

Optimisation des paramètres d'un échangeur de chaleur avec agitateur par la méthode Taguchi et l'algorithme génétique.

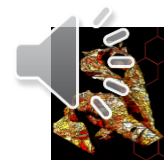
Dr. Sihem BOUZID^{1,2}, Dr.Larbi BENDADA¹, Dr.Nacer HABIR^{1,3} & Dr.Yamina HARNANE^{1,4}

¹ Université d'Oum El Bouaghi , Algérie

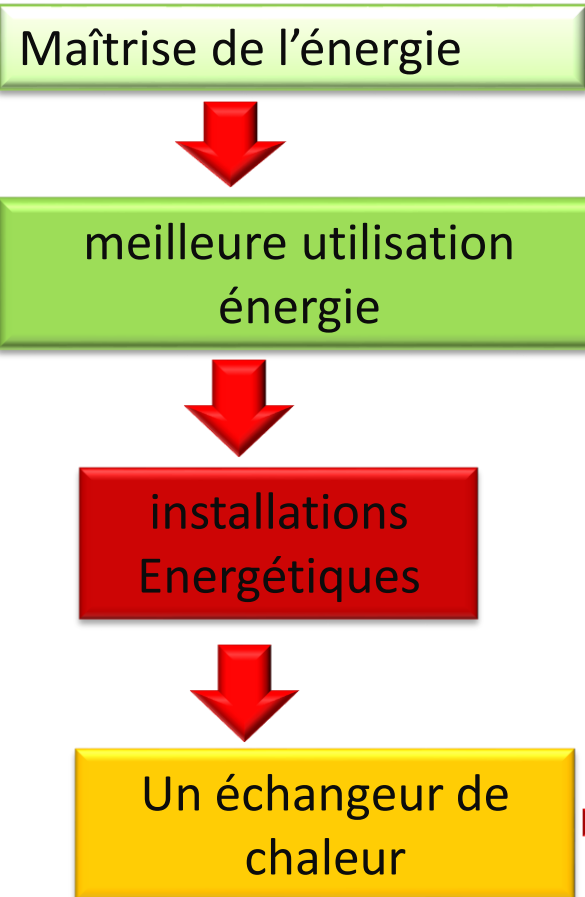
² LCMASMTF, Université Oum El Bouaghi, Algérie.

³ LMSEF, Université Oum El Bouaghi, Algérie.

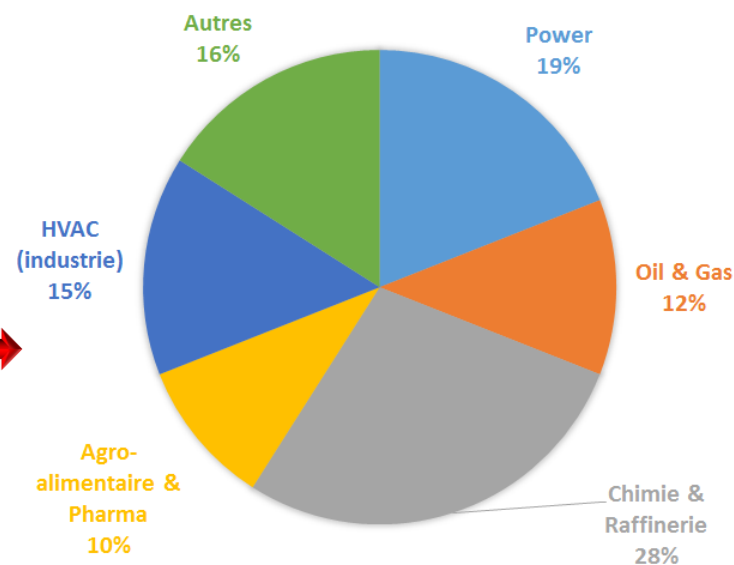
⁴ LGM, Université de Biskra, Algérie.



