

Chapitre 6

analyse plans fractionnaires : exemples

NOM	nombre facteurs X	nombre réponses Y	nombre répétitions n	plan	nombre points centre	nombre blocs b
Ex-6.1 filtration	4	1	1	2^{4-1}	0	1
Ex-6.2 courbure	6	1	4	2^{6-2}	0	1
Ex-6.3 moulage	7	1	1	2^{7-2}	0	2
Ex-6.4 : 2 séries base + réfléchi	7 7	1 1	1 1	2^{7-4} 2^{7-4}	1 1	1 1
Ex-6.5 CNC manufacture	8	1	1	2^{8-3}	0	1
Ex-6.6 : boulon base + réfléchi	10 10	1 1	3 3	2^{10-5} 2^{10-5}	0 0	1 1

PLANS FRACTIONNAIRES :

conséquences : effets confondus

RAPPEL

Exemple plan 2^{4-1} 4 facteurs en 8 essais $D = ABC$

$$BCD = BC(ABC) = AB^2C^2 = A \quad \text{car } B^2 = C^2 = I = \text{identité}$$

$$B = ACD \quad C = ABD \quad A = BCD \quad ABCD = I$$

$$\begin{array}{l} AB = CD \\ AC = BD \\ AD = BC \\ BC = AD \\ BD = AC \\ CD = AB \end{array}$$

tous ces résultats
viennent de l'équation
 $D = ABC$
déplacer les lettres de part
et d'autre de l'égalité

PLAN FRACTIONNAIRE 2⁴⁻¹
conséquences : effets confondus

plan de
 8 essais
 avec 4
 facteurs
D = ABC

X₁ = X_A
X₂ = X_B
X₃ = X_C
X₇ = X_D

X₄ = X_{AB}
 = X_AX_B
 = X_{CD}

X₅ = X_{AC}
 = X_AX_C
 = X_BX_B

X₆ = X_{BC}
 = X_BX_C
 = X_AX_D

	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	Y
#	effet général	A BCD	B ACD	C ABD	AB CD	AC BD	BC AD	ABC D	
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	Y1
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	Y2
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	Y3
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	Y4
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	Y5
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	Y6
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	Y7
8	1	1	1	1	1	1	1	1	Y8

modèle avec effets triples ABC, BCD,... négligeables

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7$$

AB et CD alias : β_4 effet de AB ou CD

β_5 : effet de AC ou BD β_6 : effet de BC ou AD

ANALYSE des PLANS FRACTIONNAIRES $2^k - p$

- comme les plans complets 2^k **sauf que**
- **tenir en compte les effets confondus pour l'interprétation**
- **AIDE: 3 principes pour interpréter les effets factoriels confondus**
 - **hiérarchie** : les effets d'ordre inférieur – effets principaux et effets interactions doubles sont plus susceptibles d'être plus importants que les effets d'ordre supérieur (interactions d'ordre 3 et plus)
 - **rareté** : petit nombre d'effets importants (loi de Pareto):
20% effets expliquent 80% variabilité
 - **hérédité** : si interaction importante
au moins un des facteurs est important

Exemple 6.1 filtration

Filtration rate of a chemical produced in a pressure vessel
Montgomery 6th ed. p. 228

objectif : maximiser Y et opérer avec C min

A : temp (deg C) B: pression (psig) C: concentration formaldéhyde (%)
D : taux rotation (rpm) Y : taux de filtration (g/h)

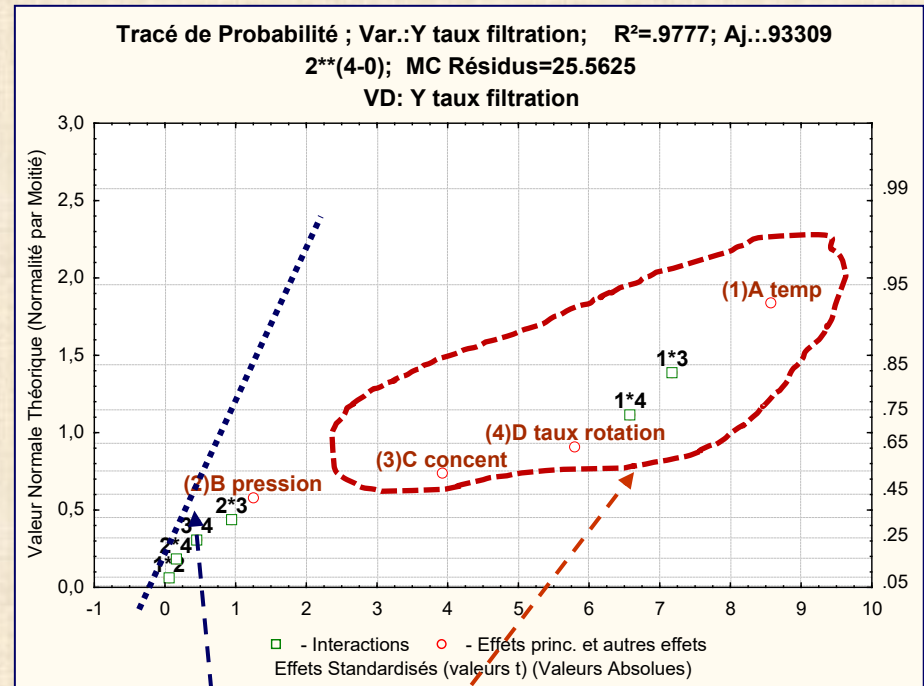
plan complet 16 essais pas de répétition

2 plans fractionnaires 8 essais avec

ABCD = 1 et ABCD = -1

id	A	B	C	D	Y	ABCD	
						=	= -
						fraction	
1	24	10	2	15	45	oui	
2	35	10	2	15	71		oui
3	24	15	2	15	48		oui
4	35	15	2	15	65	oui	
5	24	10	4	15	68		oui
6	35	10	4	15	60	oui	
7	24	15	4	15	80	oui	
8	35	15	4	15	65		oui
9	24	10	2	30	43		oui
10	35	10	2	30	100	oui	
11	24	15	2	30	45	oui	
12	35	15	2	30	104		oui
13	24	10	4	30	75	oui	
14	35	10	4	30	86		oui
15	24	15	4	30	70		oui
16	35	15	4	30	96	oui	

analyse 16 essais



effets importants : A, AC, AD, D, C
effets pas importants : B, BC, BD, AB, CD

Exemple 6.1 filtration 3 analyses

Analyse1: 16 essais

	Effect	Coeff.
Mean/Interc.	70.06	70.06
(1)A-temp	21.63	10.81
1 by 3	-18.13	-9.06
1 by 4	16.63	8.31
(4)D-taux rotation	14.63	7.31
(3)C-concentration	9.87	4.94
(2)B-pression	3.12	1.56
2 by 3	2.37	1.19
3 by 4	-1.13	-0.56
2 by 4	-0.38	-0.19
1 by 2	0.12	0.06

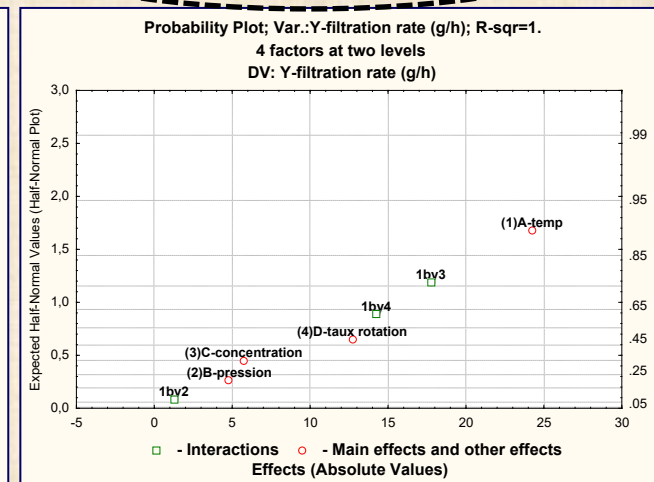
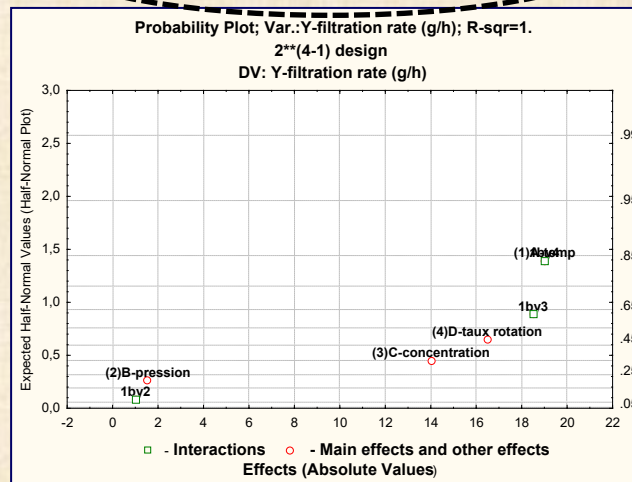
Analyse2 : 8 essais D = ABC

	Effect	Coeff.
Mean/Interc.	70.75	70.75
(1)A-temp	19.00	9.50
1 by 4 = 2*3	19.00	9.50
1 by 3 = 2*4	-18.50	-9.25
(4)D-taux rotation	16.50	8.25
(3)C-concentration	14.00	7.00
(2)B-pression	1.50	0.75
1 by 2 = 3*4	-1.00	-0.50

Analyse3 : 8 essais D = -ABC

	Effect	Coeff.
Mean/Interc.	69.38	69.38
(1)A-temp	24.25	12.13
1 by 3 = 2*4	-17.75	-8.88
1 by 4 = 2*3	14.25	7.13
(4)D-taux rotation	12.75	6.37
(3)C-concentration	5.75	2.87
(2)B-pression	4.75	2.38
1 by 2 = 3*4	1.25	0.63

chaque plan 8 essais :
résolution IV



effets calculés avec chacun de 2 plans fractionnaires de 8 essais
ne sont pas très différents de ceux du plan complet de 16 essais

plan fractionnaire : peut identifier correctement les effets importants
si la résolution est IV ou plus

Exemple 6.2

Y = courbure

Myers-Montgomery p.178 - Montgomery 6 ed. p. 339

Effet de 6 facteurs sur la courbure de substrat - Plan 2⁶⁻²

Plan 2⁶⁻²

E = ABC F = ACD

Objectif : minimiser Y et minimiser S

#	A temp deg C	B durée lamin sec	C pression lamin ton	D temp firing deg C	E cycle firing hr	F firing dew deg C	Y Courbure (po /po) x10000	Y1 Piè ce 1	Y2 piè ce 2	Y3 piè ce 3	Y4 piè ce 4	Ybar moyenne 4 pièces	S écart type
1	55	10	5	1580	17.5	20	167	167	128	149	185	157.25	24.42
2	75	10	5	1580	29.0	26	62	62	66	44	20	48.00	20.98
3	55	25	5	1580	29.0	20	41	41	43	42	50	44.00	4.08
4	75	25	5	1580	17.5	26	73	73	71	39	30	53.25	25.03
5	55	10	10	1580	29.0	26	47	47	47	40	89	55.75	22.41
6	75	10	10	1580	17.5	20	219	219	258	147	296	230.00	63.64
7	55	25	10	1580	17.5	26	121	121	90	92	86	97.25	16.03
8	75	25	10	1580	29.0	20	255	255	250	226	169	225.00	39.42
9	55	10	5	1620	17.5	26	32	32	23	77	69	50.25	26.73
10	75	10	5	1620	29.0	20	78	78	158	60	45	85.25	50.34
11	55	25	5	1620	29.0	26	43	43	27	28	28	31.50	7.68
12	75	25	5	1620	17.5	20	186	186	137	158	159	160.00	20.08
13	55	10	10	1620	29.0	20	110	110	86	101	158	113.75	31.12
14	75	10	10	1620	17.5	26	65	65	109	126	71	92.75	29.51
15	55	25	10	1620	17.5	20	155	155	158	145	145	150.75	6.75
16	75	25	10	1620	29.0	26	93	93	124	110	133	115.00	17.45

Exemple 6.2
courbure


Modèle Y = effets principaux + interactions doubles

Plan 2⁶⁻²

E = ABC F = ACD

	Alias	Alias
(1)A <u>Temp (deg C)</u>		
(2)B <u>Durée lamin (sec)</u>		
(3)C <u>pression lamin (ton)</u>		
(4)D <u>Temp firing (deg C)</u>		
(5)E <u>cycle firing (hr)</u>		
(6)F <u>Firing dew deg C</u>		
1 by 2	3*5	
1 by 3	2*5	4*6
1 by 4	3*6	
1 by 5	2*3	
1 by 6	3*4	
2 by 4	5*6	
2 by 6	4*5	

STATISTICA X

 The X'X matrix is singular and cannot be inverted. Click OK to review the confounding of effects, and to compute results for all estimable effects (among those that you requested). Note that not all sums of squares will be unique.

