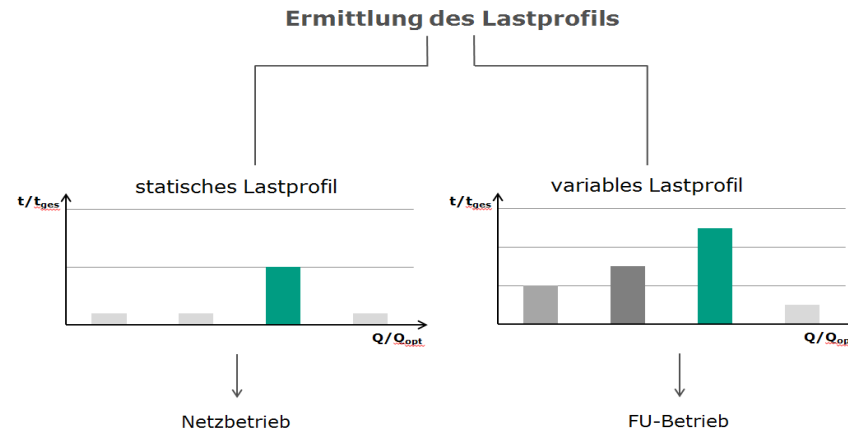


Pompes de l'eau souterraine

Pompage, pompes avec régulation de fréquence, démarrage progressif



Gestion des eaux (Water Management)



Qu'est-ce qu'on doit considérer?

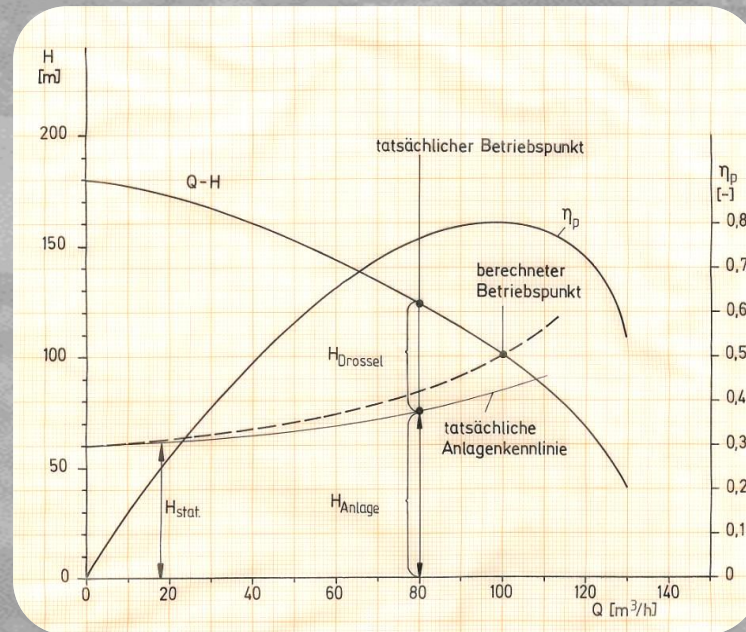
Trop peu de l'eau pour transporter les matières solides dans les trop grands canaux. Danger de colmatage

Les puits ne sont plus régénérés de façon qu'il serait nécessaire.

Les pompes et les moteurs ne travaillent plus dans les points de fonctionnement optimaux.

Considération du système total

Objectif:
Pompage de l'eau avec une plus grande efficacité énergétique



Puits filtrants verticaux



Augmentation de pression

Pompe de surpression



Pompe de surpression compacte avec moteur standard et convertisseur de fréquence

Transport de l'eau



Pompe à plan de joints
horizontal



Pompe normalisée



Pompe immergée



Pompes avec moteurs normalisés

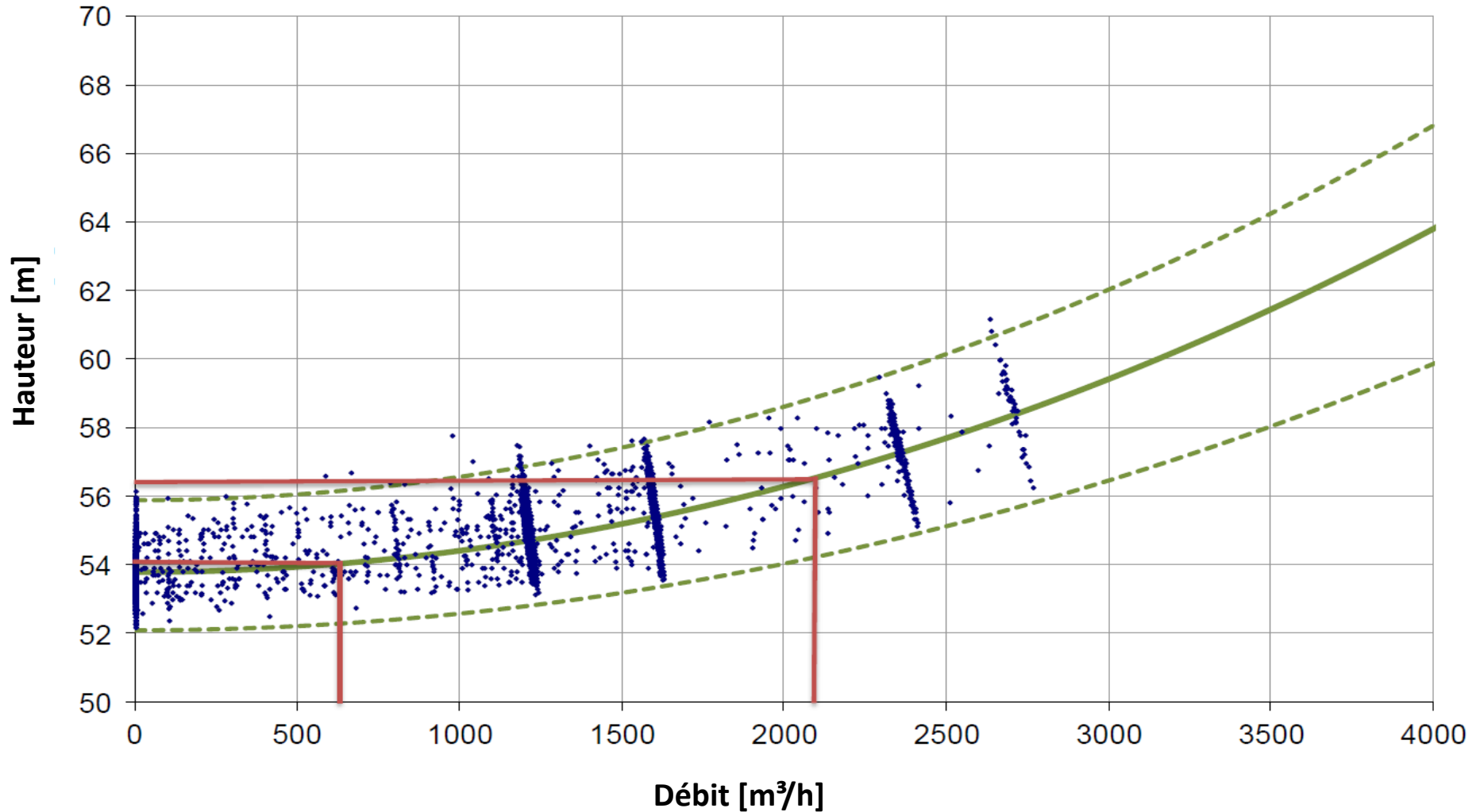
Hauteur



Concept d'énergie Basel



Courbe de système



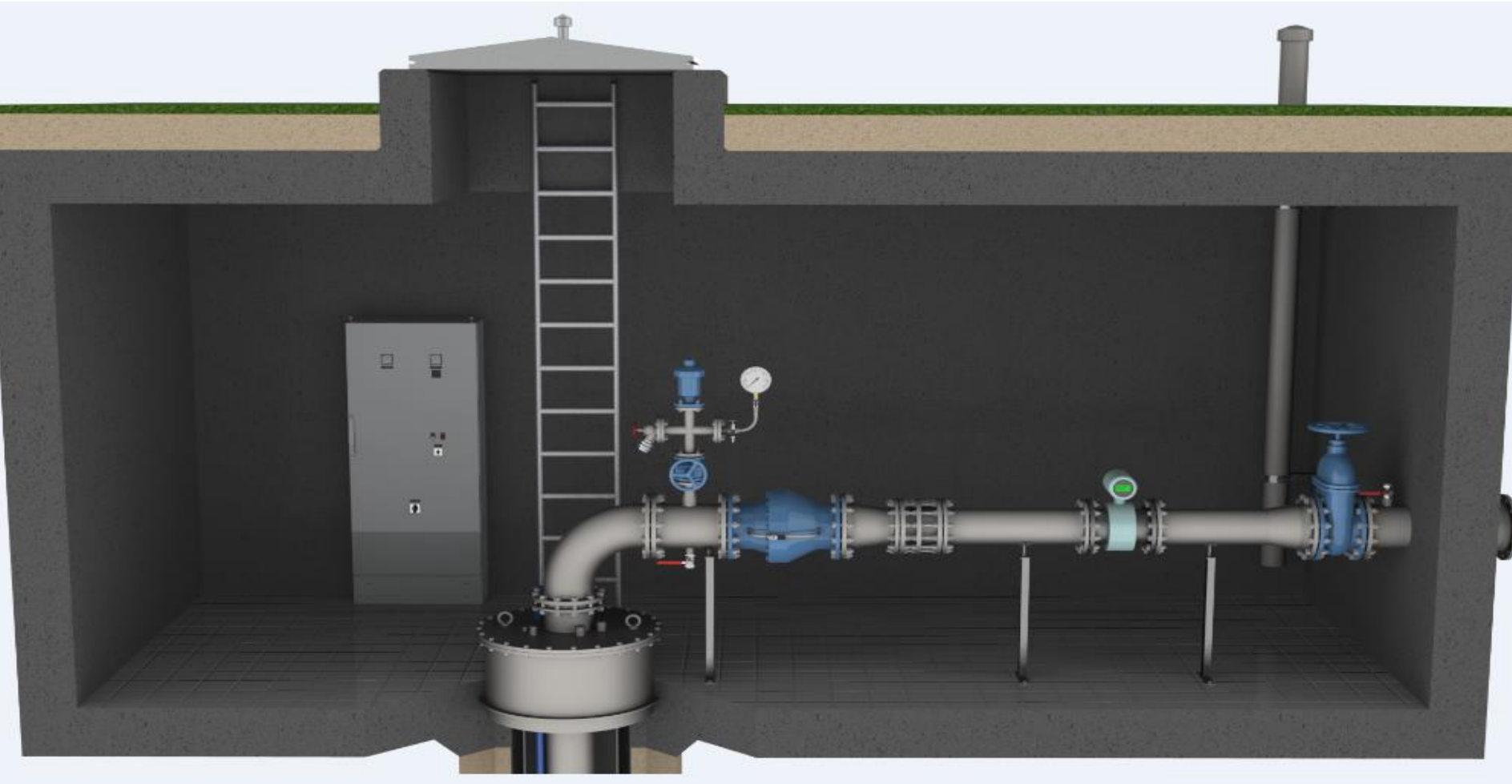
Possibilités d'optimisation

- 1.) Optimiser le point de fonctionnement de la pompe (courbe Q/H – courbe de système)
- 2.) Réduire le débit/l'hauteur – convertisseur de fréquence?
- 3.) Optimiser les heures de travail
- 4.) Utiliser des pompes avec un haut rendement hydraulique – revêtements
- 5.) Haut rendement de moteur par de hautes classes d'efficacité, **moteurs à aimants permanents**
- 6.) Réaliser de basses pertes de puissance dans les câbles en cas de longs câbles (plus grandes sections de câble)
- 7.) Réaliser des rabattements inférieurs dans le puits
- 8.) Un régénération de puits au bon moment
- 9.) Utiliser des billes de verre dans l'espace annulaire du puits - transmissivité
- 10.) **Plus petites pertes de friction dans les tuyauteries.**
- 11.) Utiliser les matériaux corrects – résistance à la corrosion - revêtements
- 12.) Minimiser des dépôts d'ocre dans la station
- 13.) Positionnement correct de la pompe immergée dans le puits
- 14.) Faire attention aux accessoires – jupe de refroidissement, colliers de câble, centrage de pompe
- 15.) Prévoir les intervalles de service
- 16.) Télésurveillance via ordinateur central - Eau 4.0

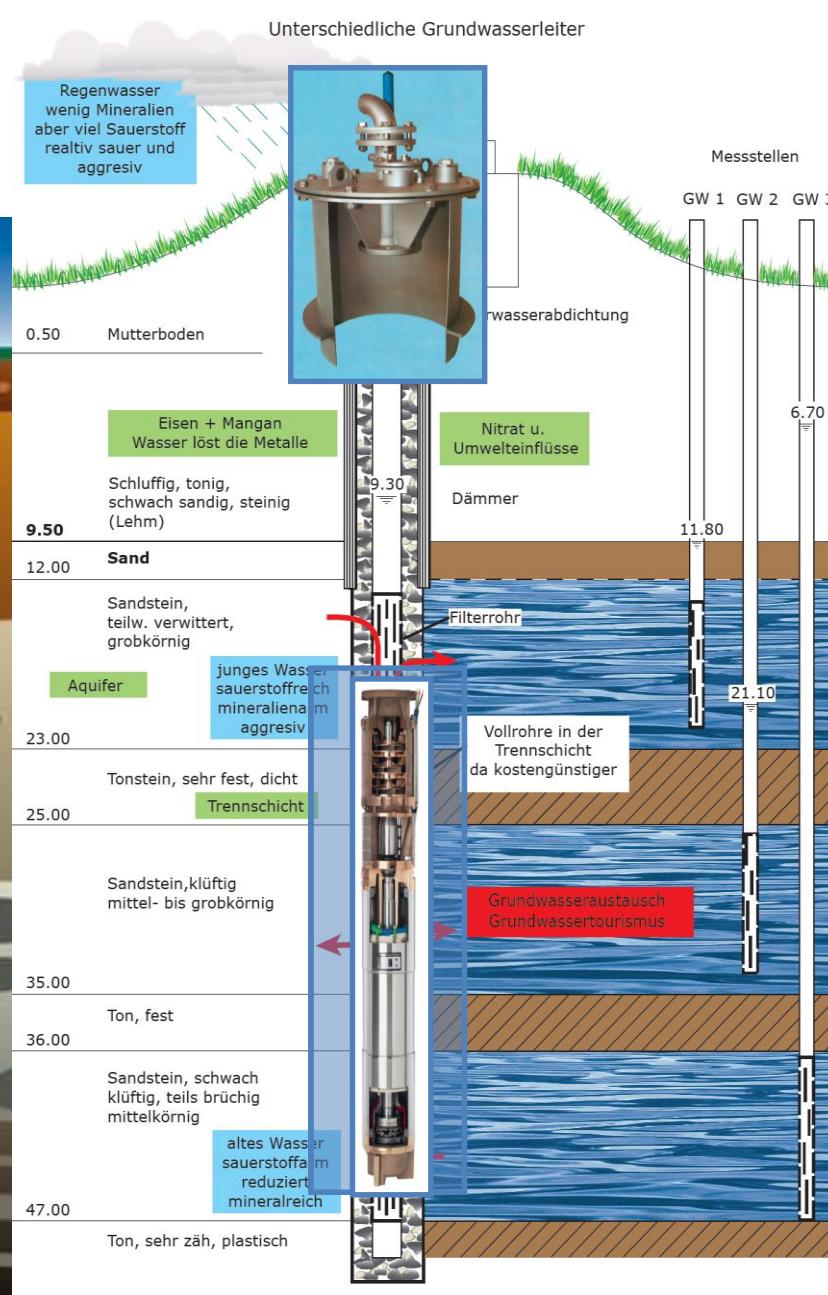
Objectif: pompage de l'eau avec une plus grande efficacité d'énergie – si possible, les pompes doivent marcher continuellement.