CONTEXTE



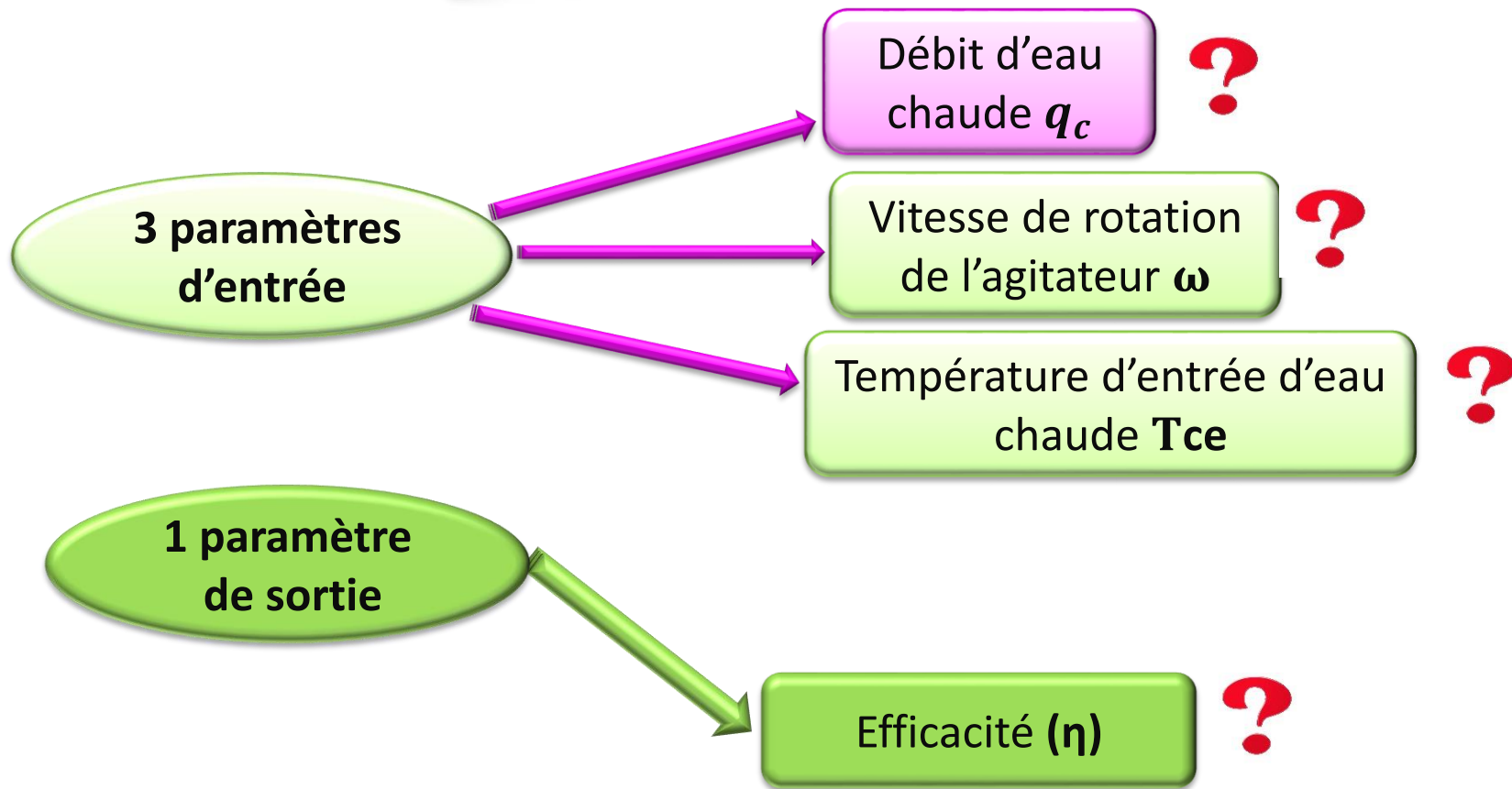
MARCHE DES ECHANGEURS THERMIQUES PAR INDUSTRIE EN EUROPE (2015)