Message si
plan fractionnaire

effets ordre croissant valeurs de p

	Effect	p	Coeff.
Mean/Interc.	106.86	0.0000	106.86
(6)F Firing dew deg C	-77.78	0.0000	-38.89
(3)C pression lamin (ton)	56.34	0.0000	28.17
(1)A Temp (deg C)	38.59	0.0000	19.30
(5)E cycle firing (hr)	-34.16	0.0000	-17.08
2 by 4 = 5*6	23.34	0.0035	11.67
1 by 3 = 2*5 = 4*6	22.72	0.0044	11.36
1 by 6 = 3*4	-20.03	0.0113	-10.02
1 by 2 = 3*5	18.84	0.0168	9.42
1 by 5 = 2*3	18.47	0.0190	9.23
(4)D Temp firing (deg C)	-13.91	0.0738	-6.95
1 by 4 = 3*6	-11.91	0.1243	-5.95
2 by 6 = 4*5	7.09	0.3561	3.55
(2)B Durée lamin (sec)	5.47	0.4760	2.73

Exemple 6.2 courbure

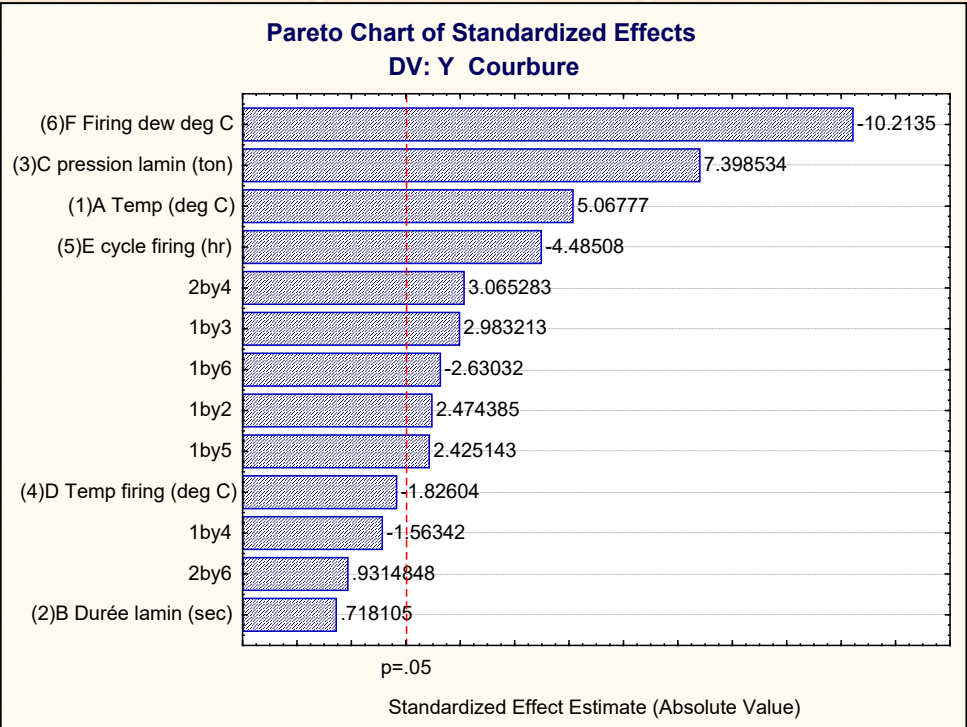
Modèle Y = effets principaux + interactions doubles

ANOVA; Var.:Y Courbure; R-sqr = 0,83291; Adj.= 0,78946
MS Residual = 927.94 DV: Y Courbure

	SS	df	MS	F	p
(1)A Temp (deg C)	23831.6	1	23831.64	25.682	0.00001
(2)B Durée lamin (sec)	478.5	1	478.52	0.516	0.47603
(3)C pression lamin (ton)	50793.9	1	50793.89	54.738	0.00000
(4)D Temp firing (deg C)	3094.1	1	3094.14	3.334	0.07382
(5)E cycle firing (hr)	18666.4	1	18666.39	20.116	0.00004
(6)F Firing dew deg C	96798.8	1	96798.77	104.316	0.00000
1 by 2	5681.4	1	5681.39	6.123	0.01678
1 by 3	8258.3	1	8258.27	8.900	0.00440
1 by 4	2268.1	1	2268.14	2.444	0.12426
1 by 5	5457.5	1	5457.52	5.881	0.01896
1 by 6	6420.0	1	6420.02	6.919	0.01131
2 by 4	8718.9	1	8718.89	9.396	0.00350
2 by 6	805.1	1	805.14	0.868	0.35608
Error	46397.0	50	927.94		
Total SS	277669.7	63			

attention !

	Alias	Alias
1 by 2	3*5	
1 by 3	2*5	4*6
1 by 4	3*6	
1 by 5	2*3	
1 by 6	3*4	
2 by 4	5*6	
2 by 6	4*5	



B et D pas significatifs plan initial 2^{6-2}
devient plan complet 2^4 pour A C E F

mais l'analyse est – elle correcte ?
réponse NON car les 4 pièces ne
ne constituent pas des répétitions
Analyse avec \bar{Y}

Exemple 6.2 courbure

nouvelle analyse : réponse = Ybar

R-sqr= 0.97884; Adj: 0.84131 DV: Ybar

	SS	df	MS	F	p
(1)A Temp (deg C)	5957.91	1	5957.91	9.534	0.0908
(2)B Durée lamin (sec)	119.63	1	119.63	0.191	0.7044
(3)C pression lamin (ton)	12698.47	1	12698.47	20.320	0.0459
(4)D Temp firing (deg C)	773.54	1	773.54	1.238	0.3817
(5)E cycle firing (hr)	4666.60	1	4666.60	7.468	0.1119
(6)F Firing dew deg C	24199.69	1	24199.69	38.725	0.0249
1 by 2	1420.35	1	1420.35	2.273	0.2707
1 by 3	2064.57	1	2064.57	3.304	0.2108
1 by 4	567.04	1	567.04	0.907	0.4413
1 by 5	1364.38	1	1364.38	2.183	0.2776
1 by 6	1605.00	1	1605.00	2.568	0.2502
2 by 4	2179.72	1	2179.72	3.488	0.2028
2 by 6	201.29	1	201.29	0.322	0.6276
Error	1249.82	2	624.91		
Total SS	59068.00	15			

A C F significatifs

B D E pas significatifs

Pas d'interaction significatives

$$Y = 106.86 - 38.9X_F + 28.17X_C + 19.3X_A$$

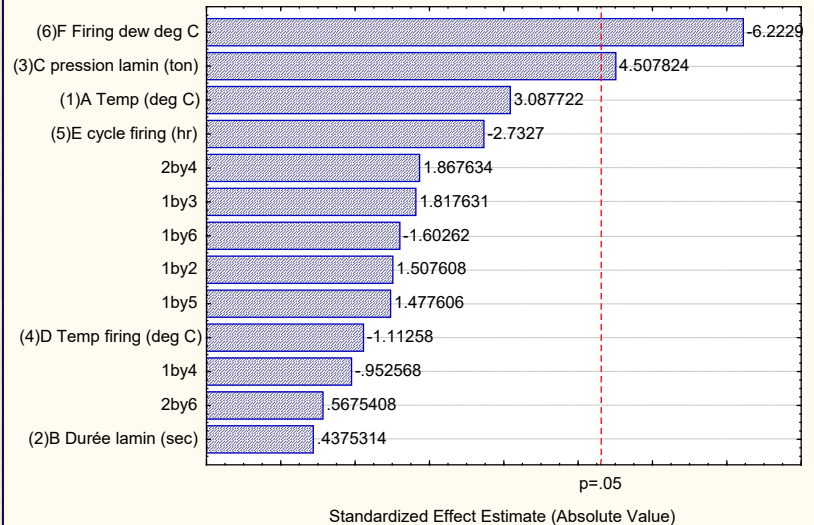
minimum Y

$X_F = 1$	$F = 26 \text{ deg C}$
$X_C = -1$	$C = 5 \text{ ton}$
$X_A = -1$	$A = 55 \text{ deg C}$
$X_e = 1$	$E = 29 \text{ hr}$

	Effect	Std. Er	t(2)	p	Coeff.
Mean/Interc.	106.86	6.250	17.099	0.0034	106.86
(6)F Firing dew deg C	-77.78	12.499	-6.223	0.0249	-38.89
(3)C pression lamin (ton)	56.34	12.499	4.508	0.0459	28.17
(1)A Temp (deg C)	38.59	12.499	3.088	0.0908	19.30
(5)E cycle firing (hr)	-34.16	12.499	-2.733	0.1119	-17.08
2 by 4	23.34	12.499	1.868	0.2028	11.67
1 by 3	22.72	12.499	1.818	0.2108	11.36
1 by 6	-20.03	12.499	-1.603	0.2502	-10.02
1 by 2	18.84	12.499	1.508	0.2707	9.42
1 by 5	18.47	12.499	1.478	0.2776	9.23
(4)D Temp firing (deg C)	-13.91	12.499	-1.113	0.3817	-6.95
1 by 4	-11.91	12.499	-0.953	0.4413	-5.95
2 by 6	7.09	12.499	0.568	0.6276	3.55
(2)B Durée lamin (sec)	5.47	12.499	0.438	0.7044	2.73