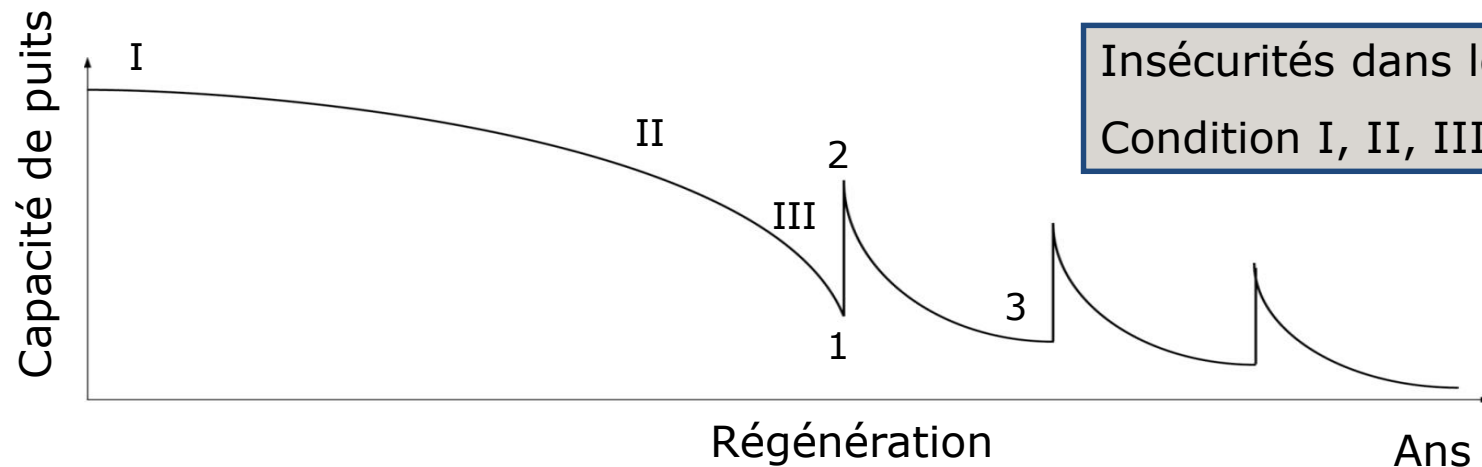
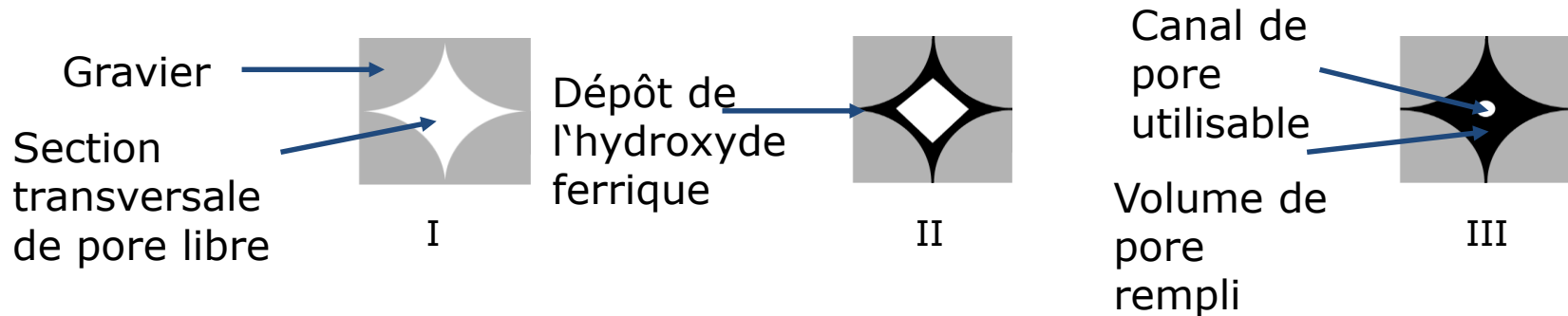
La chambre de puits avec le système d'aération



Aquifère



Le développement temporel de la capacité de puits



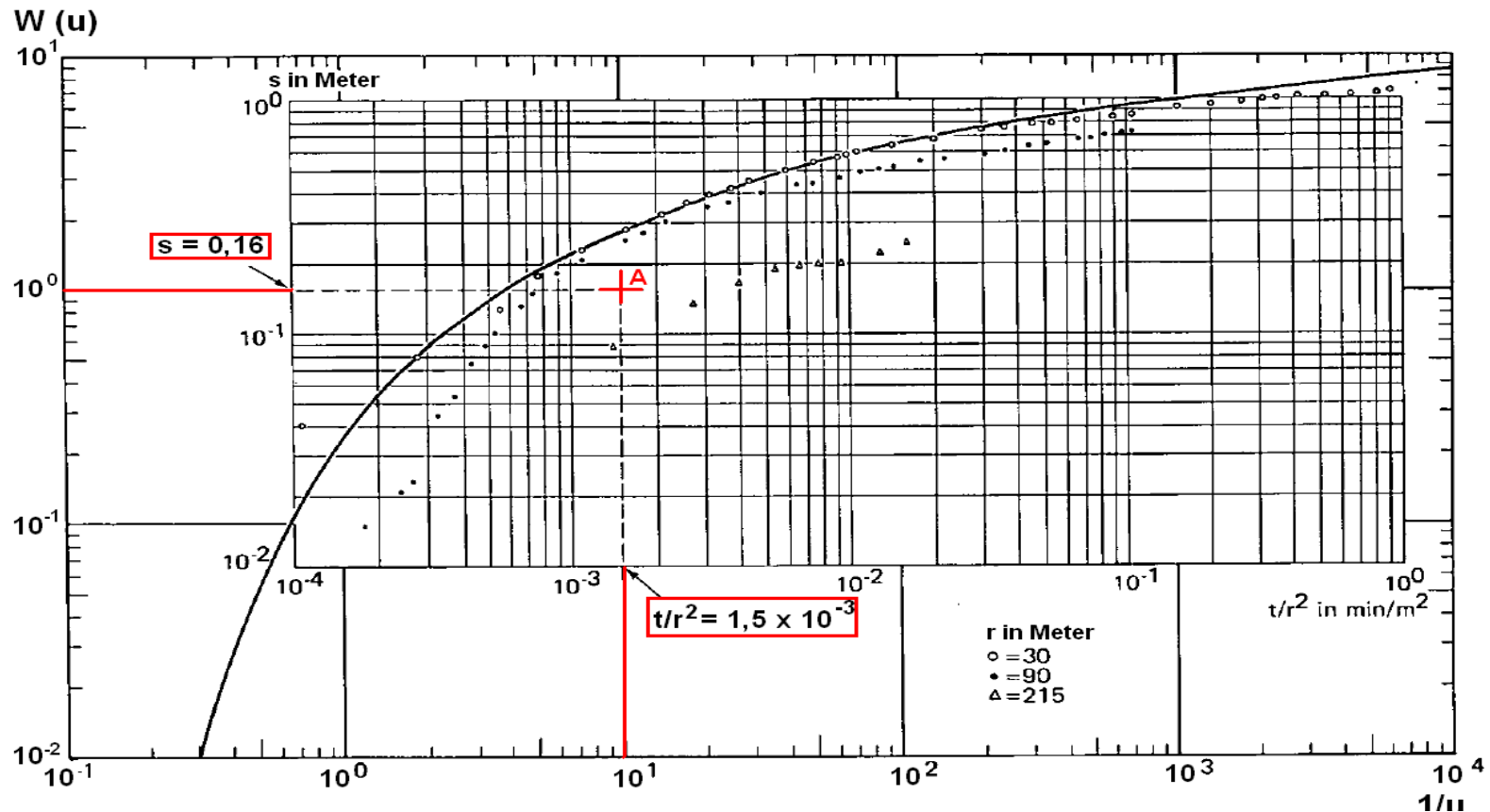
Insécurités dans le dépôt Fe
Condition I, II, III

Modèle de puits



Conditions tendues d'eau souterraine & écoulement non stationnaire

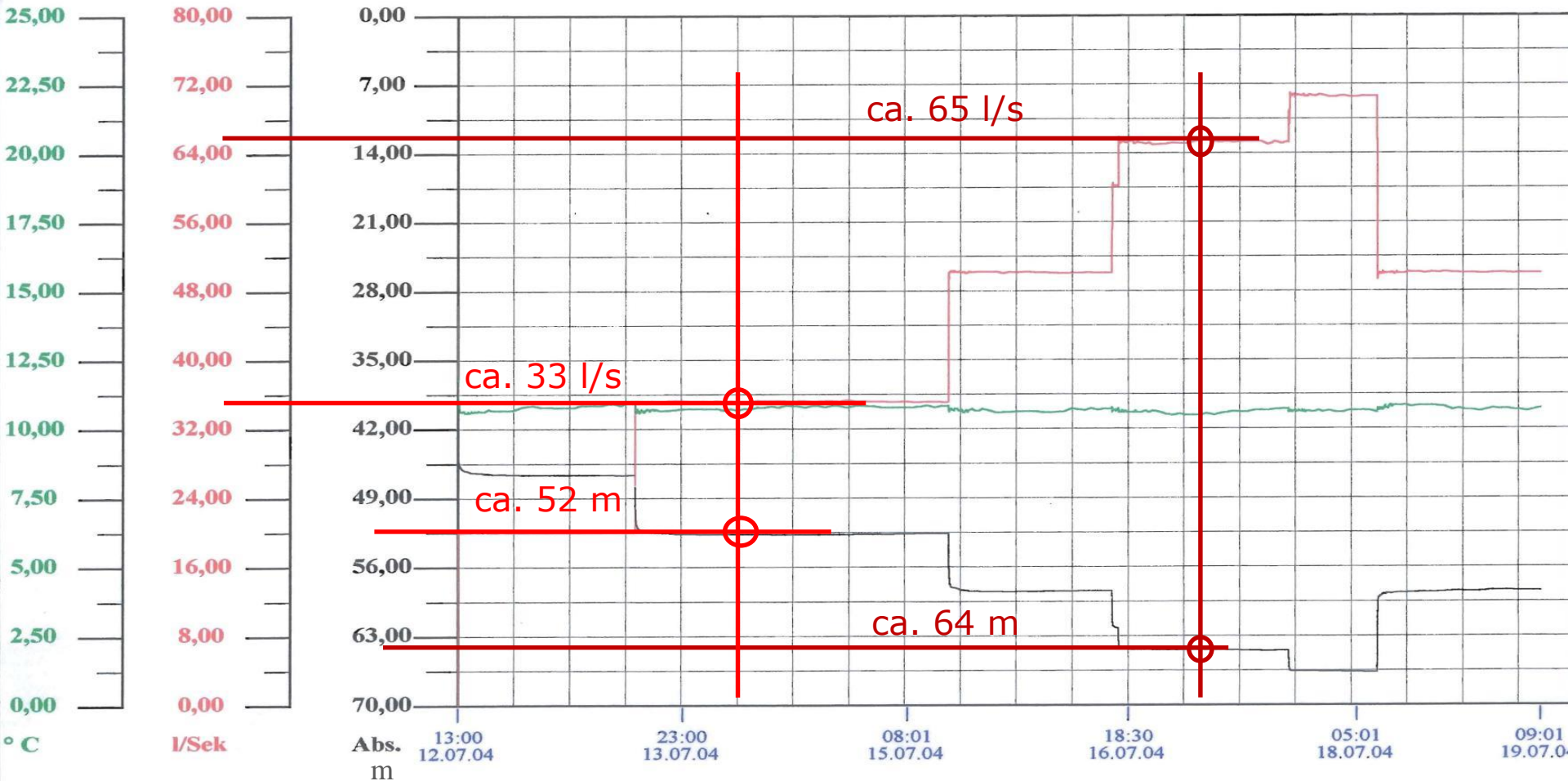
→ Evaluation selon Theis (1937)