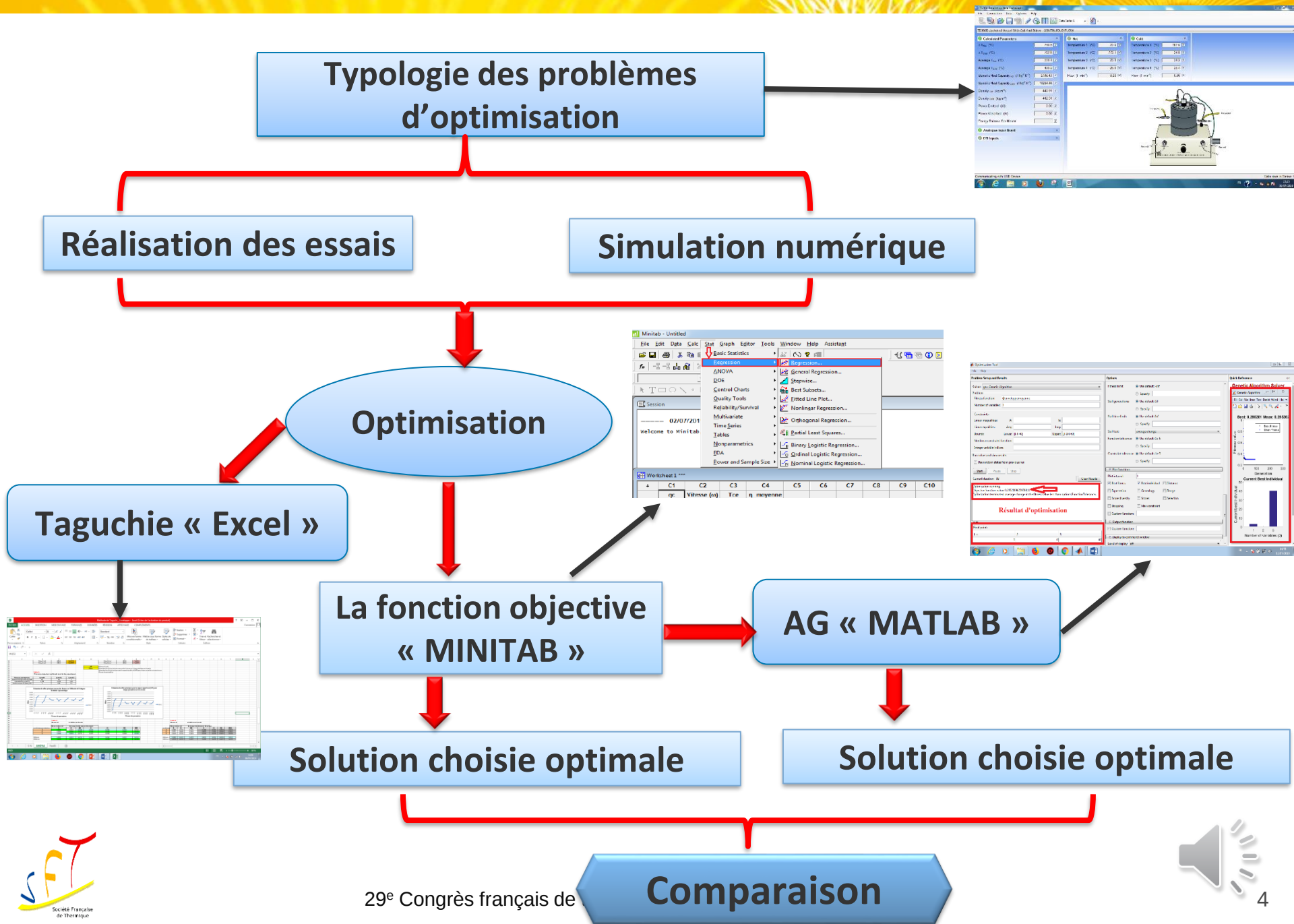


PROBLÉMATIQUE

Optimiser les paramètres de fonctionnement de
l'échangeur double enveloppe avec agitateur