Pareto Chart of Standardized Effects

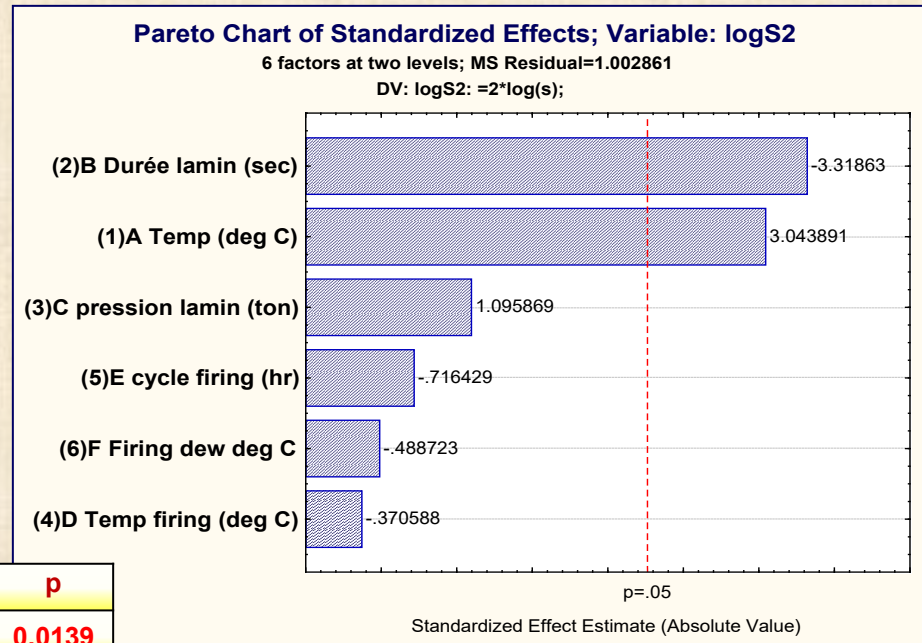
DV: Ybar



Exemple 6.2 courbure

analyse log (S²) avec un modèle d'ordre 1

Analyse de Log S2	Effect	p	Coeff.
Mean/Interc.	6.051	0.0000	6.051
(2)B Durée lamin (sec)	-1.662	0.0090	-0.831
(1)A Temp (deg C)	1.524	0.0139	0.762
(3)C pression lamin (ton)	0.549	0.3016	0.274
(5)E cycle firing (hr)	-0.359	0.4919	-0.179
(6)F Firing dew deg C	-0.245	0.6367	-0.122
(4)D Temp firing (deg C)	-0.186	0.7195	-0.093



Analyse de Log S2	SS	df	MS	F	p
(1)A Temp (deg C)	9.292	1	9.292	9.265	0.0139
(2)B Durée lamin (sec)	11.045	1	11.045	11.013	0.0090
(3)C pression lamin (ton)	1.204	1	1.204	1.201	0.3016
(4)D Temp firing (deg C)	0.138	1	0.138	0.137	0.7195
(5)E cycle firing (hr)	0.515	1	0.515	0.513	0.4919
(6)F Firing dew deg C	0.240	1	0.240	0.239	0.6367
Error	9.026	9	1.003		
Total SS	31.459	15			

ANOVA; Var.:logS2; R-sqr=0.71; Adj:0.52
MS Residual=1.003 DV: logS2: =2*log(s);
A et B est significatif

$$\text{Log}(s^2) = 6.05 + 0.76X_A - 0.83X_B$$

Minimum $X_A = -1$ $A = 55 \text{ deg C}$

$X_B = 1$ $B = 25 \text{ sec}$

facteur	A	B	C	D	E	F
Y	x		x			x
S	x	x				
optimum	-	+	-	±	±	+

essai de validation à faire !

Exemple 6.3 moulage injection

Plan 2⁷⁻²

	FACTEUR	UNITÉS	- 1	+ 1	
1	A	Température moule	deg F	130	180
2	B	Holding Pressure	psig	1200	1500
3	C	Booster Pressure	psig	1500	1800
4	D	Moisture	%	0.05	0.15
5	E	Vitesse vis	po /sec	1.5	4.0
6	F	Temps cycle	second	25	30
7	G	Gate size	mille	30	50

Factor	Alias 1	Alias 2
(1)A temp moule		
(2)B temps cycle		
(3)C pression booster	5*6*7	
(4)D humidité		
(5)E vitesse vis	3*6*7	
(6)F pression retenue	3*5*7	
(7)G taille ouverture	3*5*6	
Blocks (8 ième facteur)	3*4*7	4*5*6
1 by 2	3*4*6	4*5*7
1 by 3	2*4*6	
1 by 4	2*3*6	2*5*7
1 by 5	2*4*7	
1 by 6	2*3*4	
1 by 7	2*4*5	
2 by 3	1*4*6	
2 by 4	1*3*6	1*5*7
2 by 5	1*4*7	
2 by 6	1*3*4	
2 by 7	1*4*5	
3 by 4	1*2*6	
3 by 5	6*7	
3 by 6	5*7	1*2*4
3 by 7	5*6	
4 by 5	1*2*7	
4 by 6	1*2*3	
4 by 7	1*2*5	
1*3*5	1*6*7	
1*3*7	1*5*6	
2*3*5	2*6*7	
2*3*7	2*5*6	
3*4*5	4*6*7	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
std	run	line	A	B	C	D	E	F	G	Yret %
			temp moule	temps cycle	pression booster	humidité	vitesse vis	pression retenue	taille ouverture	
4	28	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	0,898
5	26	2	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	0,916
6	2	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1,130
7	17	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	0,760
8	12	2	1	1	1	-1	-1	-1	1	0,730
9	14	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	0,838
10	23	2	1	-1	-1	1	-1	1	1	0,669
11	5	2	-1	1	-1	1	-1	1	1	1,060
12	31	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0,956
13	27	2	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1,780
14	3	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1,660
15	18	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1,080
16	16	2	1	1	1	1	-1	1	-1	1,230
17	32	2	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	0,922
18	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	0,815
19	20	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1,100
20	9	2	1	1	-1	-1	1	1	-1	0,858
21	13	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1,170
22	24	2	1	-1	1	-1	1	1	1	1,040
23	6	2	-1	1	1	-1	1	1	1	0,780
24	29	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1,020
25	30	2	-1	-1	-1	1	1	-1	1	0,939
26	8	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	0,909
27	22	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1,060
28	15	2	1	1	-1	1	1	-1	1	0,916
29	10	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1,680
30	19	2	1	-1	1	1	1	-1	-1	1,440
31	7	2	-1	1	1	1	1	-1	-1	1,330
32	25	1	1	1	1	1	1	1	1	1,210

F = CEG G = CEF

**32 essais en
2 blocs de 16 essais**

**bloc = 8 ième facteur
= LINE
= équipement (1 ou 2)
= facteur secondaire**

**défini par
= CDG (3*4*7)
= DEF (4*5*6)**

Objectif : minimiser Y = Yret (%)

Exemple 6.3 moulage injection

Confounding of Effects

	Alias
3 by 5	6*7
3 by 6	5*7
3 by 7	5*6

Var.: Yret;

R-sqr = 0.96; Adj:0.78

MS Residual = 0.0173

5 effets importants
sur 25

B, C, D, BC, CD

Pareto à l'œuvre !

analyse de Yret sans tenir compte du facteur bloc

	Effect	p	Coeff
Mean/Inter.	1.0462	0.0000	1.0462
(3)C pres boor	0.2771	0.0010	0.1385
(4)D humidité	0.2522	0.0016	0.1261
2 by 3	-0.2363	0.0023	-0.1182
3 by 4	0.2308	0.0025	0.1154
(2)B temps cycle	-0.0982	0.0792	-0.0491
(1)A temp moule	-0.0593	0.2492	-0.0297
1 by 6	-0.0571	0.2657	-0.0285
(5)E vitesse vis	0.0562	0.2723	0.0281
1 by 3	0.0548	0.2831	0.0274
(7)G taille ouvert	-0.0517	0.3088	-0.0258
4 by 6	0.0449	0.3711	0.0225
3 by 7	-0.0438	0.3824	-0.0219
2 by 6	-0.0402	0.4206	-0.0201
1 by 4	-0.0378	0.4471	-0.0189
1 by 5	-0.0373	0.4529	-0.0187
2 by 4	-0.0359	0.4689	-0.0180
4 by 5	-0.0298	0.5451	-0.0149
3 by 6	0.0231	0.6375	0.0115
1 by 2	0.0196	0.6886	0.0098
2 by 5	0.0181	0.7111	0.0090
4 by 7	0.0106	0.8278	0.0053
(6)F pres ret	0.0099	0.8378	0.0050
3 by 5	-0.0082	0.8660	-0.0041
1 by 7	0.0031	0.9496	0.0015
2 by 7	0.0009	0.9846	0.0005

	SS	df	MS	F	p
(3)C pres booster	0.6141	1	0.6141	35.507	0.0010
(4)D humidité	0.5088	1	0.5088	29.417	0.0016
2 by 3	0.4467	1	0.4467	25.830	0.0023
3 by 4	0.4262	1	0.4262	24.642	0.0025
(2)B temps cycle	0.0771	1	0.0771	4.459	0.0792
(1)A temp moule	0.0281	1	0.0281	1.627	0.2492
1 by 6	0.0260	1	0.0260	1.506	0.2657
(5)E vitesse vis	0.0253	1	0.0253	1.460	0.2723
1 by 3	0.0240	1	0.0240	1.390	0.2831
(7)G taille ouvert	0.0214	1	0.0214	1.236	0.3088
4 by 6	0.0162	1	0.0162	0.934	0.3711
3 by 7	0.0154	1	0.0154	0.888	0.3824
2 by 6	0.0129	1	0.0129	0.747	0.4206
1 by 4	0.0114	1	0.0114	0.661	0.4471
1 by 5	0.0111	1	0.0111	0.644	0.4529
2 by 4	0.0103	1	0.0103	0.597	0.4689
4 by 5	0.0071	1	0.0071	0.411	0.5451
3 by 6	0.0043	1	0.0043	0.246	0.6375
1 by 2	0.0031	1	0.0031	0.177	0.6886
2 by 5	0.0026	1	0.0026	0.151	0.7111
4 by 7	0.0009	1	0.0009	0.052	0.8278
(6)F pres ret	0.0008	1	0.0008	0.046	0.8378
3 by 5	0.0005	1	0.0005	0.031	0.8660
1 by 7	0.0001	1	0.0001	0.004	0.9496
2 by 7	0.0000	1	0.0000	0.000	0.9846
Error	0.1038	6	0.0173		
Total SS	2.3983	31			

Exemple 6.3
moulage injection

nouvelle analyse de $Y_t = \text{ArcSin} [\text{Sqrt} (Y_{\text{ret}})]$
sans tenir compte du facteur bloc

Effect Estimates; Var.:Yt;
R-sqr=0.95; Adj:0.75 DV: Yt

transformation proposée Yt
car Y = variable fraction (%)

	Effect	p	Coeff.
Mean/Interc.	0.1017	0.0000	0.1017
(3)C pression boo	0.0129	0.0014	0.0064
(4)D humidité	0.0117	0.0023	0.0059
2 by 3	-0.0113	0.0027	-0.0057
3 by 4	0.0107	0.0036	0.0053
(2)B temps cycle	-0.0040	0.1324	-0.0020
1 by 3	0.0032	0.2159	0.0016
(5)E vitesse vis	0.0032	0.2184	0.0016
(1)A temp moule	-0.0028	0.2639	-0.0014
(7)G taille ouvert	-0.0027	0.2855	-0.0014
3 by 7	-0.0021	0.3906	-0.0011
1 by 6	-0.0019	0.4300	-0.0010
4 by 6	0.0019	0.4323	0.0010

suite

	Effect	p	Coeff.
2 by 6	-0.0018	0.4677	-0.0009
1 by 4	-0.0017	0.4831	-0.0009
1 by 5	-0.0016	0.5147	-0.0008
4 by 5	-0.0013	0.5857	-0.0007
3 by 6	0.0010	0.6866	0.0005
1 by 2	0.0009	0.7162	0.0004
2 by 4	-0.0008	0.7487	-0.0004
2 by 5	0.0006	0.8192	0.0003
4 by 7	0.0005	0.8353	0.0003
3 by 5	-0.0003	0.8935	-0.0002
1 by 7	-0.0003	0.9106	-0.0001
(6)F pres ret	0.0002	0.9337	0.0001
2 by 7	0.0002	0.9403	0.0001