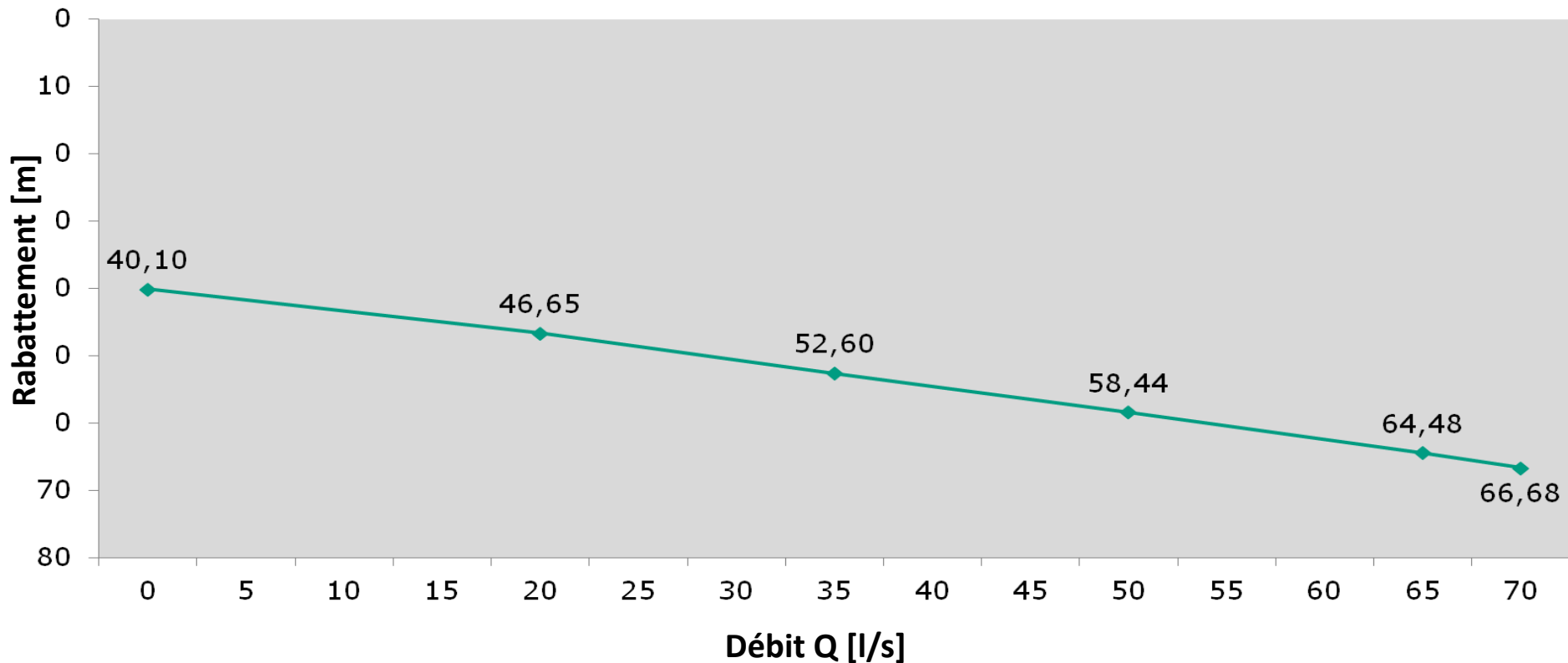
L'essai de pompage

Auftraggeber: Stadtwerke Amberg
Maßnahme: PV aus Br.6
Aktion: Pumpversuch

Beginn: 12:07:04 13:00
Ende: 19:07:04 10:00

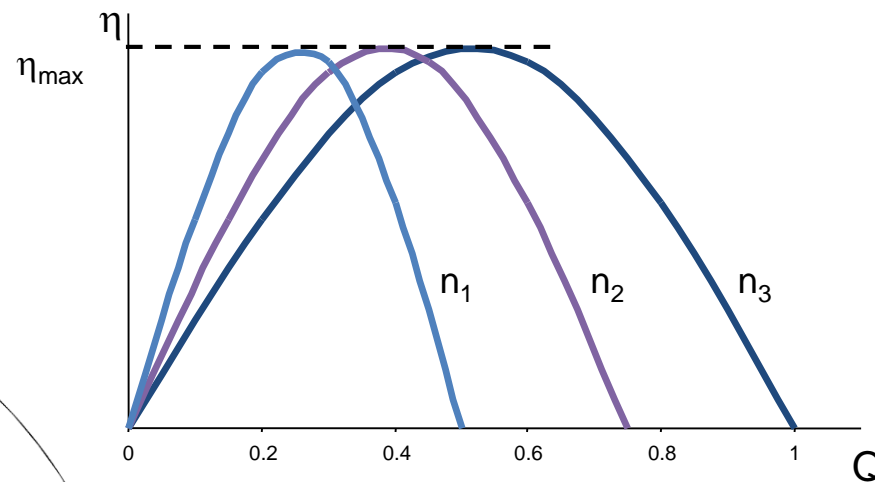
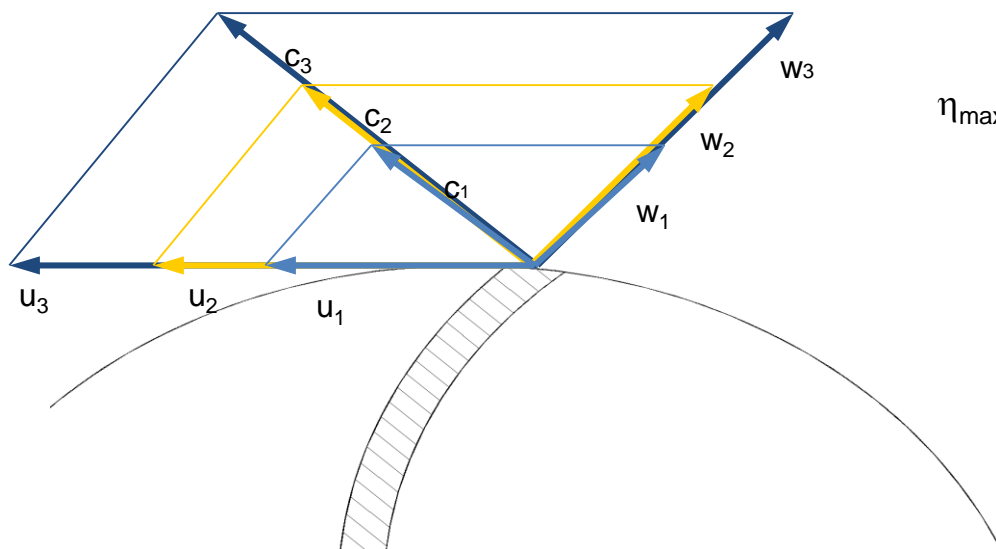


L'essai de pompage

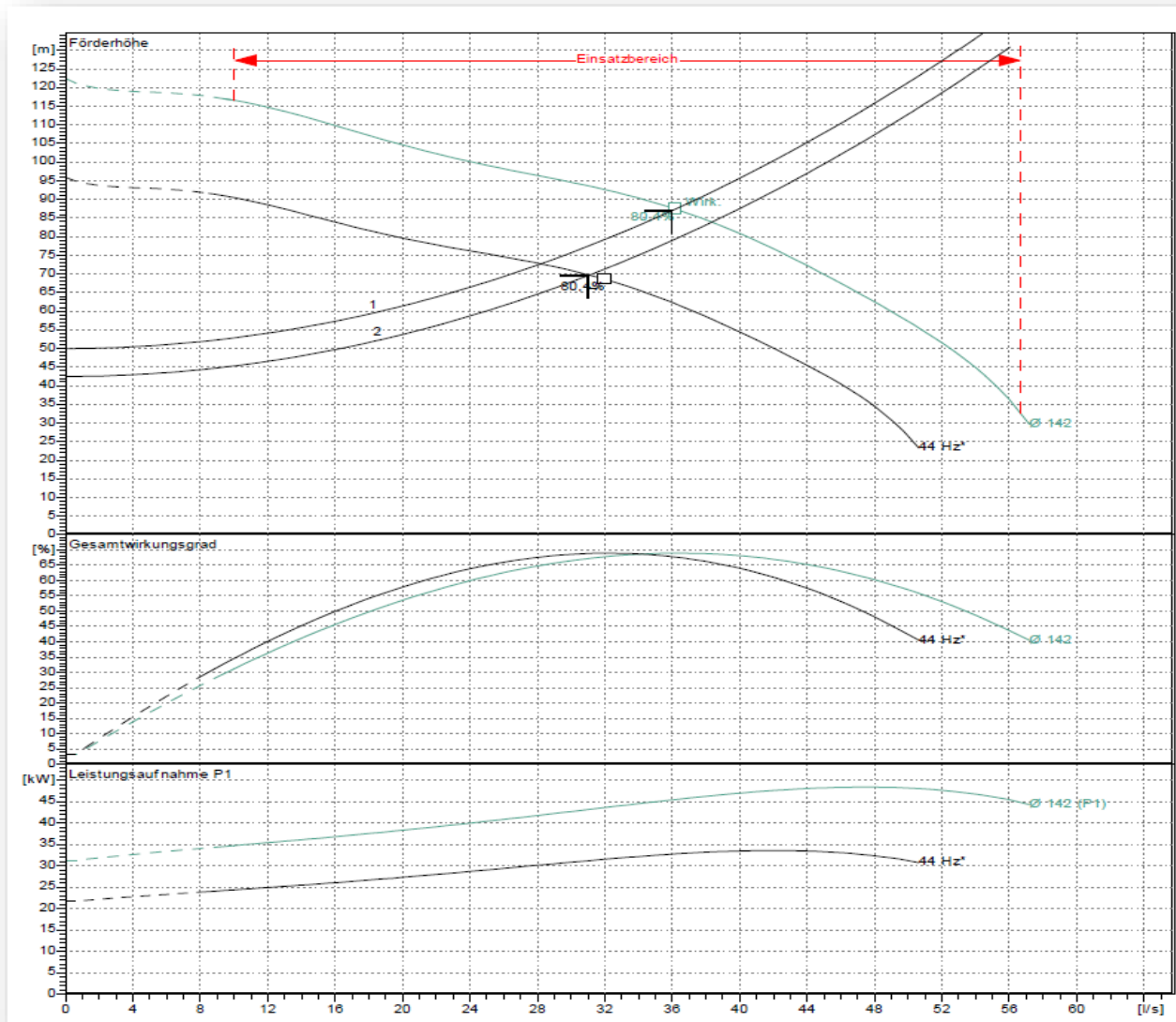


La loi de similitudes

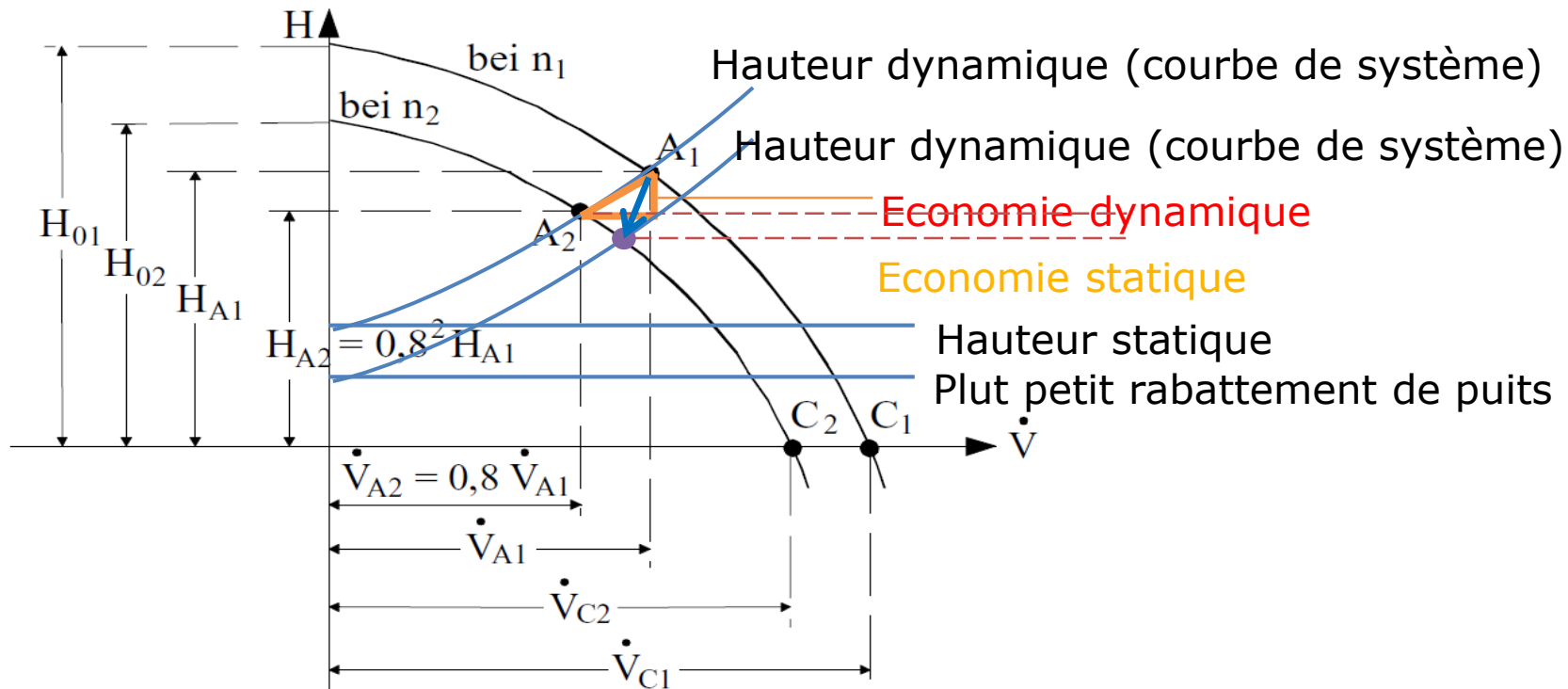
En cas d'une modification de la vitesse de rotation, les triangles de vitesse restent similaires



Via convertisseur de fréquence



Détermination de dessin



Formules

$$P_{Pompe} (erf) = \frac{Q[m^3/h] \cdot H[m]}{367 \cdot \eta_{pompe} [1]}$$



$$\eta_P = \frac{l/min \times H[m]}{45 \times 1,36 \times P_2}$$



Point de fonctionnement

kW-Aufnahme

$$P_{1.1} = \frac{l/\text{min} \cdot H [\text{m}]}{61,1 \cdot \eta_{\Sigma}}$$

Relation

Fréquence	Vitesse de rotation
$\frac{60 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}} = 1,2$	$\frac{1740 \text{ min}^{-1}}{1450 \text{ min}^{-1}} = 1,2$