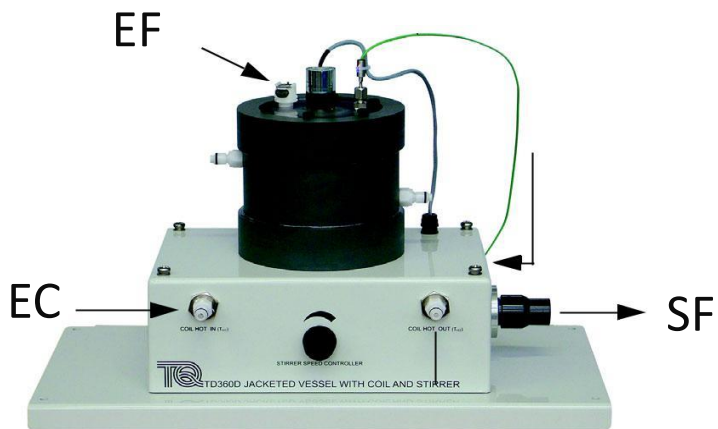
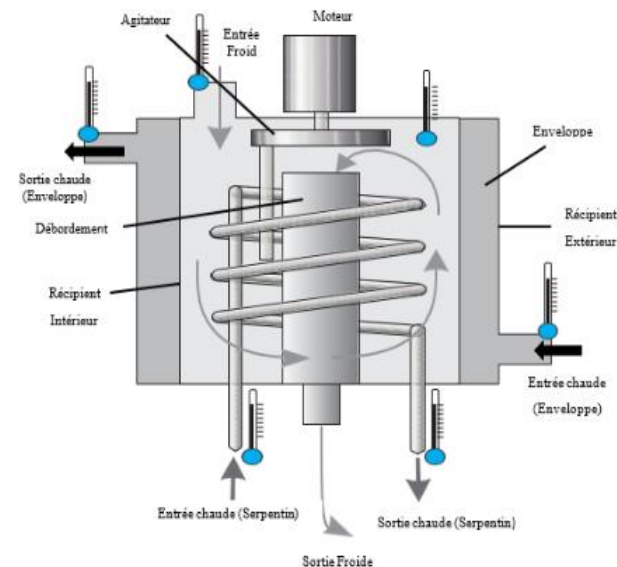
TD 360d



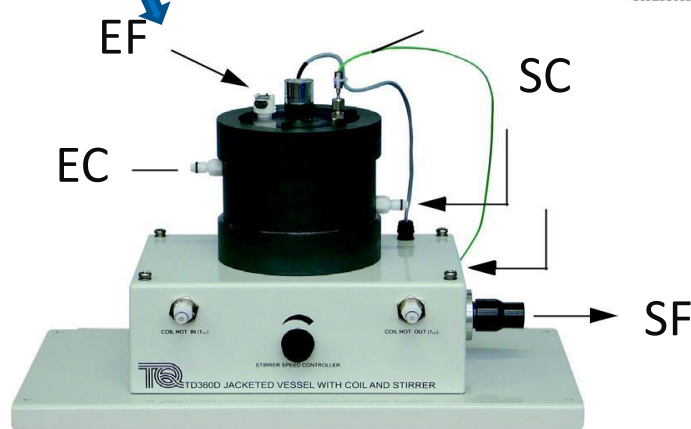


PARTIE EXPÉRIMENTALE

A / Tests



Mode Serpentin



Mode Enveloppe

Combinaison des paramètres

	A	B	C
	Débit volumique [l/min]	Vitesse de rotation [trs/min]	Température [°C]
Niveau	q_c	ω	T
1	1	0	40
2	2	50	50
3	3	100	60