Exemple 6.3
moulage injection

analyse de $Y_t = \text{ArcSin} [\text{Sqrt} (Y_{ret})]$
sans tenir compte du facteur bloc

effets importants C, D, CD, BC

modèle : B, C, D, CD, BC

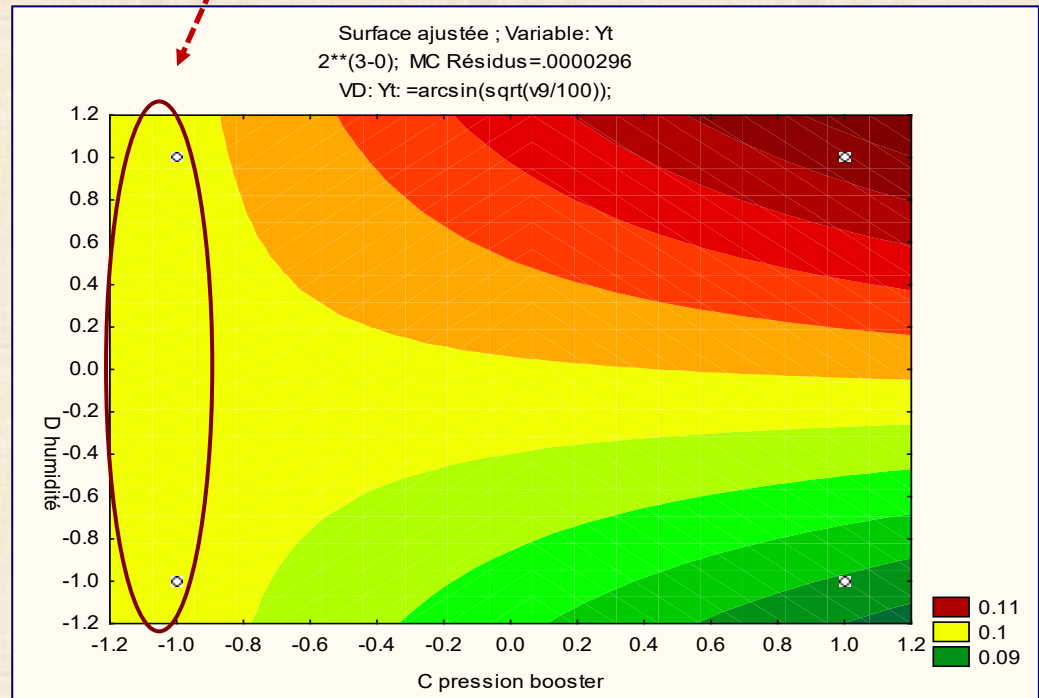
ajout de B à cause de BC / principe hérédité

$$Y_t = 0.1017 - 0.0020X_B + 0.0064X_C + 0.0058X_D + 0.0056X_{BC} + 0.0053X_{CD}$$

Min Y_t B = + C = - D = -

aussi B = + C = - D = +

	B	C	D	Yt	Yret
1	-1	-1	-1	0.1024	1.045
2	1	-1	-1	0.0872	0.758
3	-1	1	-1	0.0934	0.870
4	1	1	-1	0.1006	1.009
5	-1	-1	1	0.1034	1.065
6	1	-1	1	0.0882	0.776
7	-1	1	1	0.1156	1.330
8	1	1	1	0.1228	1.500



Exemple-6.4 : série 1 = 2^{7-4} (base) + série 2 = 2^{7-4} (réfléchi) / + essais centre

Plan 1 (base): 2^{7-4} factoriel fractionnaire - 7 facteurs en 8 essais + 3 essais centre – résolution = III

Plan 2 (réfléchi): 2^{7-4} factoriel fractionnaire - 7 facteurs en 8 essais + 3 essais centre – rés. = III

plan 2 = plan *réfléchi* du plan 1 = plan 1 en interchangeant les valeurs -1 et 1

Plan global: plan 1 + plan 2 - 7 facteurs en 16 essais + 6 essais au centre - résolution = IV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	ID	ordre run	point	Plan	A	B	C	D	E	F	G	Y_Knf / Kf
1	1	10	factoriel	plan1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1,29
2	2	8	factoriel	plan1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1,31
3	3	11	factoriel	plan1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1,35
4	4	2	factoriel	plan1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1,45
5	5	3	factoriel	plan1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1,19
6	6	7	factoriel	plan1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1,35
7	7	5	factoriel	plan1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1,31
8	8	6	factoriel	plan1	1	1	1	1	1	1	1	1,24
9	9	1	centre	plan1	0	0	0	0	0	0	0	1,27
10	10	4	centre	plan1	0	0	0	0	0	0	0	1,31
11	11	9	centre	plan1	0	0	0	0	0	0	0	1,29
12	12	13	factoriel	plan2	1	1	1	-1	-1	-1	1	1,40
13	13	22	factoriel	plan2	-1	1	1	1	1	-1	-1	1,23
14	14	17	factoriel	plan2	1	-1	1	1	-1	1	-1	1,37
15	15	18	factoriel	plan2	-1	-1	1	-1	1	1	1	1,28
16	16	20	factoriel	plan2	1	1	-1	-1	1	1	-1	1,42
17	17	14	factoriel	plan2	-1	1	-1	1	-1	1	1	1,32
18	18	19	factoriel	plan2	1	-1	-1	1	1	-1	1	1,26
19	19	21	factoriel	plan2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1,27
20	20	12	centre	plan2	0	0	0	0	0	0	0	1,30
21	21	16	centre	plan2	0	0	0	0	0	0	0	1,33
22	22	15	centre	plan2	0	0	0	0	0	0	0	1,28

idée

conduite des essais
en 2 séries

série 1 : plan base

res. = III

série 2 : plan réfléchi

res. = III

plan global = série 1

+ série 2

res. = IV

augmentation résolution

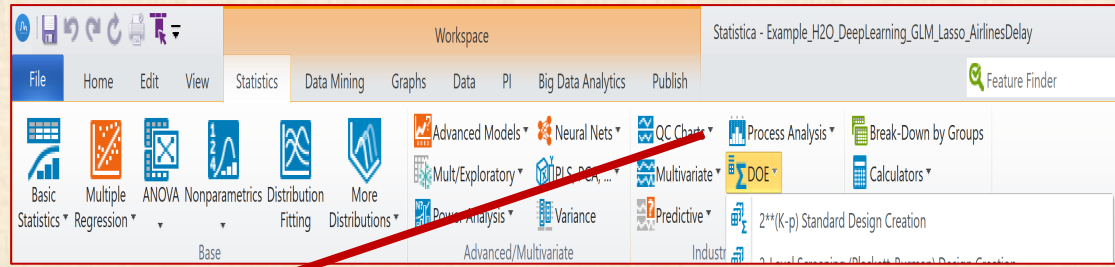
de III à IV

Exemple-6.4 : série 1 = $2^7 - 4$ (base) + série 2 = $2^7 - 4$ (réfléchi) / + essais centre

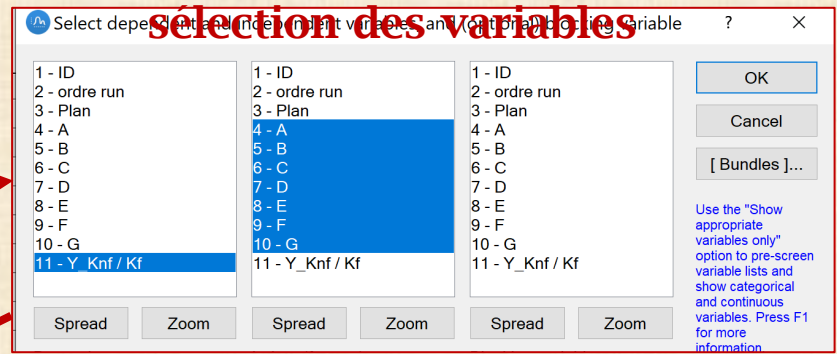
Analyse série 1 : plan fractionnaire = $2^7 - 4$ (base) + 3 points au centre

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	ID	ordre run	Plan	A	B	C	D	E	F	G	Y_Knf / Kf
1	1	10	plan1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1,29
2	2	8	plan1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1,31
3	3	11	plan1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1,35
4	4	2	plan1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1,45
5	5	3	plan1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1,19
6	6	7	plan1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1,35
7	7	5	plan1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1,31
8	8	6	plan1	1	1	1	1	1	1	1	1,24
9	9	1	plan1	0	0	0	0	0	0	0	1,27
10	10	4	plan1	0	0	0	0	0	0	0	1,31
11	11	9	plan1	0	0	0	0	0	0	0	1,29
12	12	13	plan2	1	1	1	-1	-1	-1	1	1,40
13	13	22	plan2	-1	1	1	1	1	-1	-1	1,23
14	14	17	plan2	1	-1	1	1	-1	1	-1	1,37
15	15	18	plan2	-1	-1	1	-1	1	1	1	1,28
16	16	20	plan2	1	1	1	-1	1	1	-1	1,42
17	17	14	plan2	-1	1	-1	1	-1	1	1	1,32
18	18	19	plan2	1	-1	-1	1	1	-1	1	1,26
19	19	21	plan2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1,27

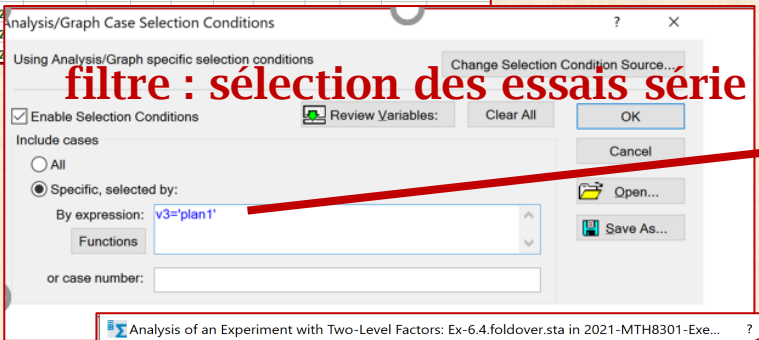
sélection module d'analyse : DOE



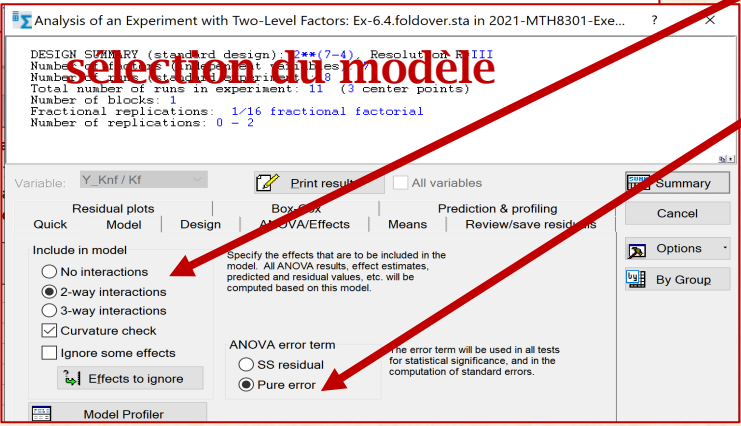
sélection des variables



filtre : sélection des essais série 1



sélection du modèle



sélection du calcul d'erreur

Pure error : calcul de l'erreur avec les répétitions au centre
sélection : Curvature check : voir chap5

Exemple-6.4 : série 1 = 2^{7-4} (base) + série 2 = 2^{7-4} (réfléchi) / + essais centre

Justification série 1 : plan base res. = III série 2 : plan réfléchi res. = III
 plan global = série 1 + série 2 donne résolution = IV
 corrige plan initial (série 1 ou série 2) de résolution III