La fréquence et la vitesse de rotation sont synchrones

Relation

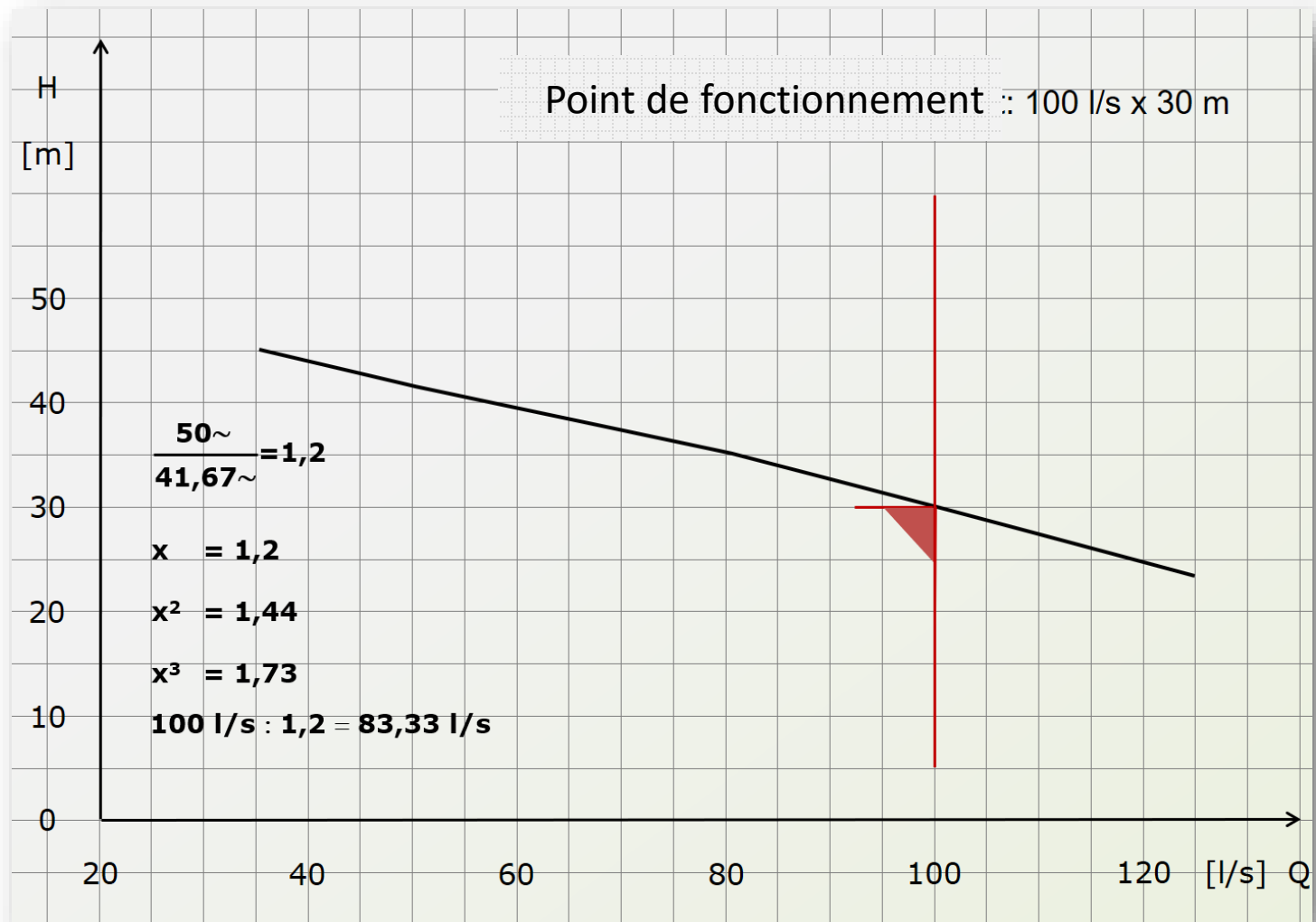
$$x = 1,2$$

$$\text{Débit:} = Q \cdot x$$

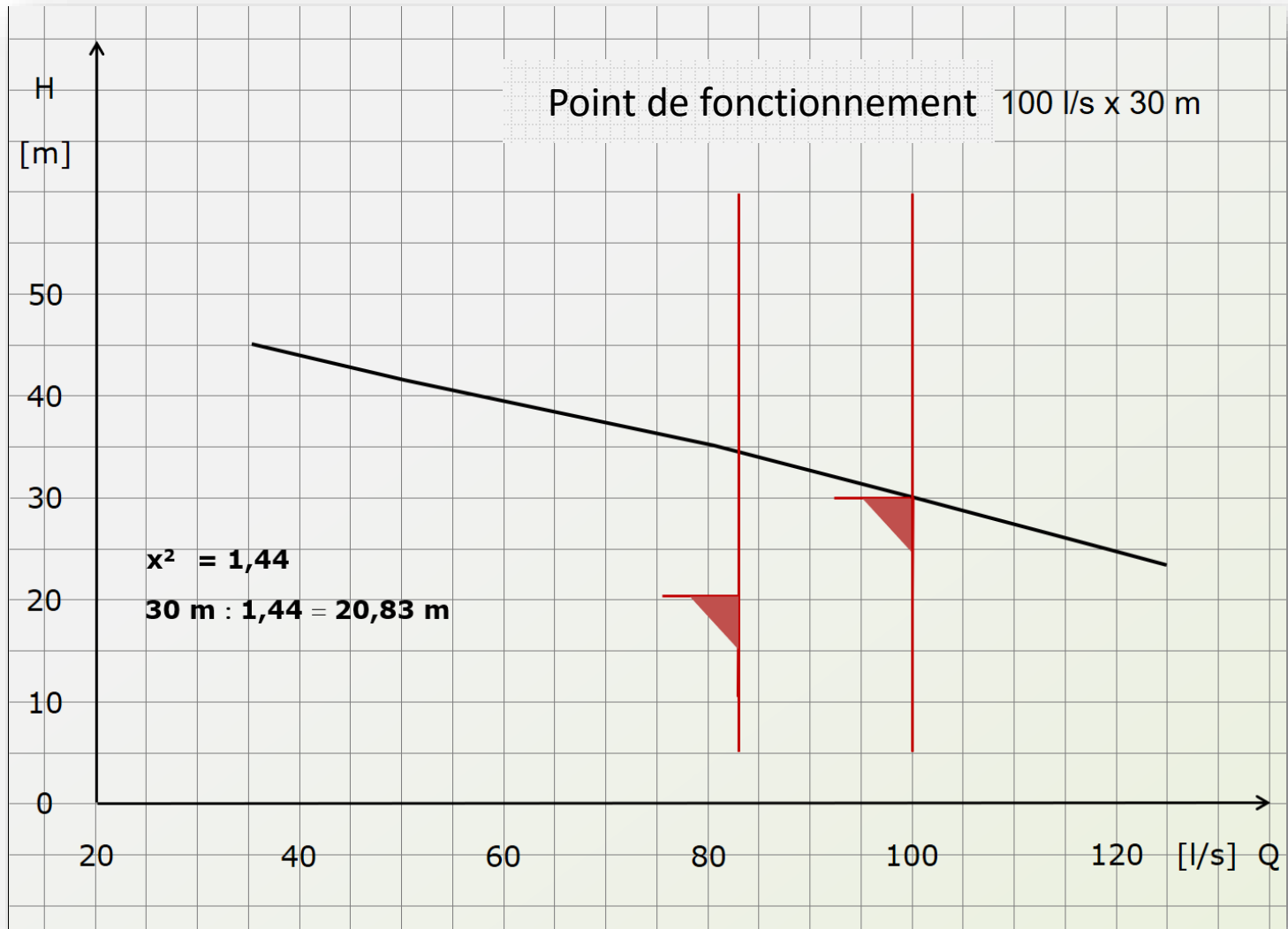
$$\text{Hauteur:} = H \cdot x^2$$

$$\text{Puissance:} = P \cdot x^3$$

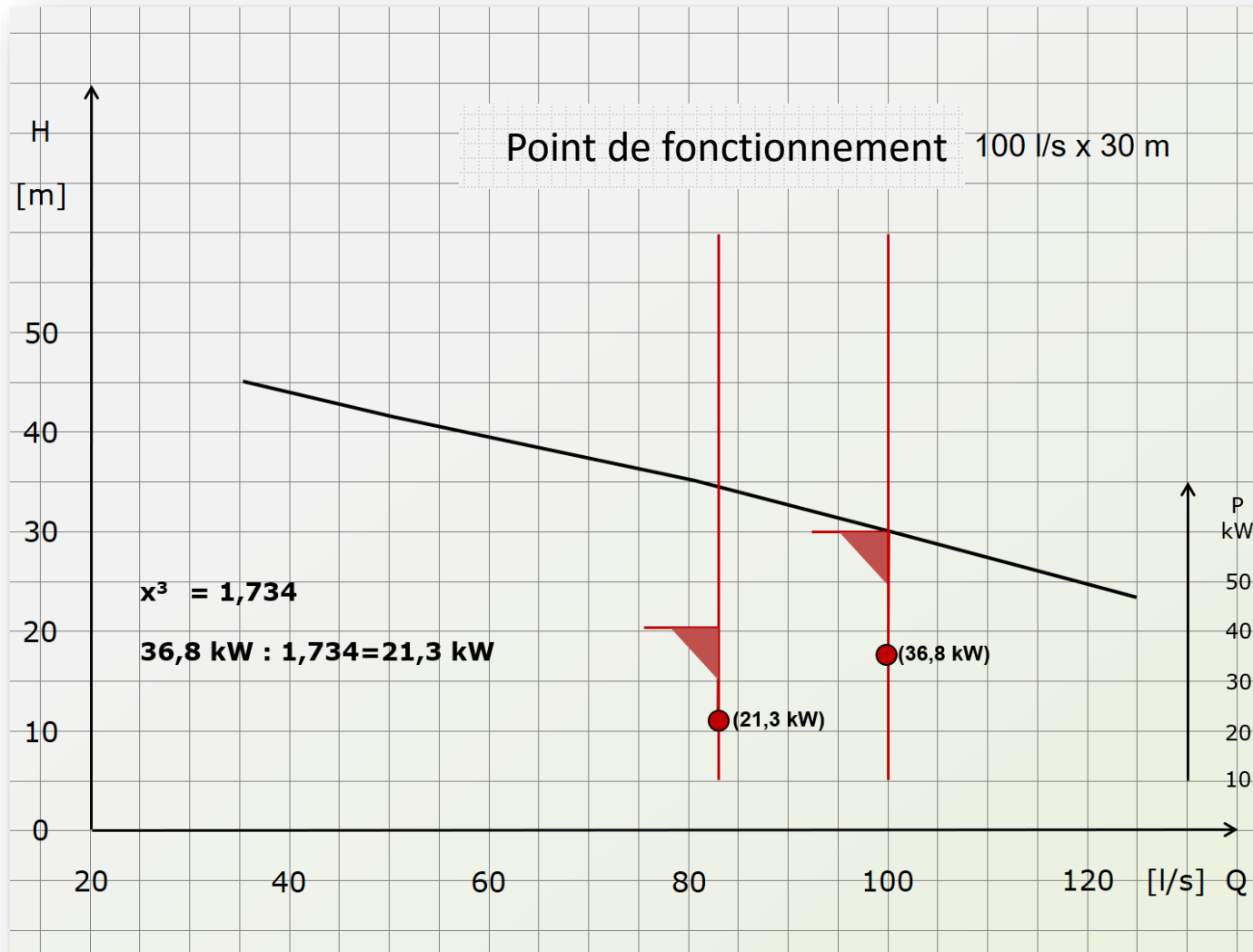
Détermination



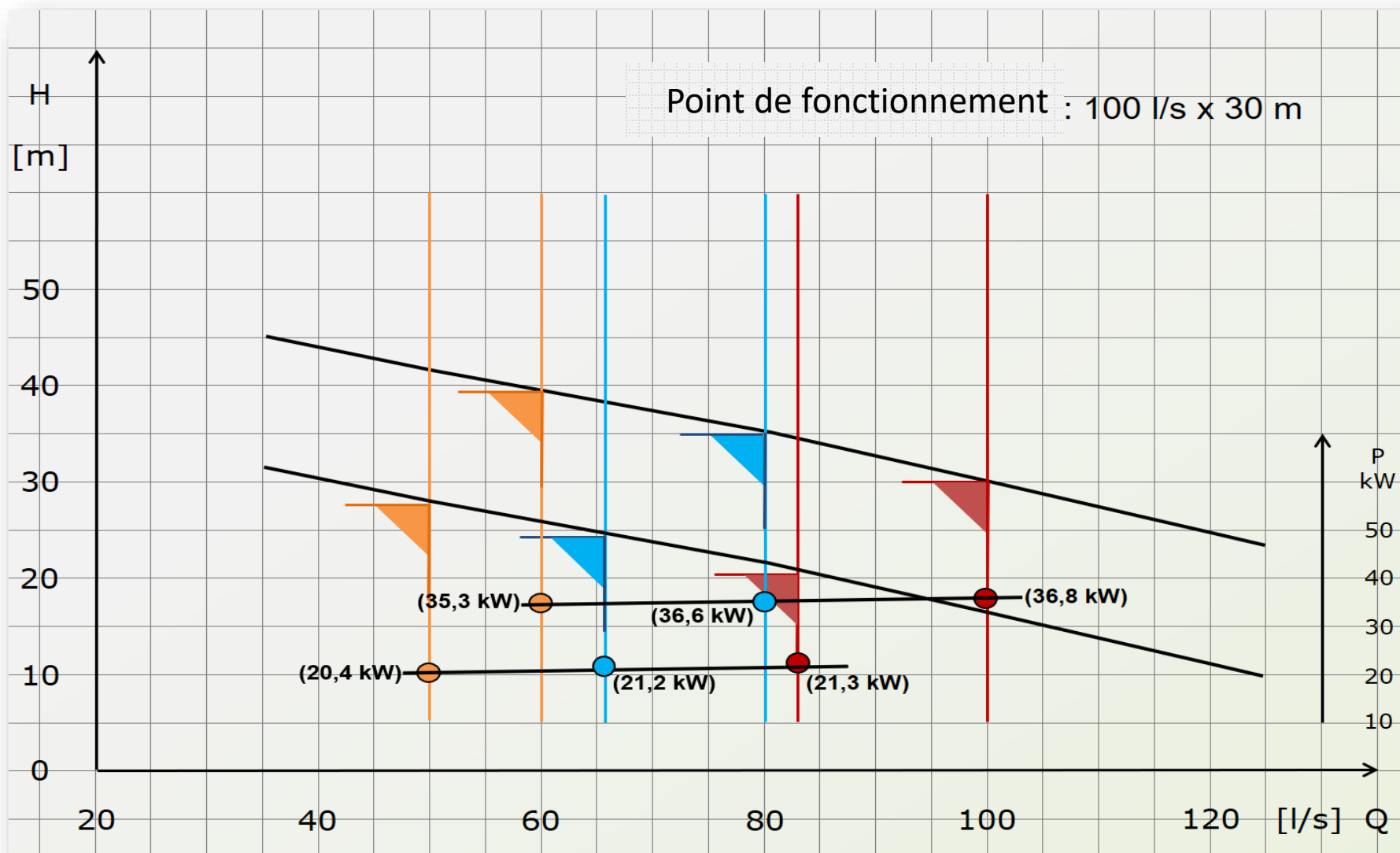
Détermination



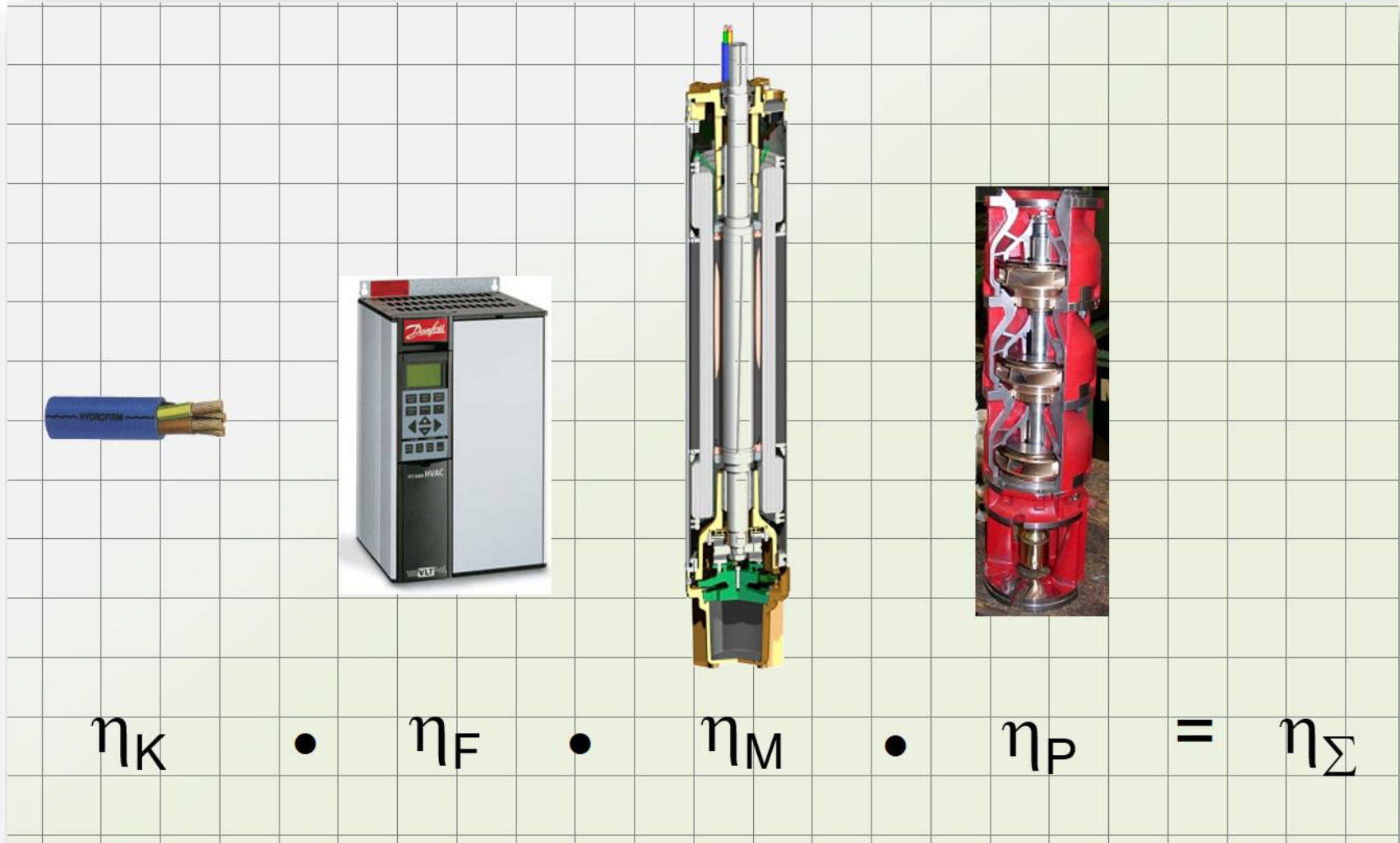
Détermination



Exemple



Rendement total

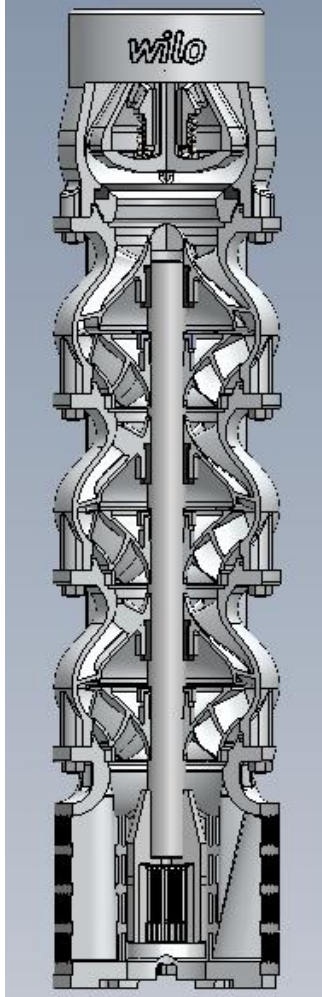




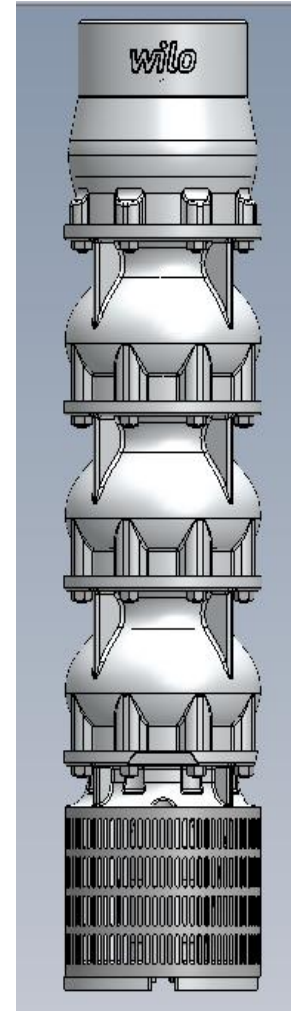
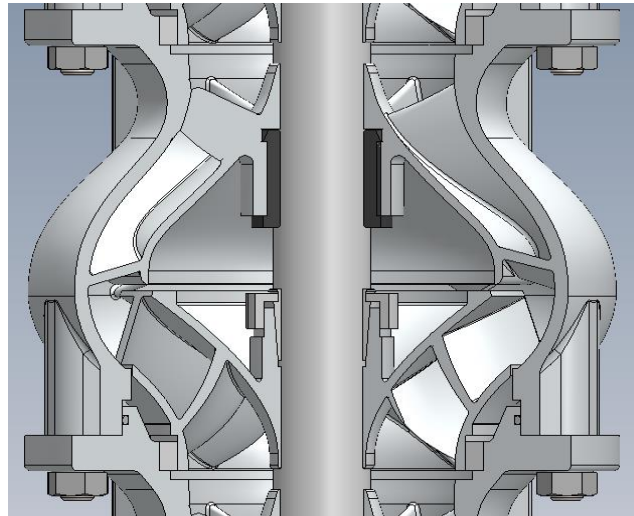
84,5 %

La nouvelle Zetos

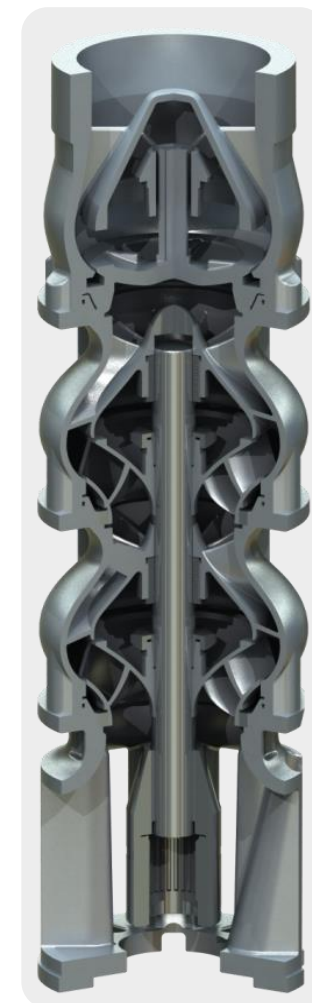
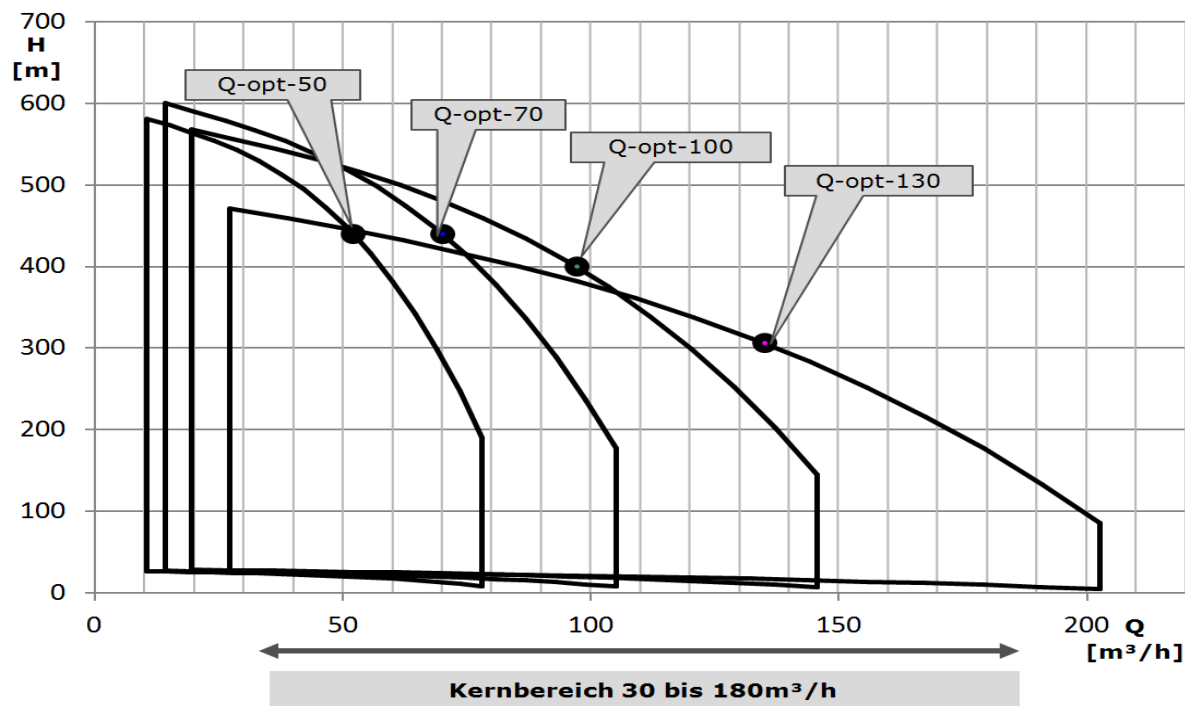
Zetos



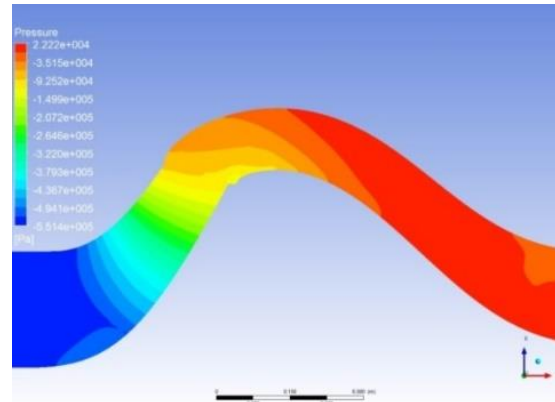
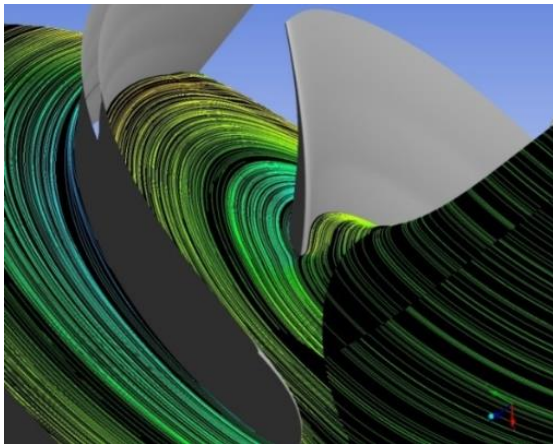
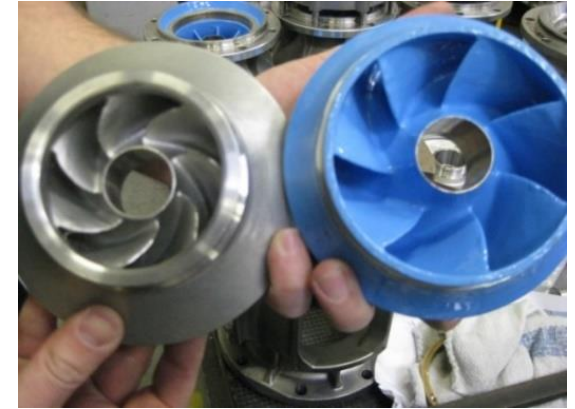
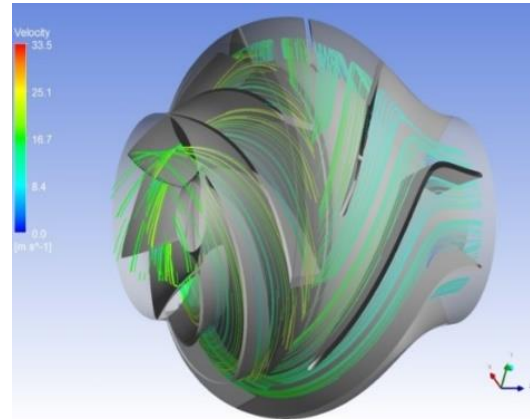
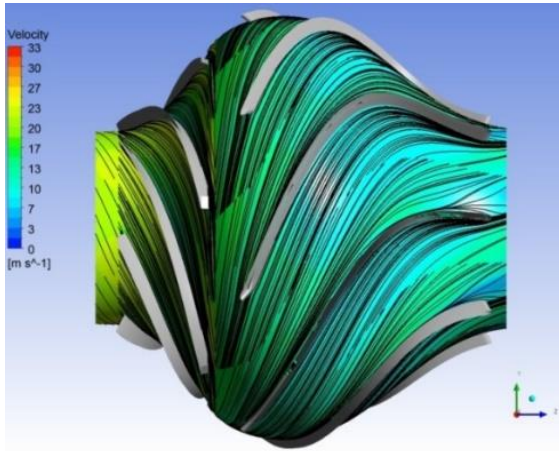
- Jusqu'à 18 étages
- Hauteur jusqu'à 600 m
- Matériau standard 1.4408
- Matériau spécial 1.4517 – Duplex
- Arbre en matériau duplex 1.4462
- Puissance de moteur dans le domaine 8" jusqu'à 150 kW