3x3x3=**27** tests pour
chaque mode



54 Tests

(900 s/30s= 30 valeurs chaque test

❖ L'efficacité thermique du circuit chaud : $\eta_c = \frac{T_{c1} - T_{c2}}{T_{c1} - T_{f1}}$

❖ L'efficacité thermique du circuit froid : $\eta_f = \frac{T_{f2} - T_{f1}}{T_{c1} - T_{f1}}$

❖ L'efficacité de la température moyenne : $\eta = \frac{\eta_c + \eta_f}{2}$

Résultats des test et de Taguchi

Mode Serpentin

N°Exper	q _c	Vitesse (ω)	T _{ce}	η moyenne	S/N Ratio
1	1	0	40	0,3308	-9,6087
2	1	0	50	0,3163	-9,998
3	1	0	60	0,2979	-10,5186
4	1	50	40	0,2777	-11,1275
5	1	50	50	0,2997	-10,4663
6	1	50	60	0,3077	-10,2375
7	1	100	40	0,2964	-10,5624
8	1	100	50	0,3533	-9,0371
9	1	100	60	0,2701	-11,3695
10	2	0	40	0,1941	-14,2395
11	2	0	50	0,2184	-13,2149
12	2	0	60	0,2071	-13,6764
13	2	50	40	0,2081	-13,6346
14	2	50	50	0,2111	-13,5102
15	2	50	60	0,2213	-13,1004
16	2	100	40	0,1941	-14,2395
17	2	100	50	0,2871	-10,8393
18	2	100	60	0,2229	-13,0378
19	3	0	40	0,1681	-15,4886
20	3	0	50	0,1543	-16,2327
21	3	0	60	0,1834	-14,732
22	3	50	40	0,1681	-15,4886
23	3	50	50	0,237	-12,505
24	3	50	60	0,1803	-14,8801
25	3	100	40	0,1681	-15,4886
26	3	100	50	0,2684	-11,4243
27	3	100	60	0,1783	-14,977