Plan 1 (base) avec modèle :
 7 effets principaux (A, B, ..., G)
 + 21 interactions (AB, AC, ..., EG)
effets confondus

factor	Alias 1	Alias 2	Alias 3
Curvatr.			
(1)A	2*4	3*5	6*7
(2)B	1*4	3*6	5*7
(3)C	1*5	2*6	4*7
(4)D	1*2	3*7	5*6
(5)E	1*3	2*7	4*6
(6)F	1*7	2*3	4*5
(7)G	1*6	2*5	3*4

Plan 1 (base) - matrice de corrélation des effets principaux = 0
corrélation effets principaux avec interactions = 1

Factor	Curvatr.	(1) A	(2) B	(3) C	(4) D	(5) E	(6) F	(7) G	1 by 2	1 by 3	1 by 4	1 by 5	1 by 6	1 by 7	2 by 3	2 by 4	2 by 5	2 by 6	2 by 7	3 by 4	3 by 5	3 by 6	3 by 7	4 by 5	4 by 6	4 by 7	5 by 6	5 by 7	6 by 7	Y_Knf / Kf
Curvatr.	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,15
(1)A	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,35
(2)B	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,35	
(3)C	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,52	
(4)D	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	-0,25	
(5)E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	
(6)F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	
(7)G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,52	
1 by 2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	-0,25	
1 by 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	
1 by 4	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,35	
1 by 5	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-0,52	
1 by 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,52	
1 by 7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	
2 by 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	
2 by 4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,35	
2 by 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,52	
2 by 6	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	-0,52	
2 by 7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	
3 by 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,52	
3 by 5	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,35	
3 by 6	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,35	
3 by 7	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	-0,25	
4 by 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	
4 by 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	
4 by 7	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,52	
5 by 6	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	-0,25	
5 by 7	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,35	
6 by 7	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,35	
Y_Knf / Kf	-0,15	0,35	0,35	-0,52	-0,25	-0,05	-0,32	-0,52	-0,25	-0,05	0,35	-0,52	-0,52	-0,32	-0,32	0,35	-0,52	-0,52	-0,05	-0,52	0,35	0,35	-0,25	-0,32	-0,05	-0,52	-0,25	0,35	1,00	

Exemple-6.4 : série 1 = 2⁷ - 4 (base) + série 2 = 2⁷ - 4 (réfléchi) / + essais centre

Plan 2 (réfléchi) - matrice de corrélation des effets principaux = 0
corrélation effets principaux avec interactions = -1

factor	Alias 1	Alias 2	Alias 3
Curvatr.			
(1)A	- 2*4	- 3*5	- 6*7
(2)B	- 1*4	- 3*6	- 5*7
(3)C	- 1*5	- 2*6	- 4*7
(4)D	- 1*2	- 3*7	- 5*6
(5)E	- 1*3	- 2*7	- 4*6
(6)F	- 1*7	- 2*3	- 4*5
(7)G	- 1*6	- 2*5	- 3*4

Factor	Curvatr.	(1) A	(2) B	(3) C	(4) D	(5) E	(6) F	(7) G	1 by 2	1 by 3	1 by 4	1 by 5	1 by 6	1 by 7	2 by 3	2 by 4	2 by 5	2 by 6	2 by 7	3 by 4	3 by 5	3 by 6	3 by 7	Y_Knf / Kf		
Curvatr.	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
(1)A	0,00	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(2)B	0,00	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0
(3)C	0,00	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(4)D	0,00	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0
(5)E	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(6)F	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(7)G	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 by 2	0,00	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
1 by 3	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 by 4	0,00	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1 by 5	0,00	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 by 6	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 by 7	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 by 3	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 by 4	0,00	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 by 5	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 by 6	0,00	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 by 7	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 by 4	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 by 5	0,00	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 by 6	0,00	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
3 by 7	0,00	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
4 by 5	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 by 6	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 by 7	0,00	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 by 6	0,00	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
5 by 7	0,00	0,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
6 by 7	0,00	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Y_Knf / Kf	-0,12	0,6	0,4	0,0	-0,4	-0,3	0,4	-0,1	0,4	0,3	-0,4	-0,0	0,1	-0,4	-0,4	-0,6	0,1	-0,0	0,3	0,1	-0,6	-0,4	0,4	-0,4	0,3	-0,0

plan base : $Y = \beta_{b0} + \beta_{b1}A + \beta_{b2}B + \beta_{b3}C + \beta_{b4}D + \beta_{b5}E + \beta_{b6}F + \beta_{b7}G + \epsilon$

plan réfléchi : $Y = \beta_{r0} + \beta_{r1}A + \beta_{r2}B + \beta_{r3}C + \beta_{r4}D + \beta_{r5}E + \beta_{r6}F + \beta_{r7}G + \epsilon$

plan global : $Y = \beta_0 + \beta_1A + \beta_2B + \beta_3C + \beta_4D + \beta_5E + \beta_6F + \beta_7G + \beta_8AB + \beta_9AC + \beta_{10}AD + \beta_{11}AE + \beta_{12}AF + \beta_{13}AG + \beta_{14}BC + \beta_{15}BD + \beta_{16}BE + \beta_{17}BF + \beta_{18}BG + \beta_{19}CD + \beta_{20}CE + \beta_{21}CF + \beta_{22}CG + \beta_{23}DE + \beta_{24}DE + \beta_{25}DF + \beta_{26}DG + \beta_{27}EF + \beta_{28}EG + \beta_{29}FG + \epsilon$

MODÈLES

Exemple-6.4 : série 1 = $2^7 - 4$ (base) + série 2 = $2^7 - 4$ (réfléchi) / + essais centre

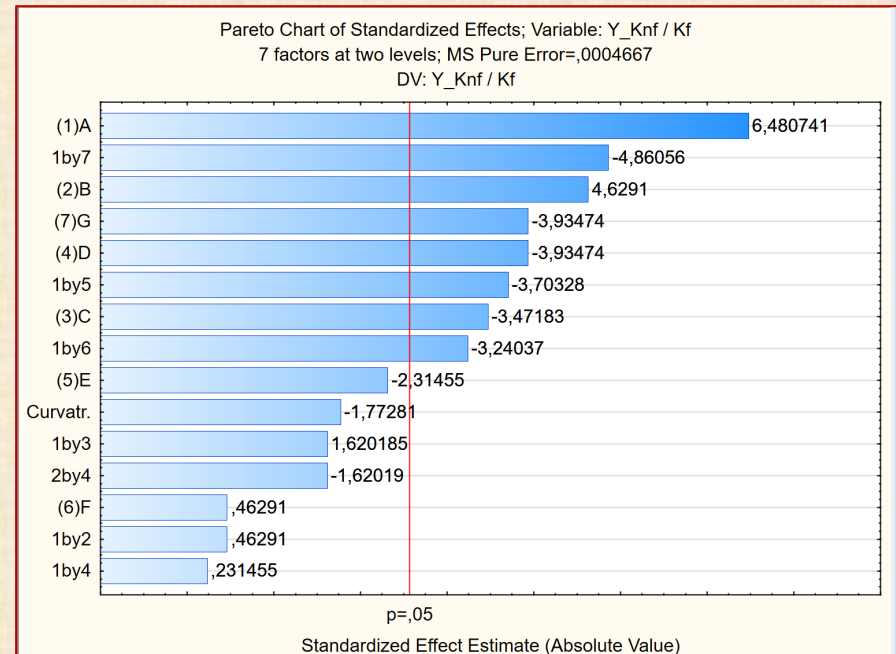
effet facteur = (estimation plan base + estimation plan réfléchi) / 2
 effet inter = (estimation plan base - estimation plan réfléchi) / 2
 sauf pour curv.

1 modèle base	2 coefficient β	3 facteur	4 estime	5 estimation plan base	6 modèle réfléchi	7 coefficient β	8 facteur	9 estime	10 estimation plan réfléchi	11 effet facteur	12 estimation facteur	13 effet inter	14 estimation inter
base	B0	général		1,31125	réfléchi	B0	général		1,3188		1,3150		-0,0037
base	curv.	curv.		-0,02125	réfléchi	curv.	curv.		-0,0154				
base	B1	(1)A	A + (BD+CE+FG)	0,02625	réfléchi	B1	(1)A	A - (BD+CE+FG)	0,0438	A	0,0350	BD	-0,0088
base	B2	(2)B	B + (AD+CF+EG)	0,02625	réfléchi	B2	(2)B	B - (AD+CF+EG)	0,0237	B	0,0250	AD	0,0013
base	B3	(3)C	C + (AE+BF+DG)	-0,03875	réfléchi	B3	(3)C	C - (AE+BF+DG)	0,0012	C	-0,0188	AE	-0,0200
base	B4	(4)D	D + (AB+CG+EF)	-0,01875	réfléchi	B4	(4)D	D - (AB+CG+EF)	-0,0237	D	-0,0213	AB	0,0025
base	B5	(5)E	E + (AC+BF+DF)	-0,00375	réfléchi	B5	(5)E	E - (AC+BF+DF)	-0,0213	E	-0,0125	AC	0,0088
base	B6	(6)F	F + (AG+BC+DE)	-0,02375	réfléchi	B6	(6)F	F - (AG+BC+DE)	0,0288	F	0,0025	AG	-0,0263
base	B7	(7)G	G + (AF+BE+CD)	-0,03875	réfléchi	B7	(7)G	G - (AF+BE+CD)	-0,0037	G	-0,0213	AF	-0,0175

Calcul plan global

Factor	Coeff.
Mean/Interc.	1,31500
Curvatr.	-0,01833
(1)A	0,03500
(2)B	0,02500
(3)C	-0,01875
(4)D	-0,02125
(5)E	-0,01250
(6)F	0,00250
(7)G	-0,02125

1 by 2 = AB	0,00250
1 by 3 = AC	0,00875
1 by 4 = AD	0,00125
1 by 5 = AE	-0,02000
1 by 6 = AF	-0,01750
1 by 7 = AG	-0,02625
2 by 4 = BD	-0,00875



Exemple 6.5: conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

Machine CNC (commande numérique) à 5 axes employée pour usiner des aubes (« blade ») turbine à jet.

Profil aube est une caractéristique importante pour la qualité.

Y = écart type ($X 10^3$ in) d'une série de mesures sur le profil obtenu et le profil idéal (dessin).