- Puissance de moteur dans le domaine 9" jusqu'à 220 kW



Matériau en coulée de précision



Dimensionnement CFD



Différents moteurs

Technique

Capsulé

Rebobinable

Technologie moteur PM

Refroidissement

extern

extern

aktiv - intern

extern



coolact



Grandeur

4"-8"

6"-24"

6"-12"

Puissance

0,25 - 150kW

4-600kW

4-450kW

Niveau
rendement

75-88%

76-90%

90-93 %

Stator rebobinable & rotor à aimant permanent



- Jusqu'à 150 kW

Des aimants de terres rares arrangés à l'entrefer. L'équipement du rotor avec des aimants coquilles est automatisable et la protection des aimants par un bandage ou une fine douille en acier inox. est la pratique établie.

Moteurs à aimant permanent

Moteur 6"	Moteur 6"	Moteur 6"	Sept. 2015
4 - 7,5 kW	9,3 - 18,5 kW	22 - 37 kW	89 – 93 % eta moteur
Moteur 8"	Moteur 8"	Moteur 8"	Septembre 2016
37 – 75 kW	52 – 100 kW	75 – 150 kW	89 – 93 %
Rendement de système jusqu'à 37 kW = eta moteur x eta convertisseur de fréquence			
Rendement de convertisseur de fréquence mesuré: 97,8 %			
Ainsi le rendement de moteur respectif (au moment jusqu'à 37 kW) sera			
multiplié par 97,8% pour le convertisseur de fréquence			