Mode Enveloppe

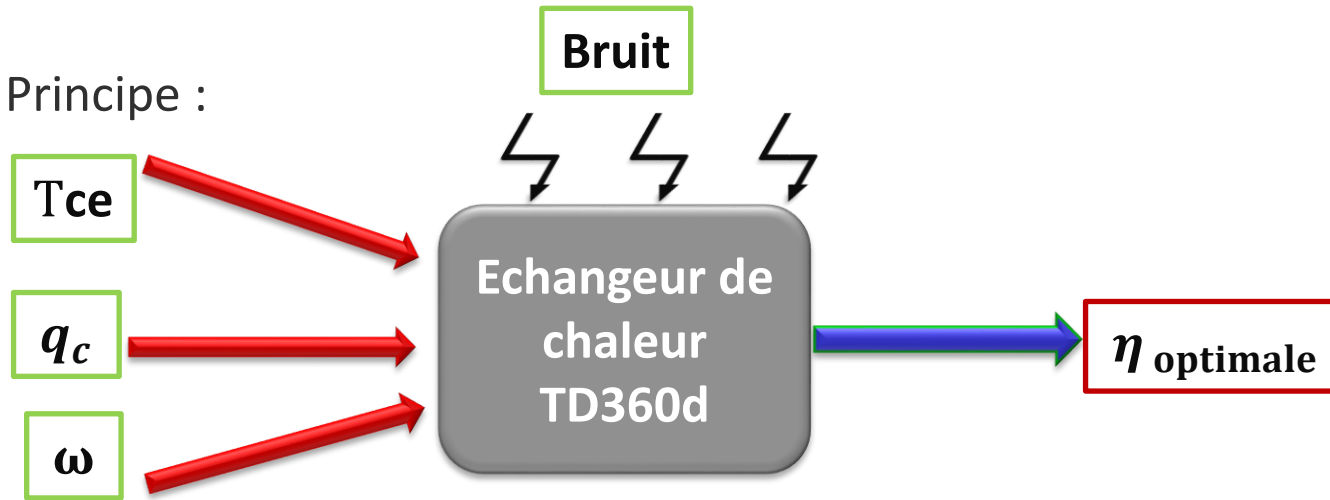
N°Exper	q _c	Vitesse (ω)	T _{ce}	η moyenne	S/N Ratio
1	1	0	40	0,3275	-9,695
2	1	0	50	0,3536	-9,0301
3	1	0	60	0,3631	-8,7984
4	1	50	40	0,3402	-9,3641
5	1	50	50	0,3173	-9,9709
6	1	50	60	0,3695	-8,6488
7	1	100	40	0,3577	-8,9302
8	1	100	50	0,3748	-8,5234
9	1	100	60	0,3746	-8,5296
10	2	0	40	0,3675	-8,6954
11	2	0	50	0,3842	-8,3093
12	2	0	60	0,3775	-8,4617
13	2	50	40	0,3832	-8,3317
14	2	50	50	0,392	-8,1334
15	2	50	60	0,3869	-8,2477
16	2	100	40	0,403	-7,8944
17	2	100	50	0,3984	-7,9927
18	2	100	60	0,416	-7,6177
19	3	0	40	0,3671	-8,7034
20	3	0	50	0,3832	-8,3314
21	3	0	60	0,3763	-8,4901
22	3	50	40	0,3968	-8,0277
23	3	50	50	0,4026	-7,9018
24	3	50	60	0,3946	-8,0763
25	3	100	40	0,41	-7,745
26	3	100	50	0,4176	-7,5853
27	3	100	60	0,4199	-7,5364



PARTIE OPTIMISATION

A/ Méthode de Taguchi

❖ Principe :



❖ Calcul :

$$SN_L = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

S/N : Rapport Signal-bruit,

n : Nombre de tests expérimentaux,

y : l'efficacité moyenne de l'échangeur de chaleur.

B/ Méthode des AG

Maximiser l'efficacité

$$\eta : Y(A, B, C)$$

Sous les contraintes :

$$\text{Débit volumique } q_c : 1 \leq A \leq 3$$

$$\text{Vitesse } \omega : 0 \leq B \leq 100$$

$$\text{Température } T_{ce} : 40 \leq C \leq 60$$

- Modèle se basant sur un réseau orthogonal.
- utilisé en tant que fonction objectif dans l'algorithme génétique mono-objectif.
- Les corrélations entre les différents paramètres ont été obtenues par la régression, méthode moindres carrés

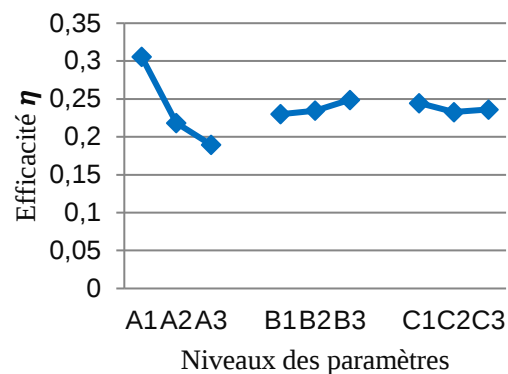
Le calcul par l'outil Minitab a fourni la fonction objectif :

- $\eta_{\text{moyenne}} = -0,0580 \cdot q_c + 0,00935 \cdot \omega + 0,00353 \cdot T_{ce} + 0,328$ mode serpentin
- $\eta_{\text{moyenne}} = +0,0217 \cdot q_c + 0,000302 \cdot \omega + 0,000697 \cdot T_{ce} + 0,287$ mode calandre