Objectif : minimiser Y « smaller the better »

<u>Facteur</u>	<u>nom</u>	<u>unité</u>	<u>niveau (-)</u>	<u>niveau (+)</u>
(1) A	x-axis shift	0.001 in.	0	15
(2) B	y-axis shift	0.001 in.	0	15
(3) C	z-axis shift	0.001 in.	0	15
(4) D	tool vendor	-	v1	v2
(5) E	a-axis shift	0.001 deg.	0	30
(6) F	spinule speed	% nominal	90	110
(7) G	fixture height	0.001 in.	0	15
(8) H	feed rate	% nominal	90	110

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

données

ID	A X-axis shift	B Y-axis shift	C Z-axis shift	D tool vendor	E a-axis shift	F spindle speed	G fixture height	H feed rate	Y déviaton profile	InY	run order
1	0	0	0	1	0	90	0	110	2,76	1,015	18
2	15	0	0	1	0	110	15	110	6,18	1,821	16
3	0	15	0	1	0	110	15	90	2,43	0,888	29
4	15	15	0	1	0	90	0	90	4,01	1,389	4
5	0	0	15	1	0	110	0	90	2,48	0,908	6
6	15	0	15	1	0	90	15	90	5,91	1,777	26
7	0	15	15	1	0	90	15	110	2,39	0,871	14
8	15	15	15	1	0	110	0	110	3,35	1,209	22
9	0	0	0	2	0	90	15	90	4,40	1,482	8
10	15	0	0	2	0	110	0	90	4,10	1,411	32
11	0	15	0	2	0	110	0	110	3,22	1,169	15
12	15	15	0	2	0	90	15	110	3,78	1,330	19
13	0	0	15	2	0	110	15	110	5,32	1,671	24
14	15	0	15	2	0	90	0	110	3,87	1,353	11
15	0	15	15	2	0	90	0	90	3,03	1,109	27
16	15	15	15	2	0	110	15	90	2,95	1,082	3
17	0	0	0	1	30	90	0	90	2,64	0,971	10
18	15	0	0	1	30	110	15	90	5,50	1,705	21
19	0	15	0	1	30	110	15	110	2,24	0,806	7
20	15	15	0	1	30	90	0	110	4,28	1,454	28
21	0	0	15	1	30	110	0	110	2,57	0,944	30
22	15	0	15	1	30	90	15	110	5,37	1,681	2
23	0	15	15	1	30	90	15	90	2,11	0,747	17
24	15	15	15	1	30	110	0	90	4,18	1,430	13
25	0	0	0	2	30	90	15	110	3,96	1,376	25
26	15	0	0	2	30	110	0	110	3,27	1,185	1
27	0	15	0	2	30	110	0	90	3,41	1,227	23
28	15	15	0	2	30	90	15	90	4,30	1,459	12
29	0	0	15	2	30	110	15	90	4,44	1,491	9
30	15	0	15	2	30	90	0	90	3,65	1,295	20
31	0	15	15	2	30	90	0	110	4,41	1,484	5
32	15	15	15	2	30	110	15	110	3,40	1,224	31

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

Plan ? 6 possibilités

Création du plan d'expériences | Analyse du plan

Nombre de facteurs (min=2, max=11): 8

Nb de facteurs/blocs/essais :

- 8 / 1 / 16
- 8 / 1 / 32
- 8 / 1 / 64
- 8 / 2 / 64
- 8 / 4 / 64
- 8 / 1 / 128

Sélectionnez ici le type de plan ; répétitions, points supplémentaires, étiquettes, ... pouvant être spécifiés plus tard. Utilisez les plans de criblage à 2 niveaux (panneau de démarrage) pour d'autres plans très fractionnés (Plackett-Burman).

Résolution : IV

décision : 32 essais $2^8 - 3$

F = ABC
G = ABD
H = BCDE

Générer le plan dans l'ordre Box, Hunter, & Hunter

OK
Annuler
Options

SELECT CASES

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

The image displays two overlapping Minitab dialog boxes. The background box, titled "Sélectionnez les vars dépendantes et indépendantes, et (facultatif) d...", shows a list of 11 variables. Variable 10, "lnY", is selected as the dependent variable, and variables 1 through 8 are selected as independent variables. The foreground box, titled "Plans d'Exp. avec des Facteurs à 2 Niveaux & Analyse : Ex-", shows the "Analyse du plan" tab. It displays the following information: "Dépendante(s) : lnY", "Indépendantes (facteurs) : A X-axis shift-H feed rate", "Variable de bloc : --", "Nb. d'essais non centraux distincts : 32", and "Nombre total d'essais : 32". A blue oval highlights the "Analyse du plan" tab, and a blue arrow points from this oval to a yellow callout box labeled "Analyse du plan". Another blue arrow points from the "lnY" text in the foreground box to a yellow callout box labeled "spécification des variables".

spécification des variables

Analyse du plan

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

Analyse d'un Plan d'Expériences avec des Facteurs à 2 Niveaux : Ex-6.6 CNC

SYNTHÈSE DU PLAN (plan standard) : $2^{**}(8-3)$, Résolution R=IV
Nombre de facteurs (var. indépendantes) : 8
Nbre d'essais (expérience standard) : 32
Nb total d'essais de l'expérience : 32
Nombre de blocs : 1
Répét. fractionnaires : 1/8 fact. fractionnaire

Variable : InY

Imprimer les résultats Toutes les variables

Synthèse

Etude/enreg. des résidus | Tracés des résidus | Box-Cox | Prévisions & profil | Annuler

Base | **Modèle** | Plan | ANOVA/Effets | Moyennes

Options

ANOVA

- Synthèse : Estimation des effets
- Table ANOVA
- Diagramme de Pareto des effets

Moyennes prévues (estimées)

- Tracé carré des moyennes prévues
- Tracé cube des moyennes prévues

Moyennes marginales observées

- Affichage
- Tracé moyennes
- Afficher/représenter les moy. pondérées

Ces résultats s'appliquent au modèle courant ; vous pouvez changer de modèle (ajout/suppression d'effets d'interaction) dans l'onglet Modèle.

Spécification du modèle

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

Analyse d'un Plan d'Expériences avec des Facteurs à 2 Niveaux : Ex-6.6 CNC

SYNTHÈSE DU PLAN (plan standard): $2^{**}(8-3)$, Résolution R=IV
Nombre de facteurs (var. indépendantes) : 8
Nbre d'essais (expérience standard) : 32
Nb total d'essais de l'expérience : 32
Nombre de blocs : 1
Répét. fractionnaires : 1/8 fact. fractionnaire

Variable: InY

Imprimer les résultats Toutes les variables

Synthèse

Annuler

Options

Etude/enreg. des résidus Tracés des résidus Box-Cox Prévisions & profil
Base Modèle Plan ANOVA/Effets Moyennes

Inclure dans le modèle

- Aucune interaction
- Interactions d'ordre 2
- Interactions d'ordre 3
- Contrôle de courbure
- Ignorer certains effets

Effets à ignorer

Spécifiez les effets à inclure dans le modèle. Tous les résultats ANOVA, effets estimés, valeurs prévues et résidus, ... seront calculés à partir de ce modèle.

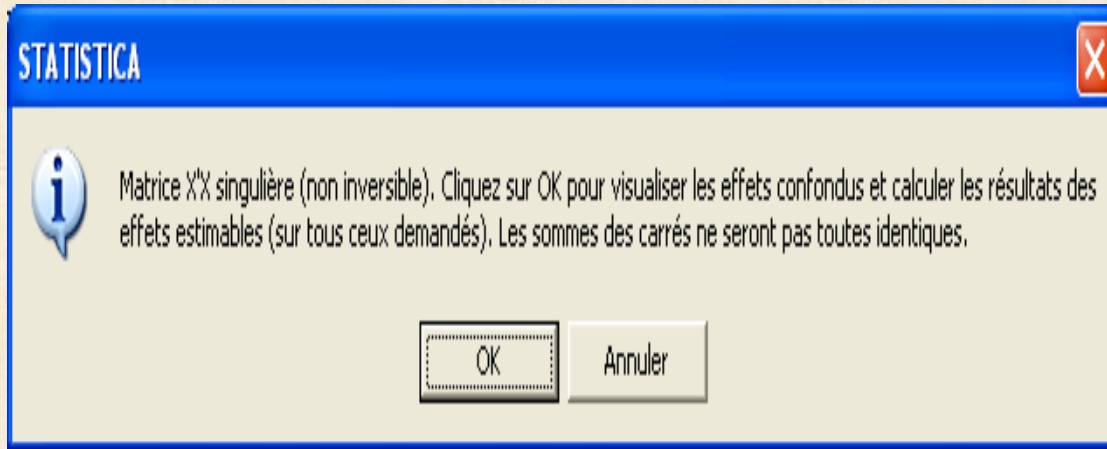
Terme d'erreur ANOVA

- SC résidus
- Erreur pure

Le terme d'erreur sera utilisé dans tous les tests de significativité statistique et dans les calculs des erreurs-types.

Modèle ordre 2

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs



Avertissement

36 effets = 8 + 28

8 effets principaux A, B, ..., H

28 = (8 x 7) / 2 effets d'interaction

AB, AC, ..., FG

certains effets sont confondus

19 chaînes

	alias	alias
1 * 2	3 * 6	4 * 7
1 * 3	2 * 6	
1 * 4	2 * 7	
1 * 5		
1 * 6	2 * 3	
1 * 7	2 * 4	
1 * 8		
2 * 5		
2 * 8		
3 * 4	6 * 7	
3 * 5		
3 * 7	4 * 6	
3 * 8		
4 * 5		
4 * 8		
5 * 6		
5 * 7		
5 * 8		
6 * 8		
7 * 8		

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

Analyse d'un Plan d'Expériences avec des Facteurs à 2 Niveaux : Ex-6.6 CNC

SYNTHESE DU PLAN (plan standard): $2^{**}(8-3)$, Résolution R=IV
Nombre de facteurs (var. indépendantes) : 8
Nbre d'essais (expérience standard) : 32
Nb total d'essais de l'expérience : 32
Nombre de blocs : 1
Répét. fractionnaires : 1/8 fact. fractionnaire

Variable : InY

Imprimer les résultats Toutes les variables

Synthèse

Etude/enreg. des résidus | Tracés des résidus | Box-Cox | Prévisions & profil
Base | Modèle | Plan | **ANOVA/Effets** | Moyennes

Synthèse : Estimation des effets
Coefficients de régression
 Effets triés par taille
Intervalle de confiance : 95.0 %
Alpha (surbrillance) : .050
Table ANOVA

Tracé des effets
 Droite de Henry
 Normalité par moitié
 Diagramme de Pareto
 Etiqueter les points des tracés de proba
 Exclure les effets de bloc
 Tracer les effets standardisés

Ces résultats s'appliquent au modèle courant ; vous pouvez changer de modèle (ajout/suppression d'effets d'interaction) dans l'onglet Modèle.

ANOVA et effets

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

Effets Estimés : Var.:lnY; R²=.98721; Aj.:.86779

	Effet	Er-Type	t(3)	p	coef
Moy/Ord.Orig	1.280	0.019	68.26	0.0000	1.280
1 * 4 ou 2 * 7	-0.374	0.038	-9.97	0.0021	-0.187
(1)A X-axis shift	0.290	0.038	7.74	0.0045	0.145
(2)B Y-axis shift	-0.201	0.038	-5.35	0.0128	-0.100
(7)G fixture height	0.116	0.038	3.09	0.0535	0.058
(4)D tool vendor	0.108	0.038	2.88	0.0634	0.054
2 * 5	0.099	0.038	2.63	0.0786	0.049
1 * 3 ou 2 * 6	-0.062	0.038	-1.65	0.1966	-0.031
3 * 8	0.061	0.038	1.62	0.2035	0.030
5 * 7	-0.054	0.038	-1.43	0.2476	-0.027
1 * 7 ou 2 * 4	0.053	0.038	1.41	0.2534	0.026
1 * 8	-0.050	0.038	-1.34	0.2715	-0.025
1 * 6 ou 2 * 3	-0.045	0.038	-1.20	0.3162	-0.023
3 * 5	0.040	0.038	1.06	0.3663	0.020
(6)F spindle speed	-0.039	0.038	-1.03	0.3780	-0.019

	Effet	Er-Type	t(3)	p	coeff
5 * 8	-0.035	0.038	-0.94	0.4156	-0.018
3 * 4	0.035	0.038	0.92	0.4252	0.017
6 * 8	-0.028	0.038	-0.75	0.5084	-0.014
(3)C Z-axis shift	-0.026	0.038	-0.69	0.5415	-0.013
5 * 6	-0.018	0.038	-0.48	0.6627	-0.009
4 * 5	0.017	0.038	0.46	0.6798	0.009
4 * 8	0.016	0.038	0.42	0.7039	0.008
3 * 7 ou 4 * 6	-0.015	0.038	-0.39	0.7219	-0.007
(8)H feed rate	0.014	0.038	0.38	0.7308	0.007
2 * 8	0.013	0.038	0.35	0.7502	0.007
1 * 5	0.008	0.038	0.21	0.8440	0.004
1 * 2	-0.006	0.038	-0.16	0.8854	-0.003
7 * 8	0.005	0.038	0.13	0.9045	0.002
(5)E a-axis shift	-0.001	0.038	-0.01	0.9901	-0.000