Rendement de moteurs

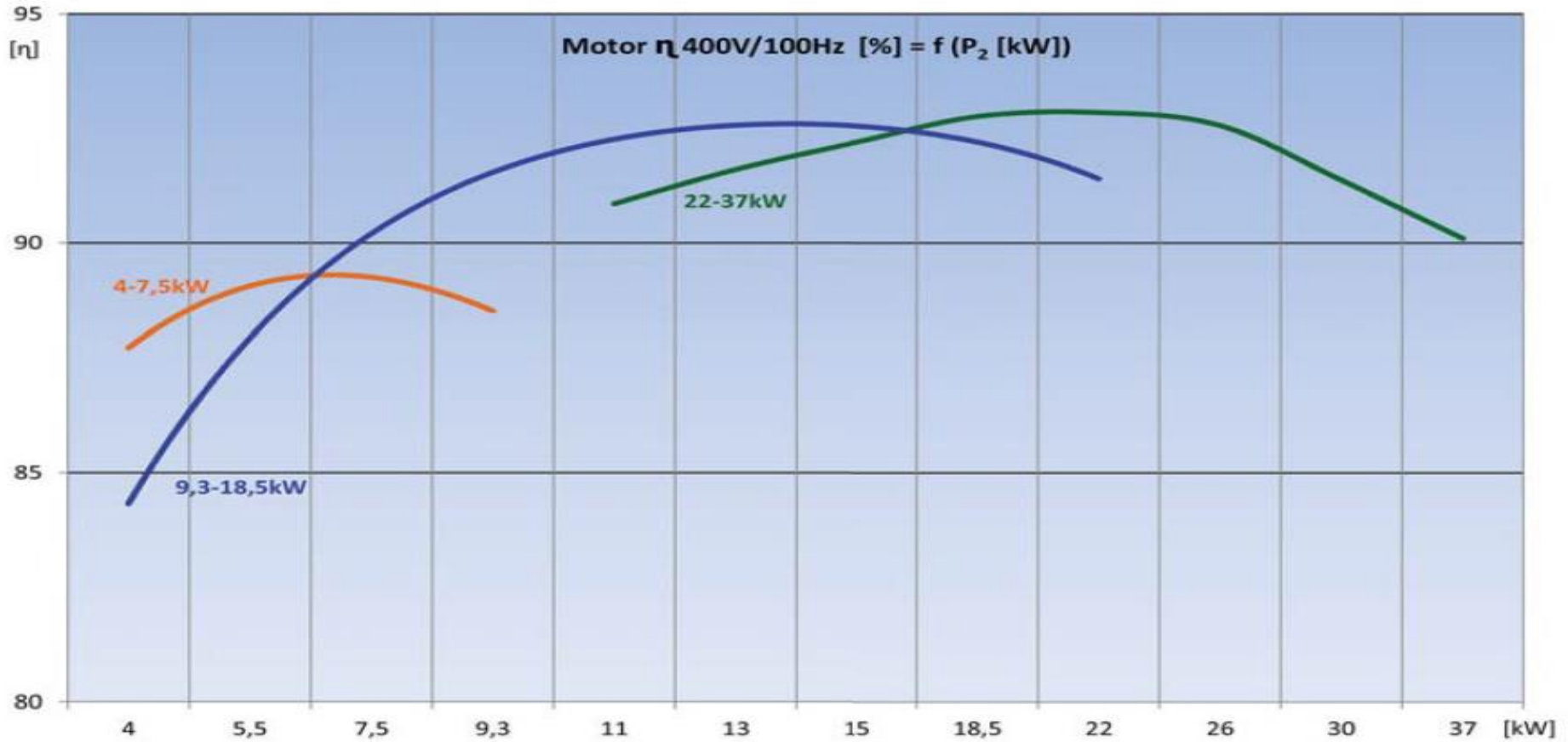


Diagramme de moteurs

Dateneingabe	Spannung	Diagramm	Motorueberwachung
ID:	7823		Drehzahl Leerlauf: 2900 [min-1]
Datensatznummer:	M07670		Wirkungsgrad Last 125 %: 90,6 [%]
Gelöscht:	0		Wirkungsgrad Last 100 %: 90,7 [%]
Motorart:	NU		Wirkungsgrad Last 75 %: 91 [%]
Pakeldurchmesser mit Baumuster:	711		Wirkungsgrad Last 50 %: 91 [%]
Polzahl:	2		Wirkungsgrad Last 25 %: 90,9 [%]
Pakettlänge:	75		cos Last 125 %: 0,96
Baumuster:	-		cos Last 100 %: 0,96
Ausführung:	Sonder		cos Last 75 %: 0,96
Motorotyp:	NU 711-4/75		cos Last 50 %: 0,96
Bemessungsleistung [P2]:	75 [kW]		cos Last 25 %: 0,96
Leistungsaufnahme [P1]:	83 [kW]		cos phi Leerlauf: 0,950
Leerlaufleistung:	1,4 [kW]		cos phi Anlauf: -
Servicefaktor:	1		Frequenz: 50 [Hz]
Aufstellungsart:	H+V		Drehmoment Anlauf: 235 [Nm]
Betriebsart Nass:	S1		Massenträgheitsmoment: 0,0064 [kgm²]
Betriebsart Trocken:	-		Motortext: RT-004
max. Einsatztemperatur:	30 [°C]		DXF-Zeichnung: -
Erwärmung im Betriebspunkt:	50 [°C]		max. Einbautiefe: 350 [m]
Drehzahl Last 125 %:	2900 [min-1]		max. Schalthäufigkeit: 20 [min]
Drehzahl Last 100 %:	2900 [min-1]		Schaltpause: 3 [mm]
Drehzahl Last 75 %:	2900 [min-1]		Baulänge: 1175 [kg]
Drehzahl Last 50 %:	2900 [min-1]		Gewicht: 150
Drehzahl Last 25 %:	2900 [min-1]		Bemerkung: PM-Motor
			Ex-Kennzeichnung: -
			Ex-Nummer für Netzbetrieb: -
			Ex-Nummer für Umrichterbetrieb: -
			FM-Nummer: -
			FM-Kennzeichnung: -
			FM-Nummer Drehzahlregler: -
			CSA-Kennzeichnung: -
			CSA-Nummer: -
			CSA-Nummer Drehzahlregler: -
			FTZU-Kennzeichnung: -
			FTZU-Nummer: -
			FTZU-Nummer Drehzahlregler: -
			Axiallast nach unten: 40000 [N]
			Axiallast nach oben: 2000 [N]
			Motorfüllmenge: 5 [l]
			Motordurchmesser: 193,5
			min. Strömung am Motor: 0,5
			Schmiermittel Motorraum: -
			Überwachungseinrichtung: U28
			Isolierstoffklasse: PE2 90°C
			Isolierstoffklasse:
			Isolierstoffklasse:
			Isolierstoffklasse:
			Isolierstoffklasse:
			Isolierstoffklasse:
			Isolierstoffklasse:
			Isolierstoffklasse:

Motorotyp	Paket	Pole	Laenge	Spannung	Einschaltung	Ausfuehrung	<input checked="" type="checkbox"/> Aktuelle Motore
NU 711							<input checked="" type="radio"/> 50 <input type="radio"/> 60

Artikel	Motorotyp	Leistung	Aufstellung	N	T	Einsatztemp	Frequenz
M07668	NU 711-4/100	100	H+V	S1	-	30	50
M07669	NU 711-4/150	150	H+V	S1	-	30	50
▶ M07670	NU 711-4/75	75	H+V	S1	-	30	50

Considération énergétique

$$E = \frac{Q \times H \times \rho \times h \times c}{367 \times \eta_P \times \eta_M \times \eta_K \times \eta_{FU}}$$

E = Coût énergétique par an [€]

Q = Débit en point de fonctionnement [m^3/h]

H = Hauteur en point de fonctionnement [m]

ρ = Densité du liquide [kg/dm^3]

h = Heures de travail de la pompe par an [h]

c = Prix de l'énergie spécifique [€/kWh]

η_P = Rendement de pompe en point de fonctionnement

η_M = Rendement de moteur en point de fonctionnement

η_K = Rendement de câble (perte de puissance de câble)

η_{FU} = Rendement de convertisseur de fréquence

Considération énergétique

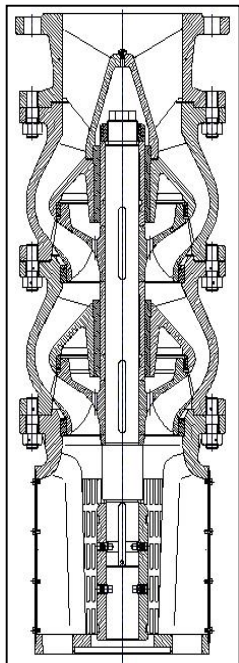
$$E = \frac{Q \times H \times \rho \times h \times c}{367 \times \eta_P \times \eta_M \times \eta_K \times \eta_{FU}}$$

The equation is annotated with orange arrows: a downward arrow next to 'E', downward arrows above 'Q' and 'H', an upward arrow above 'h', and upward arrows below 'η_P', 'η_M', 'η_K', and 'η_{FU}'.

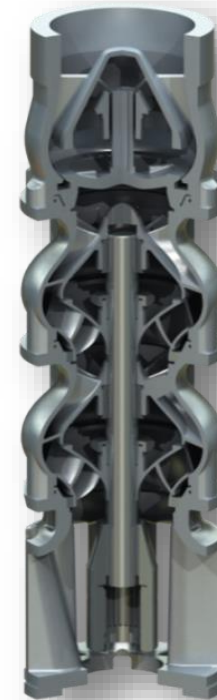
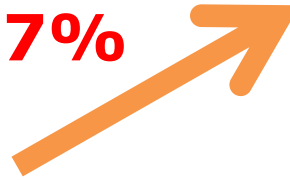
- On devrait essayer d'utiliser une pompe avec un plus petit débit
- Une meilleure hydraulique de façon énergétique
- Un meilleur moteur de façon énergétique – éventuellement un moteur à aimant permanent
- Un optimal convertisseur de fréquence
- Utiliser un plus grand section de câble
- Laisser la pompe pomper autant d'heures que possible.

Objectif – coût d'exploitation plus favorable – nous faisons un calcul

Comparaison



+ 7,7%



Exécution de station de pompage

NK – domaine avec des moteurs rebobinables NU –
technologie asynchrone

Exécution de station de pompage

Zetos – domaine avec des moteurs rebobinables à aimant permanent –
technologie synchrone

Comparaison

Comparaison – nouvelle pompe + nouveau moteur

NK87-4 avec revêtement Ceram CT – Eta pompe 82 %

+ NU 801T-2/45 (37 kW) 85 % rendement de moteur

Zetos à 4 étages avec revêtement Ceram CT – Eta pompe 86 %

+ moteur à aimant permanent (37 kW) 90 %

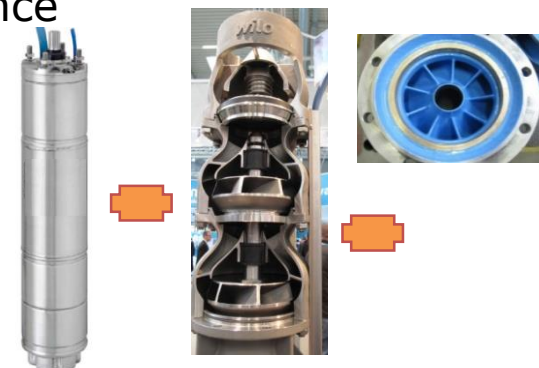
Rendement de système = moteur x convertisseur de fréquence

Rendement total
augmente de **7,7 %**

Volumenstrom		Förderhöhe		Leistungsbedarf	
<input type="text" value="38,3"/>	l/s	<input type="text" value="69"/>	m WS	1. Pumpe	2. Pumpe
<input type="text" value="137,9"/>	m³/h	<input type="text" value="226,4"/>	feet	ETA Pumpe	<input type="text" value="82"/> <input type="text" value="86"/> %
<input type="text" value="607,1"/>	USGPM	<input type="text" value="6,77"/>	bar	ETA Motor	<input type="text" value="85"/> <input type="text" value="90"/> %
<input type="text" value="3309"/>	m³/Tag	<input type="text" value="676,7"/>	kPa	ETA Gesamt	<input type="text" value="69,7"/> <input type="text" value="77,4"/> %
				P1	<input type="text" value="37,2"/> <input type="text" value="33,5"/> kW
				Pv Kabel	<input type="text"/> <input type="text"/> kW

Pumpzeit		Energiekosten	
<input type="text" value="24"/>	Stunden/Tag	1. Pumpe	2. Pumpe
<input type="text" value="365"/>	Tage/Jahr	elektrische Arbeit	<input type="text" value="892,8"/> <input type="text" value="804,0"/> kWh/Tag
<input type="text" value="8760"/>	Stunden/Jahr	elektrische Arbeit	<input type="text" value="325872"/> <input type="text" value="293460"/> kWh/Jahr
<input type="text" value="3309"/>	m³/Tag	Energiepreis	<input type="text" value="0,20"/> <input type="text" value="0,20"/> €/kWh
<input type="text" value="1207829"/>	m³/Jahr	Energiekosten	<input type="text" value="65174"/> <input type="text" value="58692"/> €/Jahr
		Energiekosten	<input type="text" value="5,40"/> <input type="text" value="4,86"/> ct/m³
		Energiebedarf	<input type="text" value="0,270"/> <input type="text" value="0,243"/> kWh/m³
		Energiekosten Kabel	<input type="text"/> <input type="text"/> €/Jahr

Ausdrucksprache wählen



Réduction de
coût
énergétique de
6500.-
Euro / an

Comparaison



Rendement total
augmente de **7,7 %**

Vous pouvez obtenir ce programme via Mr. Schlageter

Frais d'achat du groupe: avec revêtement Ceram CT

Frais total: 13.440.- Euro

Amortissement en cas d'une opération continue (24 heures): 2 ans

Amortissement en cas d'une opération de 8 heures: environ 6 ans

Avec le programme de calcul vous pouvez calculer vos données très vite.

Calcul de la rentabilité

Pumpe	Motor	Anschaffungspreis	Jahresenergiekosten
NK81-9	NU801T-2/28	6.550,40 €	31.702,02 €
K8.50-6	NU511-4/37	15.104,64 €	28.607,72 €
		8.554,24 €	3.094,30 €
		Differenz	Energieeinsparung

Amortisation: 2,76 Jahre

Erläuterung:
Für die Darstellung in Word, Zellen kopieren und in Word einfügen.
Bitte in Word im Seitenlayout die Ausrichtung auf Querformat stellen.
Wem das Wilo-Logo an der Stelle nicht gefällt, kann es in Word noch nach oben rechts in die Ecke verschieben.

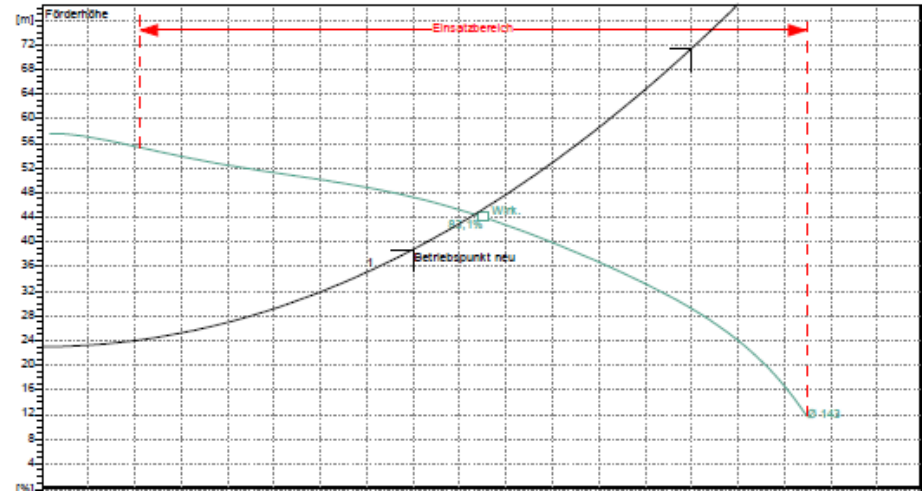
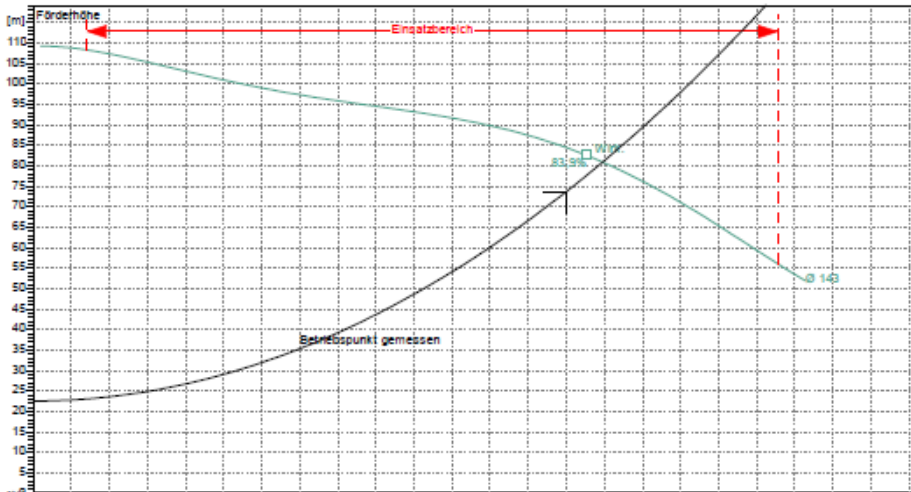
MOTEUR
(Moteur asynchrone à courant triphasé avec rotor à aimant permanent). Moteur immergé avec certification ACS pour eau potable selon „standard NEMA“ en technologie à rotor noyé. En exécution à courant triphasé (4-pôle, 100 Hz) avec stator rebobinable, exclusivement pour une opération directe au convertisseur de fréquence et filtre livrés.

Nous regardons un vaste programme de rentabilité, qui ne peut pas être mis à disposition.

Données	Aggregat 1	Aggregat 2	Aggregat 3
Pompe	WILO K8.100-4	WILO K8.100-4
Moteur	1216/37/2	NU511-4/37	NU801T-2/45
Vitesse de rotation nom. (min ⁻¹)	2900	3000	2900
Vitesse de rot. réelle (min ⁻¹)		2775	2921
Débit par jour (m ³)	800	800	800
Débit (l/s)	27,10	28,00	29,91
Hauteur (m)	73,7	73,7	80,9
P1.1 (kW)	35	27	33
P2.1 (kW)	29	24	28,5
Eta convertisseur de fréquence*	100,0%	100,0%	100,0%
Coût énergétique (€/kWh)	0,2	0,2	0,2
Eta pompe	67,5%	84,3%	83,2%
Eta moteur	83,0%	89,0%	86,5%
Eta total	56,0%	75,1%	72,0%
Durée de marche (h/jour)	8,2	7,9	7,4
Besoins d'énergie (kWh/m ³)	0,36	0,27	0,31
Coût énergétique par an	20.951,21 €	15.642,86 €	17.898,14 €

Station complètement couverte

Un tube de refoulement DN 150 en matériau PVC était posé sur une longueur d'environ 1,8 km.
A cause du débit actuel de $Q = 28 \text{ l/s}$ il y a une haute vitesse d'écoulement **d'environ $1,7 \text{ m/s}$** dans le tube de refoulement.
En ce cas les pertes de tuyauterie sont très hautes ($50,7 \text{ m}$).



