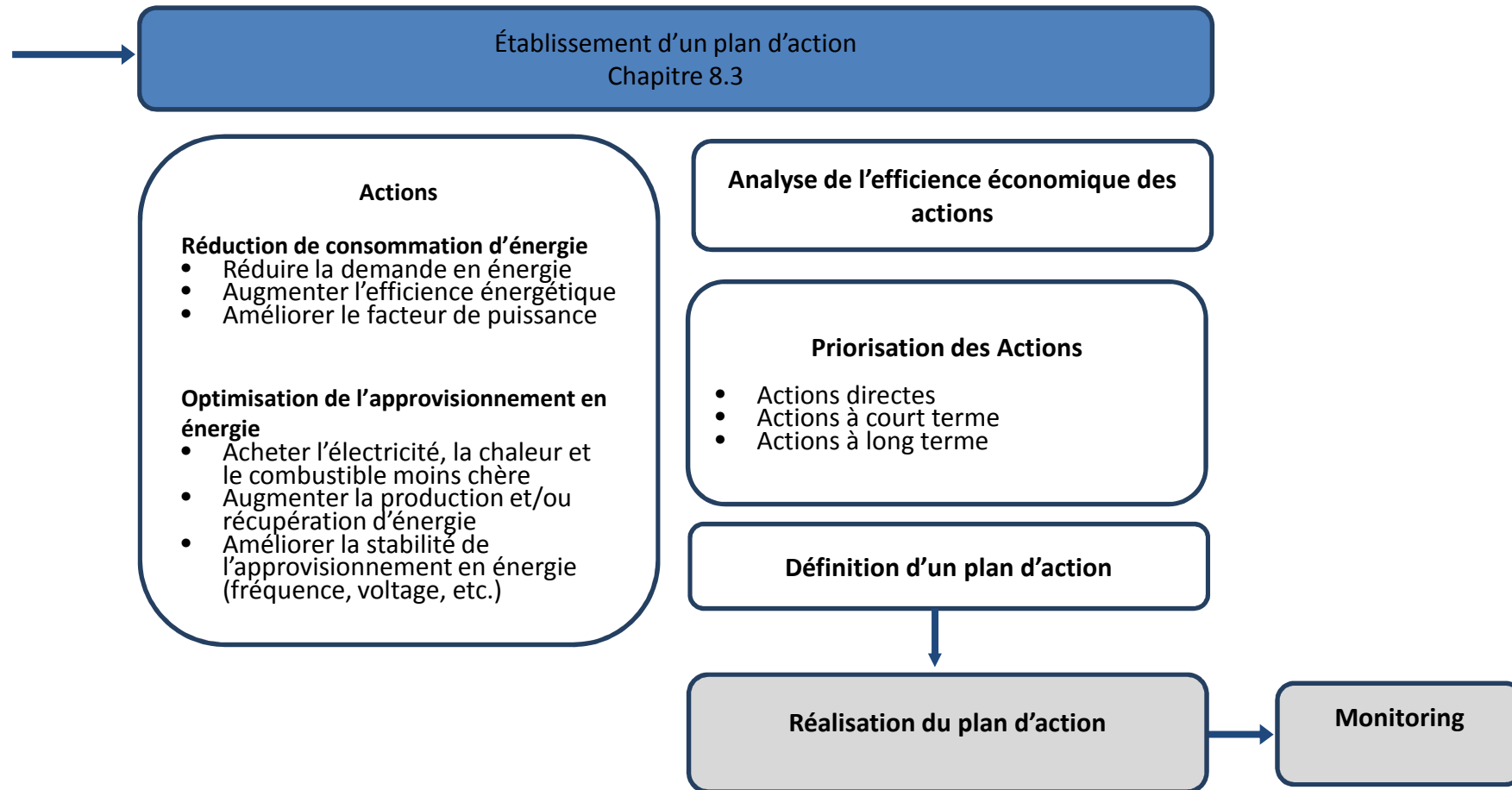


PLAN D'OPÉRATION – ANALYSE ÉNERGÉTIQUE (Chapitre 6 et 8)





PLAN D'OPÉRATION – ANALYSE ÉNERGÉTIQUE (Chapitre 6 et 8)





POSSIBLES DIFFICULTÉS ET SOLUTIONS

Difficultés d'exécution	Solution possible
Manque d'expertise	Programme de renforcement des capacités dans l'entreprise (entraînement interne du personnel)
	Exécuter des projets pilote en petite échelle
Manque de conscience et engagement parmi le personnel	Pilotage
	Intervention et soutien par la direction générale
	Assigner clairement les ressources (budget, personnel) à l'équipe d'efficacité énergétique
	Désigner un officiel en matière d'énergie
Disponibilité des données	Commencer et améliorer peu à peu
	dans un premier temps, utiliser des collectes de données pilote pour limiter la durée
Précision et fiabilité des données	Constituer des procédures de collectes de données pour les indicateurs prioritaires
	Commencer et améliorer peu à peu
Manque de ressources financières	Introduction of accuracy bands and reliability bands for indicators
	Préparation d'analyses de coûts/avantages
	Priorisation des mesures selon le rendement de l'investissement