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

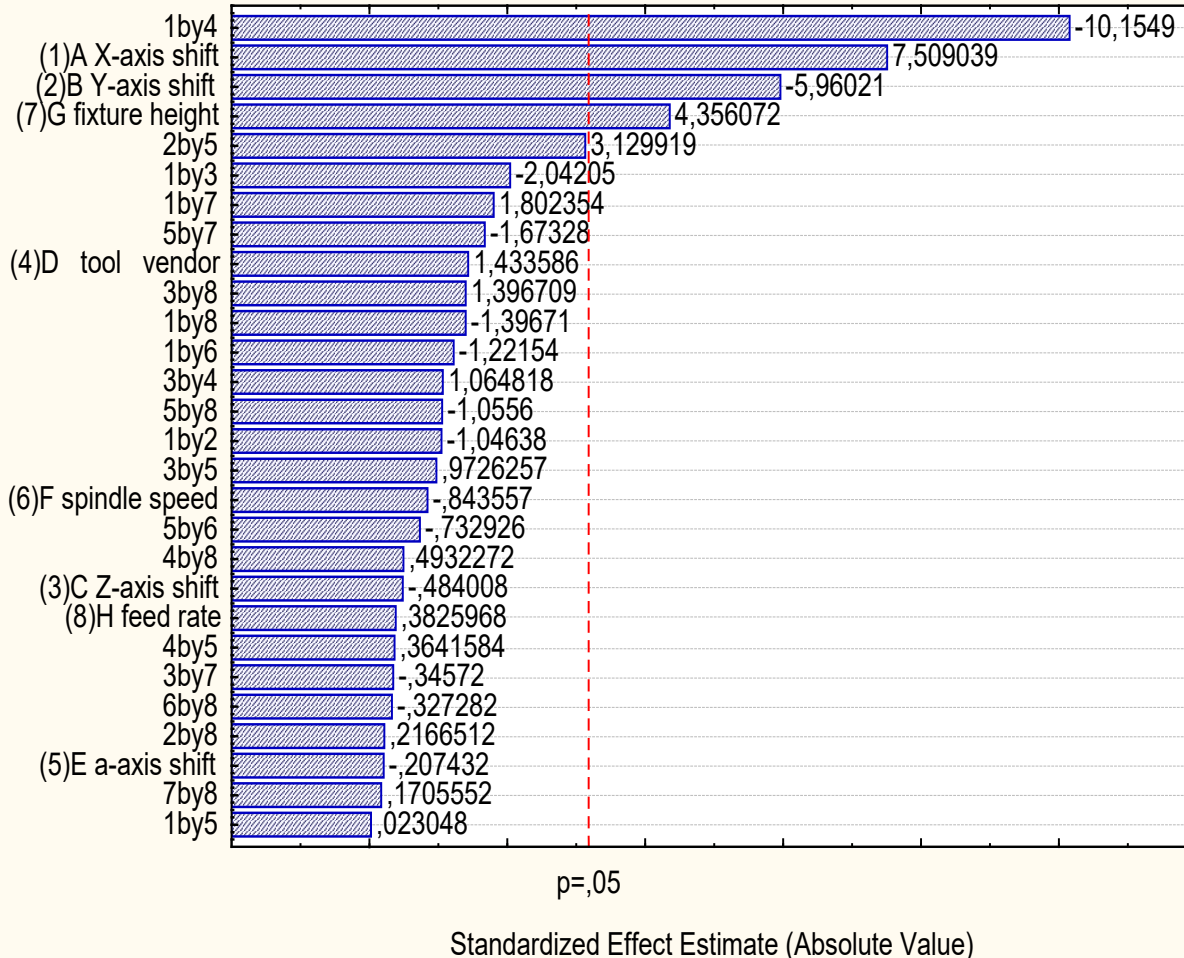
ANOVA; Var.:lnY; R²=.98721; Aj.:.86779

	SC	dl	MC	F	p
(1)A X-axis shift	0.6740	1	0.6740	59.89	0.0045
(2)B Y-axis shift	0.3217	1	0.3217	28.59	0.0128
(3)C Z-axis shift	0.0053	1	0.0053	0.47	0.5415
(4)D tool vendor	0.0935	1	0.0935	8.31	0.0634
(5)E a-axis shift	0.0000	1	0.0000	0.00	0.9901
(6)F spindle speed	0.0120	1	0.0120	1.07	0.3780
(7)G fixture height	0.1078	1	0.1078	9.58	0.0535
(8)H feed rate	0.0016	1	0.0016	0.14	0.7308
1 * 2	0.0003	1	0.0003	0.02	0.8854
1 * 3	0.0308	1	0.0308	2.74	0.1966
1 * 4	1.1197	1	1.1197	99.49	0.0021
1 * 5	0.0005	1	0.0005	0.05	0.8440

	SC	dl	MC	F	p
1 * 5	0.0005	1	0.0005	0.05	0.8440
1 * 6	0.0162	1	0.0162	1.44	0.3162
1 * 7	0.0224	1	0.0224	1.99	0.2534
1 * 8	0.0203	1	0.0203	1.81	0.2715
2 * 5	0.0776	1	0.0776	6.90	0.0786
2 * 8	0.0014	1	0.0014	0.12	0.7502
3 * 4	0.0095	1	0.0095	0.85	0.4252
3 * 5	0.0127	1	0.0127	1.13	0.3663
3 * 7	0.0017	1	0.0017	0.15	0.7219
3 * 8	0.0296	1	0.0296	2.63	0.2035
4 * 5	0.0023	1	0.0023	0.21	0.6798
4 * 8	0.0020	1	0.0020	0.17	0.7039
5 * 6	0.0026	1	0.0026	0.23	0.6627
5 * 7	0.0231	1	0.0231	2.05	0.2476
5 * 8	0.0100	1	0.0100	0.89	0.4156
6 * 8	0.0063	1	0.0063	0.56	0.5084
7 * 8	0.0002	1	0.0002	0.02	0.9045
Erreur	0.0338	3	0.0113		
Total SC	2.6390	31			

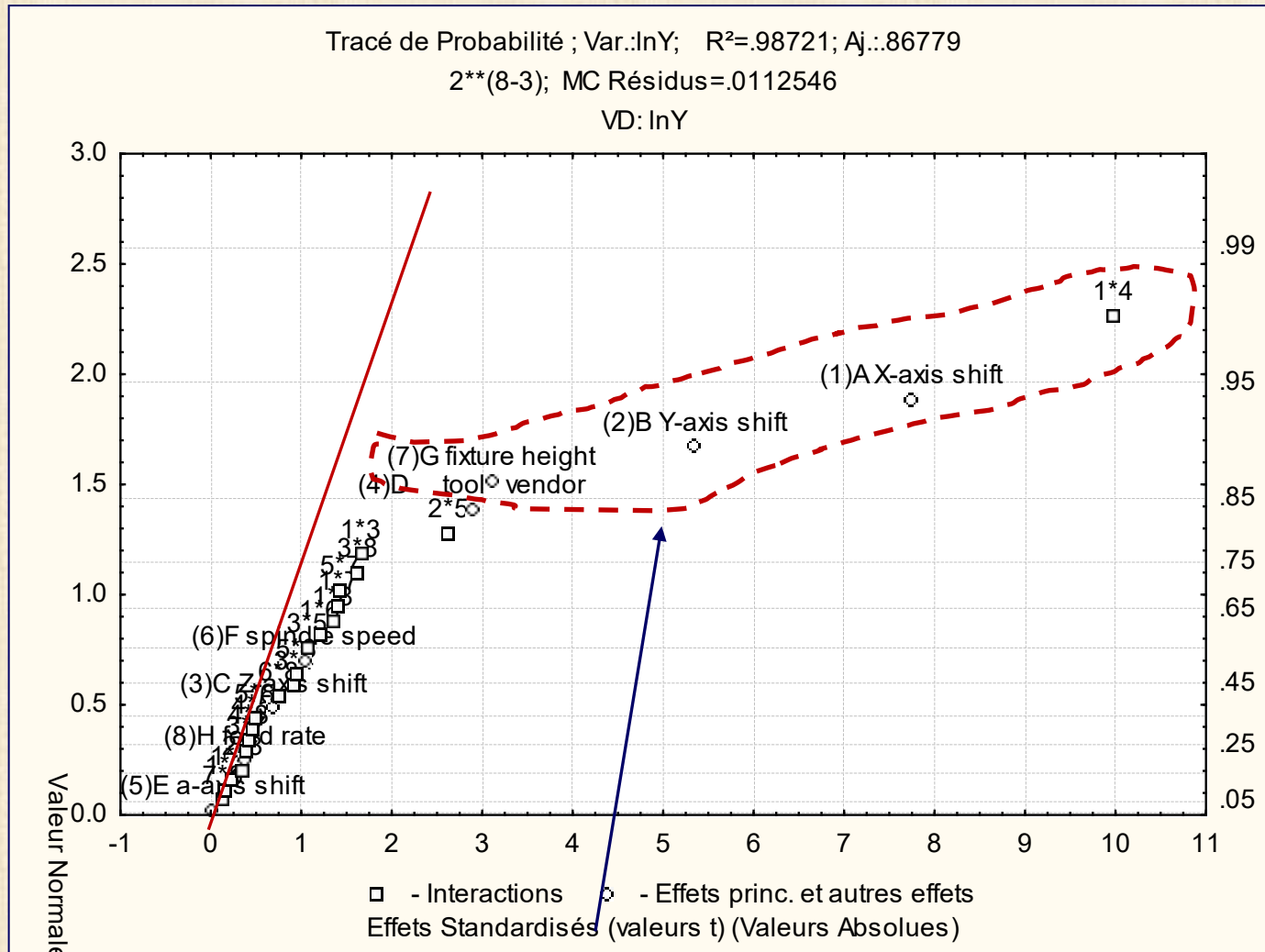
Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

diagramme de Pareto fait avec les valeurs absolues de la statistique t de Student



	alias	alias
1 * 2	3 * 6	4 * 7
1 * 3	2 * 6	
1 * 4	2 * 7	
1 * 5		
1 * 6	2 * 3	
1 * 7	2 * 4	
1 * 8		
2 * 5		
2 * 8		
3 * 4	6 * 7	
3 * 5		
3 * 7	4 * 6	
3 * 8		
4 * 5		
4 * 8		
5 * 6		
5 * 7		
5 * 8		
6 * 8		
7 * 8		