Nous vous recommandons de réduire le débit à environ 16 l/s pour obtenir une vitesse d'écoulement de **$1,0 \text{ m/s}$** . Ainsi la partie dynamique peut être réduite fortement. Il y a un nouveau point de fonctionnement de $Q = 16 \text{ l/s}$ à 38 mCE . On peut utiliser une plus petite hydraulique de pompe avec une puissance fortement inférieure.

Données	<i>Aggregat 1</i>	<i>Aggregat 2</i>	<i>Aggregat 3</i>
Pompe	WILO K8.70-2	WILO K8.70-2
Moteur	1216/37/2	NU511-4/18	NU611T-2/13
Vitesse de rotation nom. (min ⁻¹)	2900	3000	2900
Vitesse de rot. réelle (min ⁻¹)		2652	2921
Débit par jour (m ³)	800	800	800
Débit (l/s)	27,10	16,00	18,67
Hauteur (m)	73,7	38,7	44,4
P1.1 (kW)	35	8,5	11,9
P2.1 (kW)	29	7,4	9,8
Eta convertisseur de fréquence*	100,0%	100,0%	100,0%
Coût énergétique (€/kWh)	0,2	0,2	0,2
Eta pompe	67,5%	82,0%	82,9%
Eta moteur	83,0%	87,2%	82,5%
Eta total	56,0%	71,5%	68,4%
Durée de marche (h/jour)	8,2	13,9	11,9
Besoins d'énergie (kWh/m ³)	0,36	0,15	0,18
Coût énergétique par an	20.951,21 €	8.618,06 €	10.339,82 €

Résultat

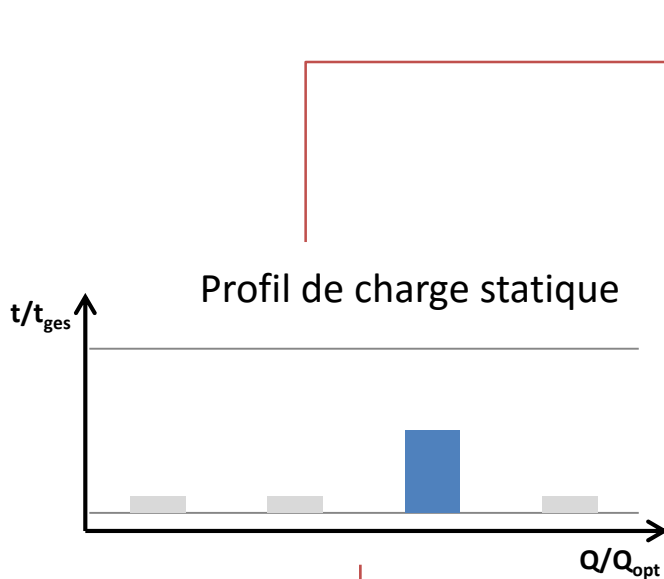
Grâce au changement vers une ZETOS K8.70-2 le coût énergétique peut être réduit considérablement à l'avenir. En comparant les deux variantes de moteur nous vous recommandons le moteur à aimant permanent à long terme.

Grâce au „système HE“ vous pouvez régler la station encore mieux selon votre demande à l'avenir. Après l'amortissement des machines vous pouvez économiser environ 17.000,00 € de coût énergétique calculé sur la base des 10 ans prochains par rapport à un moteur asynchrone. Si on compare l'état actuel avec la plus efficace variante d'un moteur à aimant permanent, l'économie sera 20.951,00 € - 8.618,00 € = **12.333,00 € / an.**

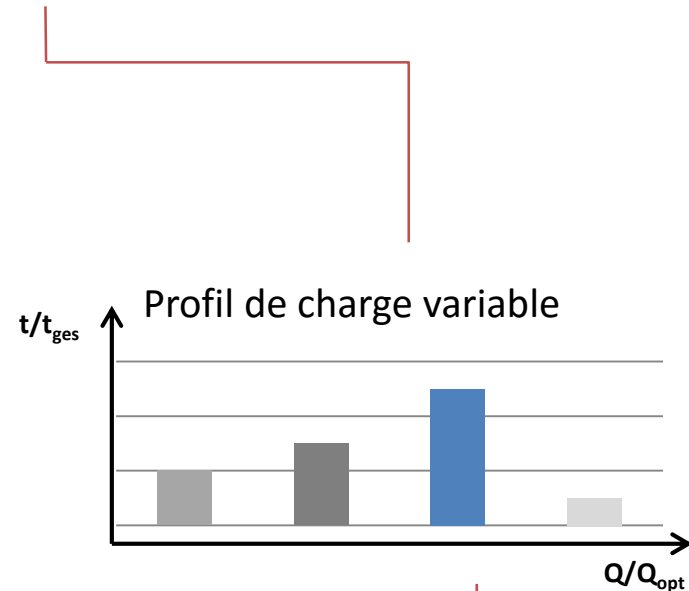
Sur la base de 10 ans il y a une économie de coût énergétique de **123.330,00 €.**



Détermination du profil de charge



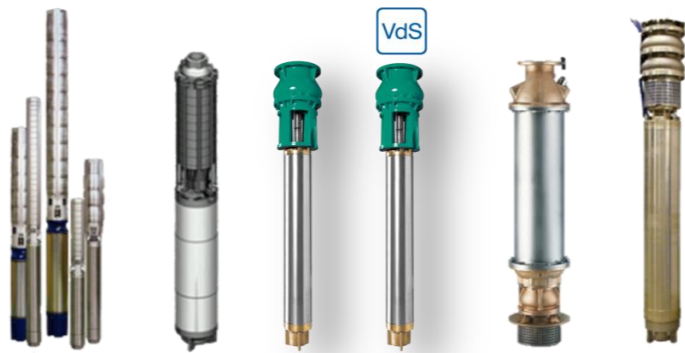
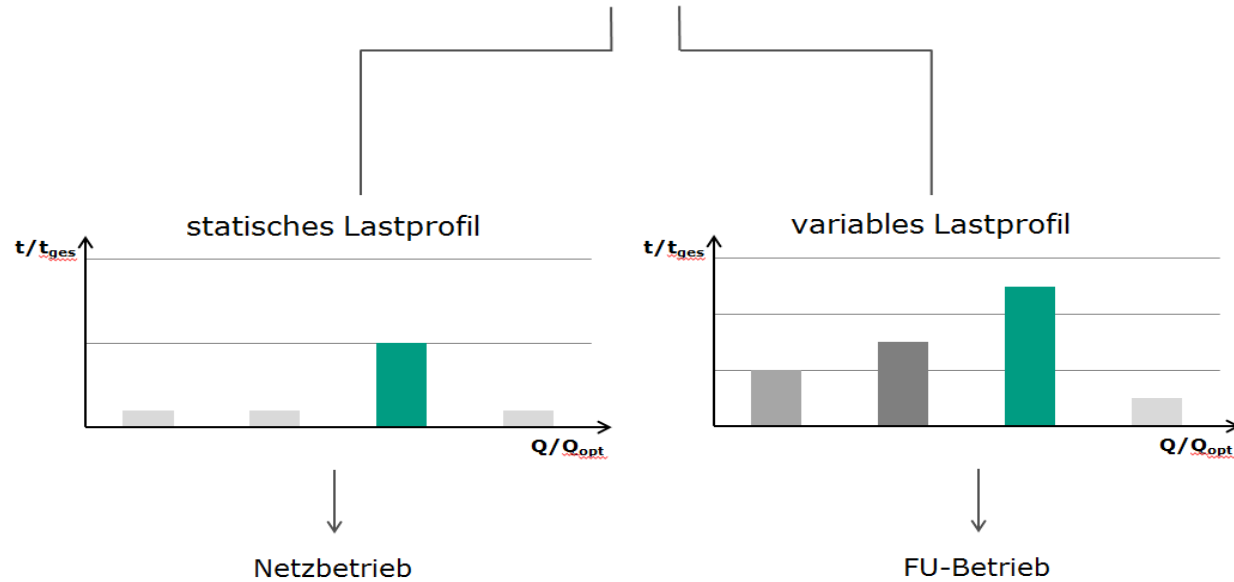
Alimentation secteur



Opération avec convertisseur
de fréquence

Interaction

Ermittlung des Lastprofils



Projet – ENERWAG

15/16 juin 2016



- Prof. Dr. Ing. Mathias Ernst DVGW Forschungsstelle TUHH-Außenstelle des TZW Karlsruhe
- TU – Hamburg-Harburg, WILO, KSB, Flowserve (Pleuger), Hamburg Wasser, Berliner Wasserbetriebe, Siemens, Danfoss und viele andere.
- Plusieurs Workshops.