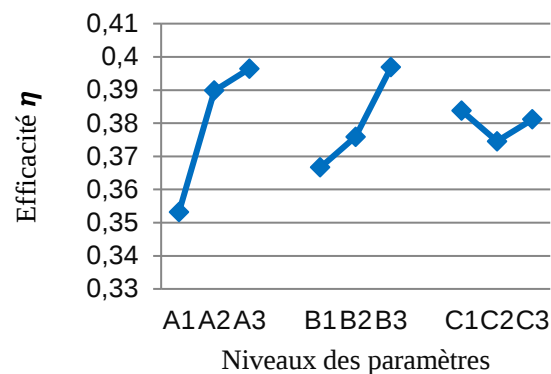


RÉSULTATS

■ Expérimental

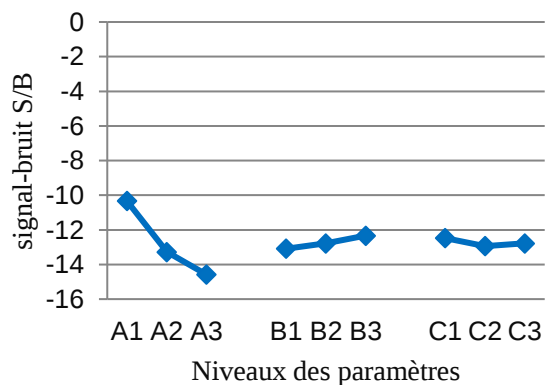


A1B3C2 $\eta = 0.3533$

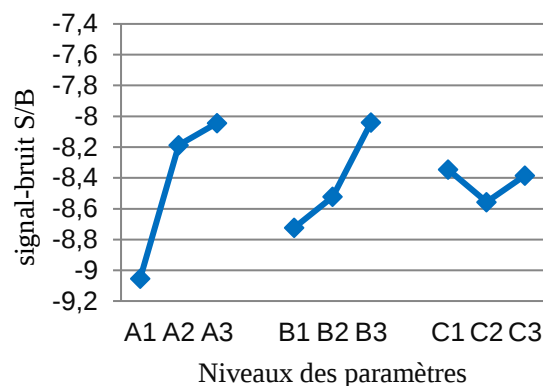


A1B3C3 $\eta = 0.4199$

■ Méthode de Taguchi

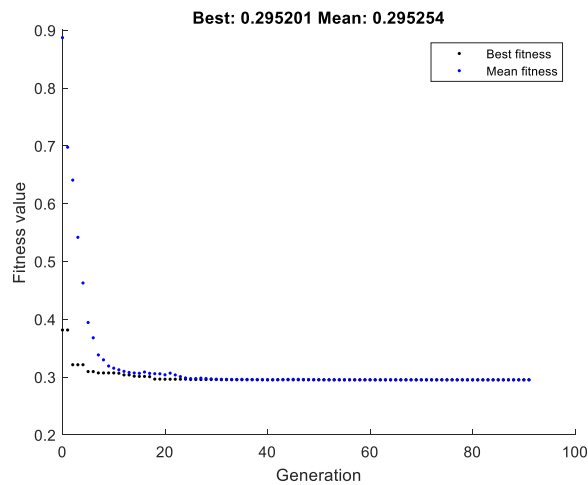


A1B3C1 $\eta = 0.2964$

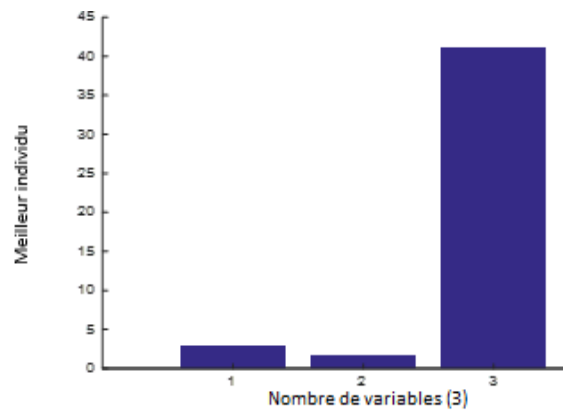


A3B3C1 $\eta = 0.4100$

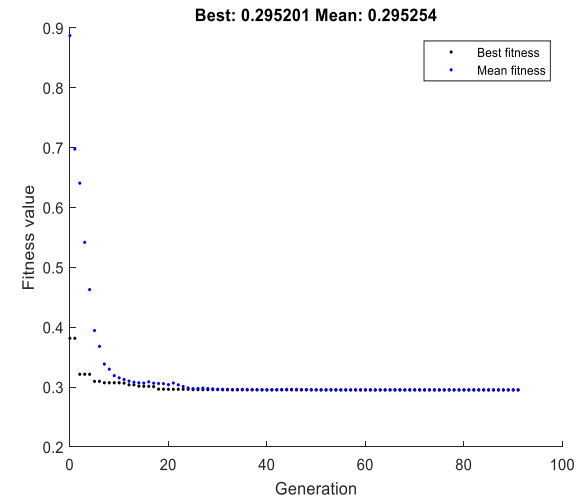
■ Méthode AG



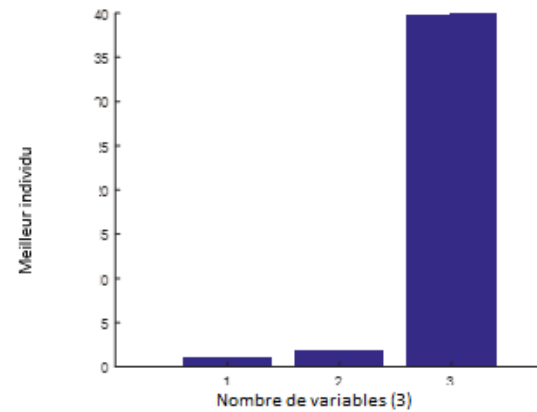
iteration 91 $\eta = 0,2952$



CAB



iteration 96 $\eta = 0,33658$



CBA

Comparaison

	Débit volumique (l/s)	Vitesse (tr/min)	Température (°C)	Efficacité moyenne
Expériences	1	100	50	0.3533
Méthode de Taguchi	1	100	40	0.2964
Algorithme Génétique	3	0	40	0,2952

« mode Serpentin »

	Débit volumique (l/s)	Vitesse (tr/min)	Température (°C)	Efficacité moyenne
Expériences	3	100	60	0.4199
La méthode de Taguchi	3	100	40	0.4100
algorithme Génétique	1	0	40	0,33658

« mode Enveloppe »

CONCLUSIONS

- ✓ l'expérience : A1B3C2 en Serpentin
A3B3C3 en Enveloppe
- ✓ Taguchi : A1B3C1 en Serpentin
A3B3C1 en Enveloppe
- ✓ l'algorithme génétique à environ 25 générations fournit une valeur meilleure égale à 0.2952 pour le mode Serpentin et 0.3365 pour le mode Enveloppe.
- ✓ En comparaison entre les deux méthodes, la méthode Taguchi donne un optimum supérieur à celui donné par l'algorithme AG
- ✓ la méthode de Taguchi a fourni des résultats plus proches de ceux de l'expérimental
- ✓ l'efficacité Optimum est en mode enveloppe pour un débit 3l/min, une vitesse de rotation 100, une température d'entrée chaude 40°C, elle vaut dans ce cas 41%.

PERSPECTIVES

- ✓ Faire l'étude avec d'autres méthodes d'optimisation
- ✓ Projeter l'étude sur un échangeur similaire dans une installation réellement en fonctionnement ou dans la littérature;
- ✓ Effectuer la même étude pour les autres échangeurs disponibles TD360a, b, c.

REMERCI
pour
VOTRE ATTENTION