Les colonnes de l'efficacité énergétique

Efficacité énergétique

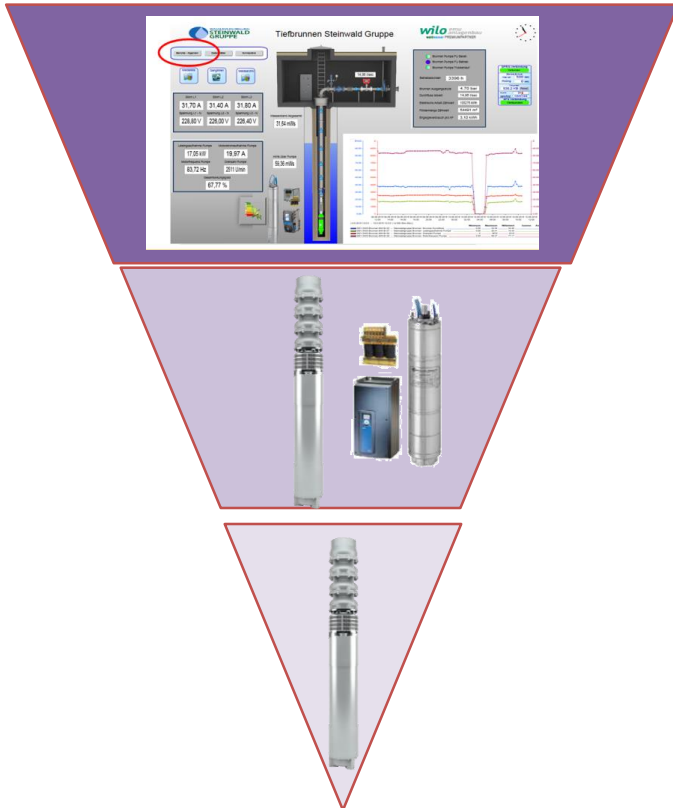
Hydraulique

Moteur

Optimisation
de
l'opération

Régulation
de vitesse

Rendement



Considération du système
Champ de captage avec gestion
de puits
Système ajusté

30 %

Pompe, moteur à aimant permanent,
Convertisseur de fréquence

8% - 10%

Pompe
4%



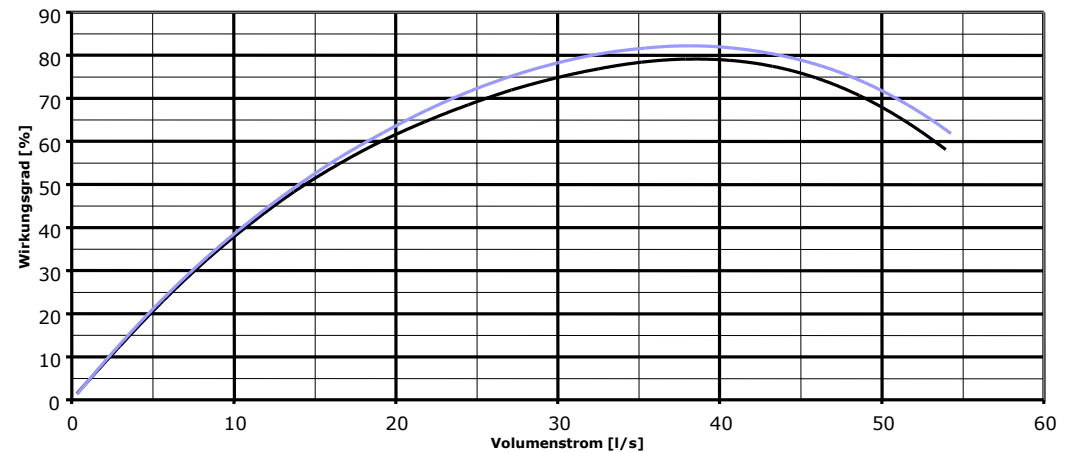
Pompe avec
Ceram CT jusqu'à

6%

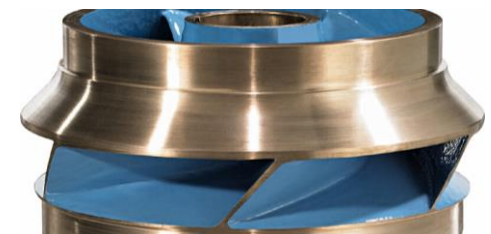
Veillez observer



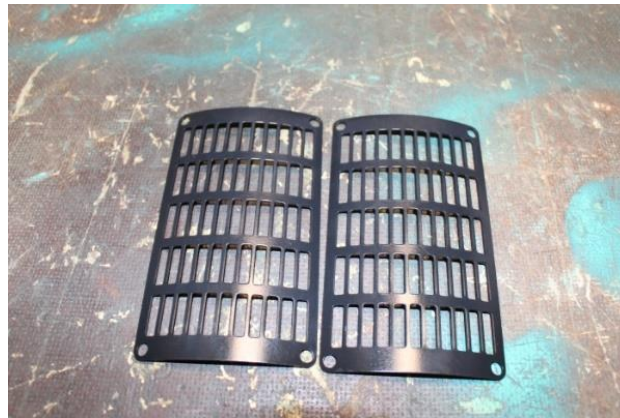
Rendement de pompe augmenté



Ceram CT ca. 2 %



Ceram – Teflon



Contre des dépôts d'ocre



Ceram – Teflon



Industrie 4.0

Eau 4.0

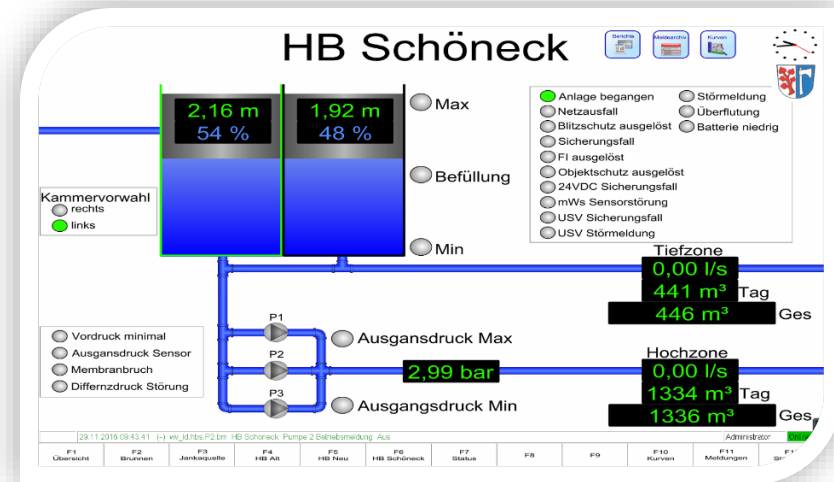
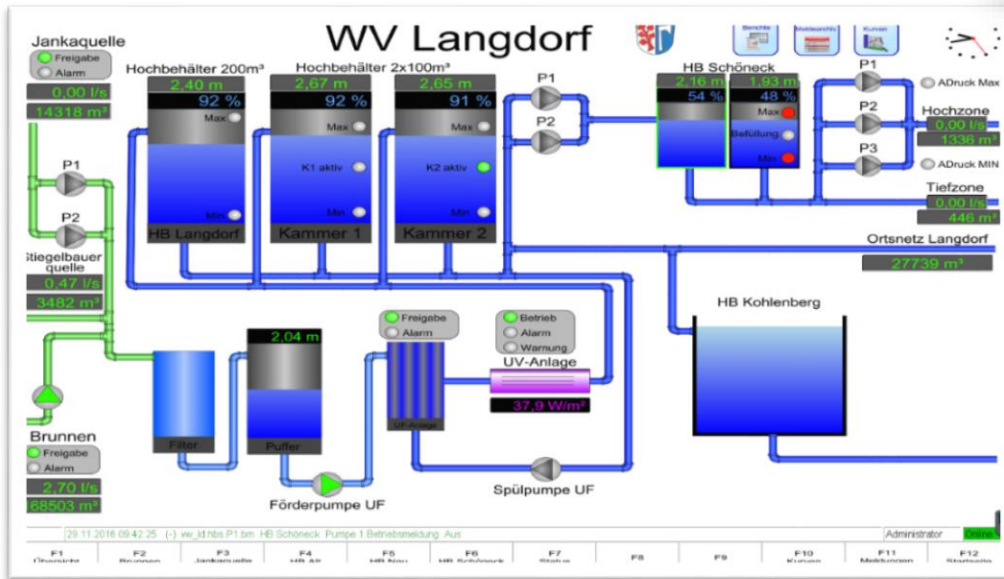
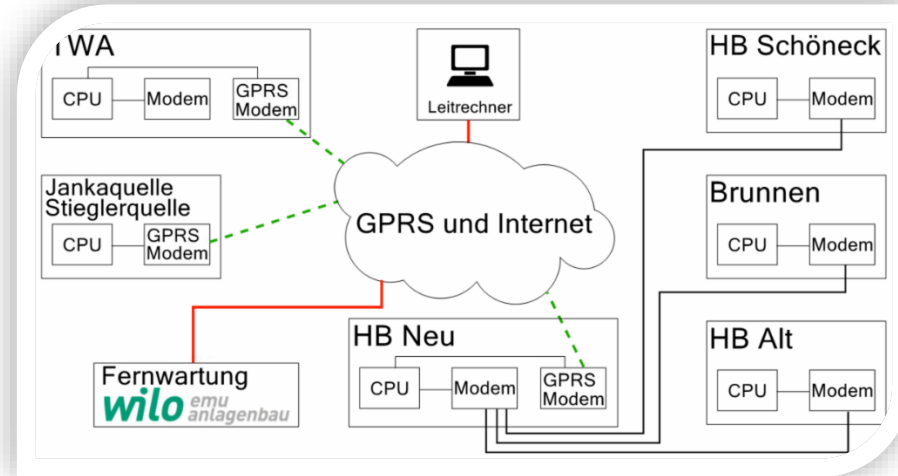
Communal 4.0

**SmaDiWa „Intelligent transformation
digitale dans la gestion d'eau**

Freebwallpapers.com

Alimentation en eau Langdorf

- Mise à jour et élargissement du superviseur de processus „FlowChief“
- Télémaintenance
- Connexions modem GPRS et de câble
- Surveillance des stations par accès à distance

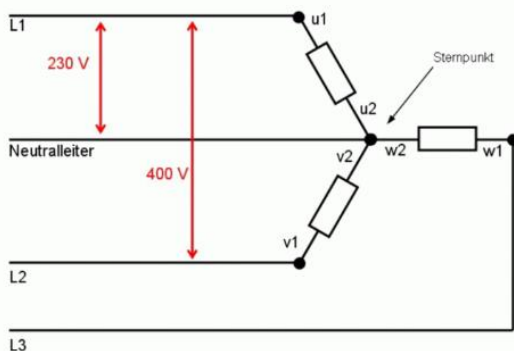


Démarrage direct

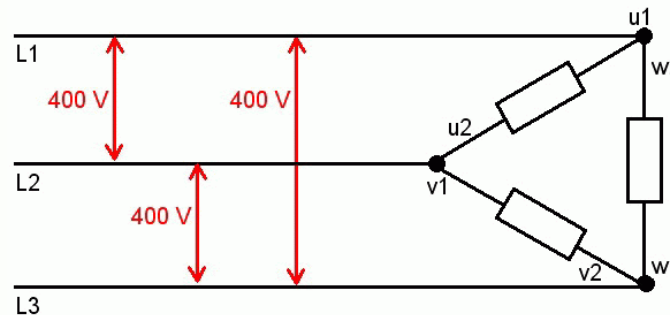
- Exécution simple et bon marché
- Le couple de démarrage compl. et la vitesse de rotation nominale sont disponibles immédiatement
- Faible échauffement du moteur grâce au vite temps d'accélération
- Ne peut être utilisé que jusqu'à une puissance de 5,5 kW maxi.
- Haut courant de démarrage (4-6 fois le courant nominal)
- Plus grande charge mécanique de la pompe

Démarrage en étoile-triangle

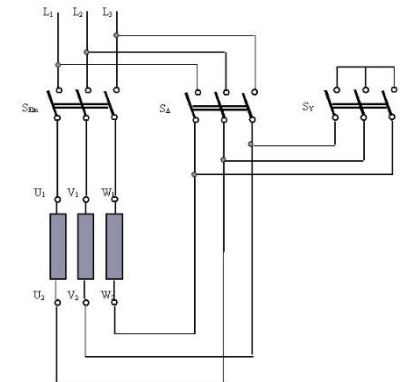
- Est utilisé en cas des puissances de 5,5 kW à 11 kW
- Seulement un tiers de la puissance de démarrage et du couple de démarrage dans la connexion en étoile
- Commutation à la connexion en triangle seulement quand la vitesse de rotation nominale est atteinte
- Des raccords de bobinage doivent être guidés séparément vers l'extérieur
- Les moteurs doivent être appropriés au démarrage en étoile-triangle
- Haut besoin en câblage et en matière



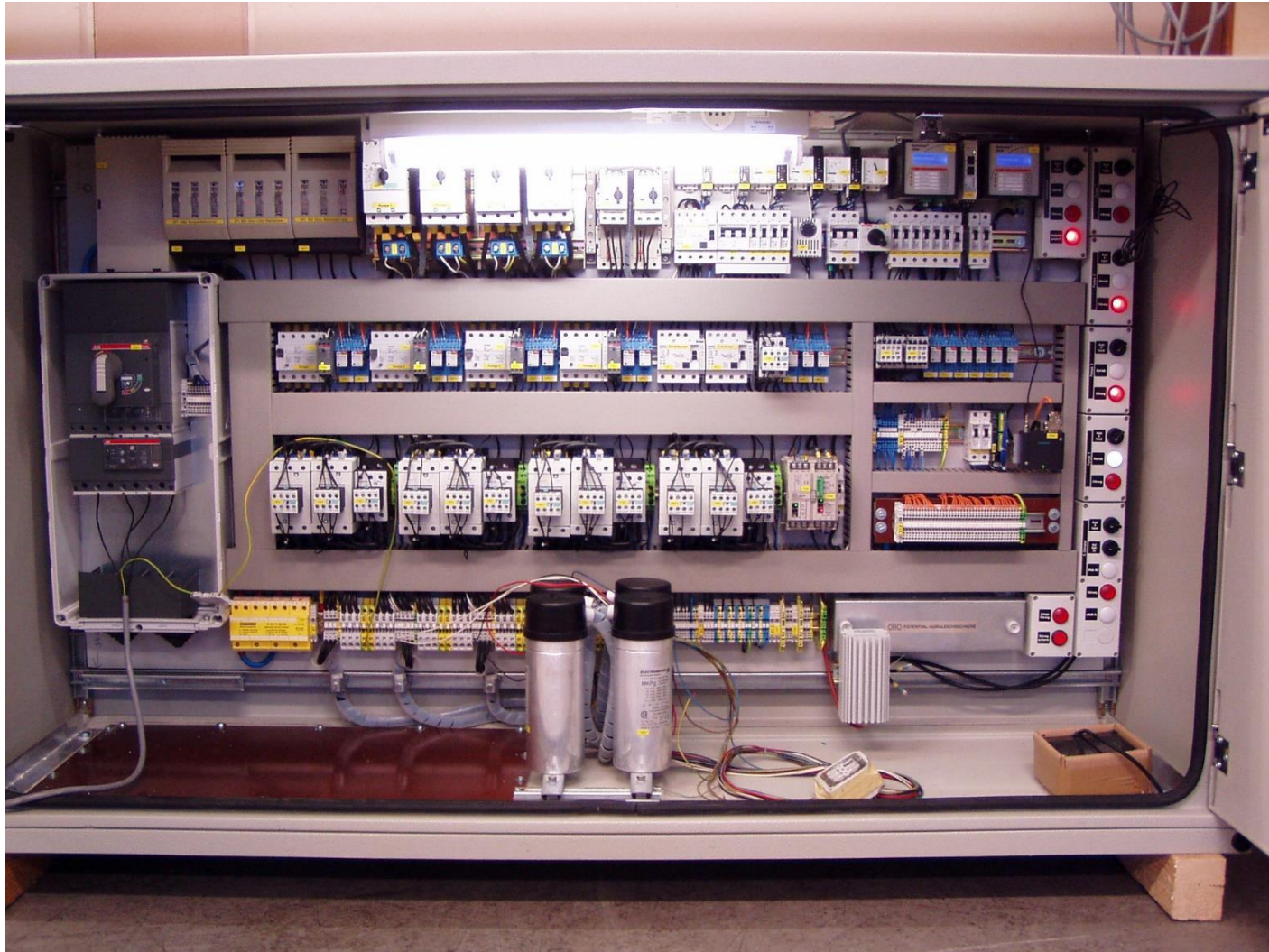
SBV – Weiterbildungskurse 2017



Pompes de l'eau souterraine - Mario Hübner



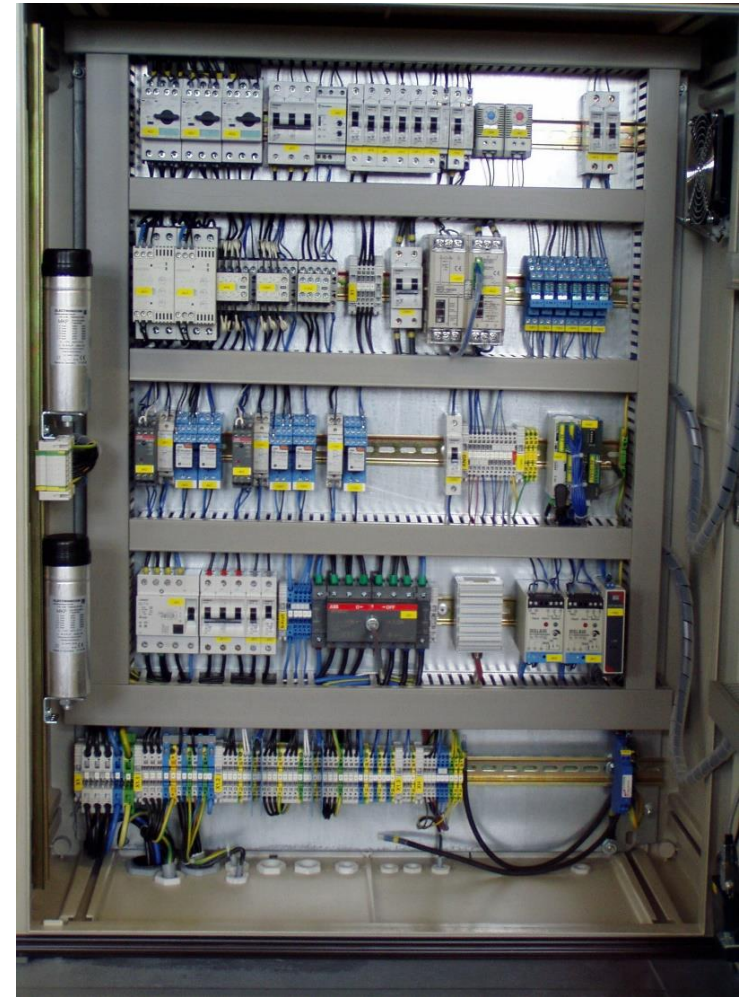
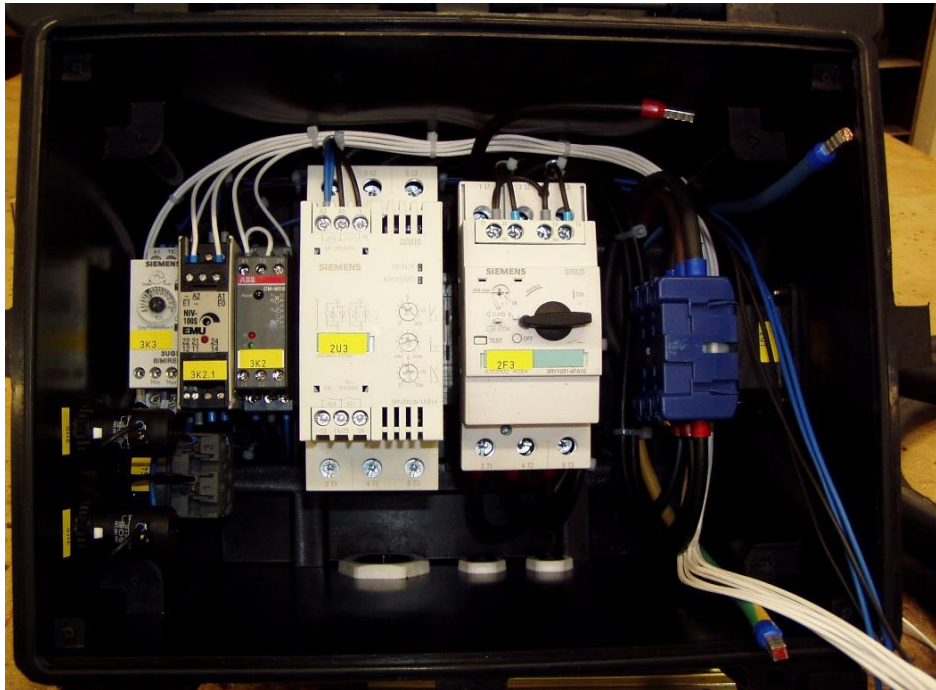
Démarrage en étoile-triangle



Dispositif de démarrage progressif

- Il réduit la tension avec un découpage de phase pendant le démarrage et l'augmente lentement jusqu'à la tension de réseau complète
- Mais avec une petite tension le couple de moteur se réduit au carré
- Si la tension complète est obtenue, l'électronique sera pontée pour réduire la puissance dissipée
- Le temps de démarrage et les rampes booster peuvent être ajustés
- Installation simple et peu encombrante
- Contrôle de courant de moteur et de charge dans le dispositif

Dispositif de démarrage progressif



Convertisseur de fréquence

- Haute économie potentielle par un réglage automatique de la quantité désirée (débit, pression)
- Réglable en continu
- Limitation du courant de démarrage, ça veut dire qu'il n'y a pas de pointes de courant et pas de chutes de tension pendant le démarrage
- Indication de tous les états d'opération importants
- Commande et connexion possibles par réseaux de bus (Modbus /Profibus)
- En cas d'un convertisseur de fréquence un contrôle thermique par thermosondes à froid PTC est recommandé
- Pour les contrôles de la chambre d'étanchéité il faudrait utiliser des électrodes-tiges double
- Faire attention à une installation selon CEM

Ne pas perdre la vue à l'eau



Avez-vous encore de questions?