Exemple 6.5 : conception et analyse d'une expérience avec 8 facteurs

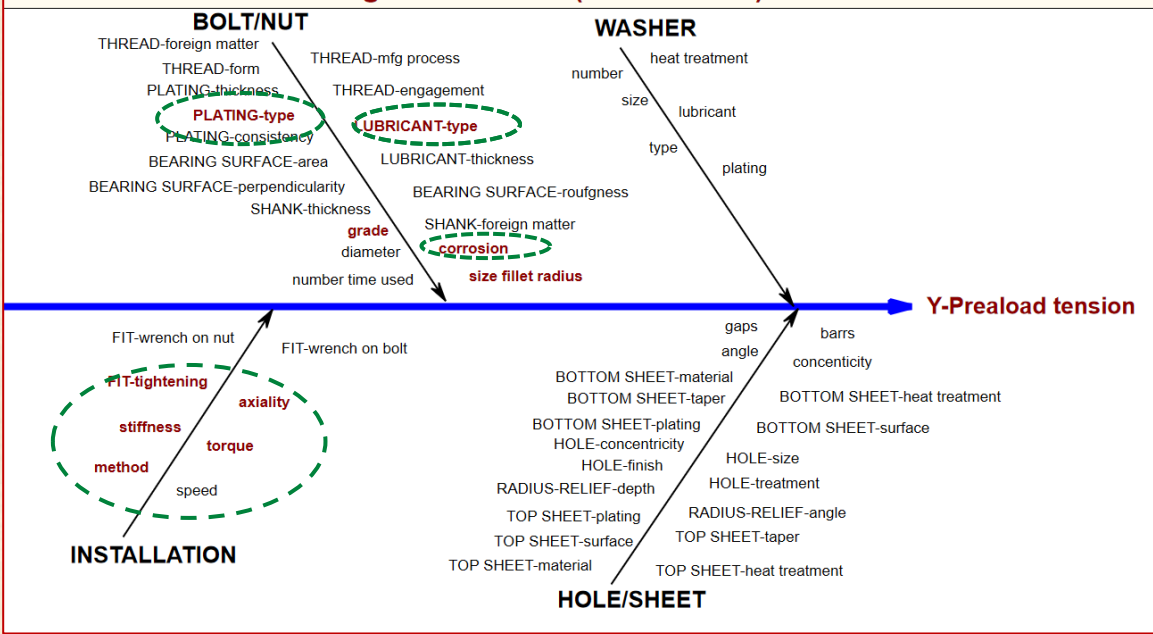


effets importants : A B D AD G

1 2 4 1*4 ou 2*7 7

Exemple-6.6: formé avec 2 séries 2^{10-6} (base) + 2^{10-6} (réfléchi) / n = 3

Diagram Ishikawa (causes-effet)



expérience en boulonnerie



variable de réponse :
Y « preload »
facteurs importants = ?
ordre relatif = ?

Facteurs retenus : encerclés

Facteur	nom	-1	+1
1	A Corrosion	tel quel	3.5% solution saline
2	B Lubrifiant	tel quel	MoS ₂
3	C Axialité	5°	0°
4	D Placage	tel quel	surface Zinc
5	E Couple	50% tableau	75% tableau
6	G Serrages	1	4
7	H Grade boulon	5	8
8	K Raideur du joint	solide	ressort
9	M Filetage	plein	moitié
10	N Méthode installation	clé à molette	clé électrique

plan expérimental

32 essais en 2 blocs de 16

- matrice de base de Wheeler de 16 essais / n = 3
- matrice réfléchi de Wheeler de 16 essais / n = 3

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

essai	design	Y1	Y2	Y3	Ybar	s
1	Base	31.35	36.13	33.03	33.51	2.42
2	Base	24.26	30.71	25.29	26.75	3.47
3	Base	58.97	44.90	58.84	54.24	8.08
4	Base	50.45	52.26	55.23	52.65	2.41
5	Base	74.84	63.48	68.39	68.90	5.69
6	Base	67.74	70.84	75.10	71.23	3.69
7	Base	53.81	68.13	62.58	61.51	7.22
8	Base	29.03	27.61	23.61	26.75	2.81
9	Base	48.39	49.42	54.45	50.75	3.24
10	Base	66.71	74.97	76.90	72.86	5.41
11	Base	44.52	48.52	49.81	47.61	2.76
12	Base	64.00	55.74	54.71	58.15	5.09
13	Base	19.61	21.42	21.03	20.69	0.95
14	Base	49.68	41.16	45.16	45.33	4.26
15	Base	32.90	49.81	47.48	43.40	9.16
16	Base	61.94	55.48	64.52	60.65	4.65
1	Ref	82.84	87.74	80.52	83.70	3.69
2	Ref	49.81	58.19	54.45	54.15	4.20
3	Ref	23.35	23.23	18.19	21.59	2.94
4	Ref	48.65	56.90	57.03	54.19	4.81
5	Ref	28.52	28.65	29.55	28.90	0.56
6	Ref	32.77	34.97	36.13	34.62	1.70
7	Ref	51.61	50.71	57.16	53.16	3.49
8	Ref	92.00	93.68	72.26	85.98	11.91
9	Ref	33.16	44.39	40.77	39.44	5.73
10	Ref	14.84	16.77	11.61	14.41	2.61
11	Ref	39.87	39.48	35.48	38.28	2.43
12	Ref	46.97	52.90	45.81	48.56	3.81
13	Ref	114.58	119.74	111.10	115.14	4.35
14	Ref	53.16	55.48	57.16	55.27	2.01
15	Ref	45.68	41.94	46.45	44.69	2.42
16	Ref	42.97	45.16	50.45	46.19	3.85

D
O
N
N
É
S

$$Ybar = (Y1+Y2 + Y3) / 3$$

$$S = \text{écart type} (Y1, Y2, Y3)$$

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

plan de base de Wheeler : 16 essais / 10 facteurs : A B C D E G H K M N

Colonne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Facteur	A	B	C	D	E	-	G	H	-	-	K	-	M	N	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
3	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
4	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
5	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
6	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
7	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
8	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+
9	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-
10	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+
11	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-
12	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+
13	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-
14	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
15	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-
16	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
 nombre de changements des modalités : A change 2 fois , B change 3 fois ,

plan réfléchi : interchangement + et -

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

contrastes plan de base : effets principaux et interactions

colonne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Effets princ.	A	B	C	D	E	-	G	H	-	-	K	-	M	N	-
Interactions	- BC	- AC	- AB	- AE	- AD	- AG	- BE	- CK	- AH	- AK	- CH	- AM	- CM	- CM	- AN
	- DE	- EG	- DG	- CG	- BG	- BD	- CD	- EM	- BK	- BH	- EN	- BN	- EH	- EK	- BM
					- HM	- CE			- DM	- DN		- DH			- DK
					- KN	- HN			- GN	- GM		- GK			- GH
						- KM									

contrastes plan réfléchi : interactions - \longrightarrow +

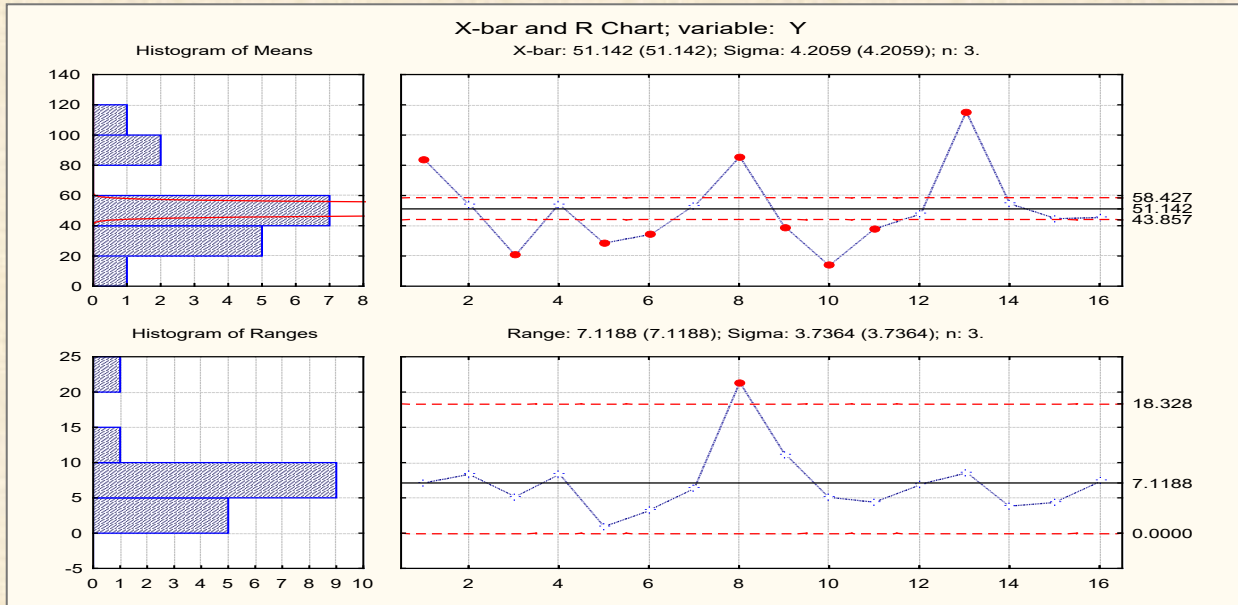
Méthodes d'analyse

Méthode 1 : analyse plan base + analyse plan réfléchi + agrégation des effets

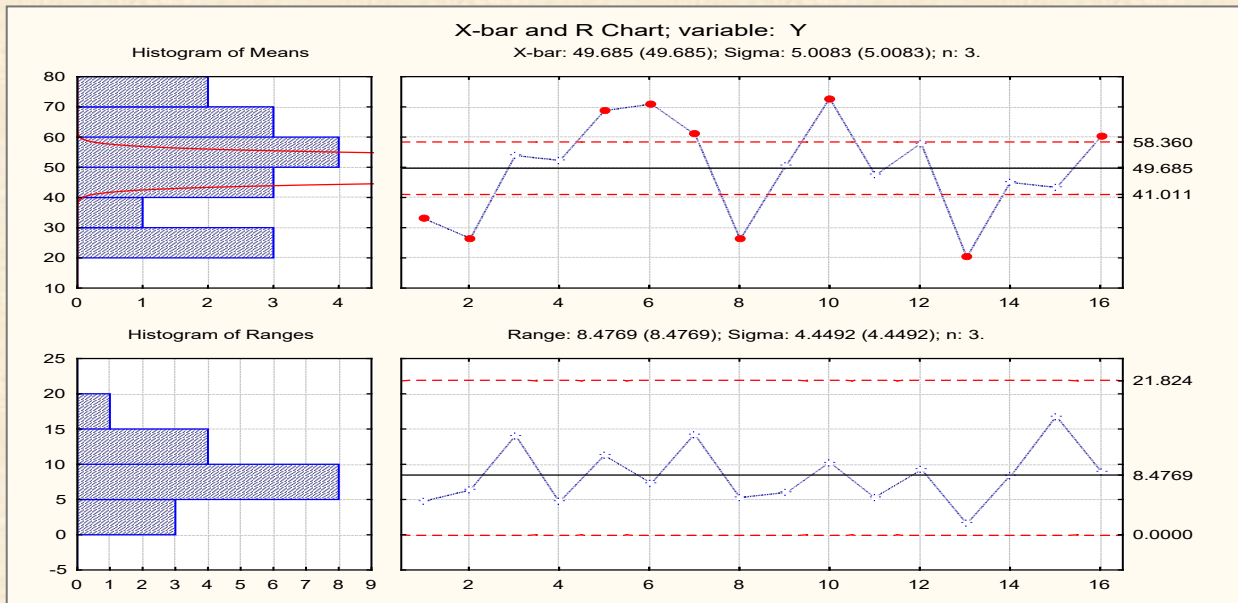
Méthode 2 : analyse globale

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

base



réfléchi



Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

R-sqr = 0.938 Adj: 0.908
plan de base

ANOVA

	Effect	Std.Er	t(32)	p	Coeff.
Mean/Interc	49.69	0.716	69.43	0.0000	49.69
(5)C5_E	19.30	1.431	13.48	0.0000	9.65
(2)C2_B	15.07	1.431	10.53	0.0000	7.54
(14)C14_N	-14.41	1.431	-10.07	0.0000	-7.21
(8)C8_H	6.36	1.431	4.45	0.0001	3.18
(10)C10	-5.80	1.431	-4.05	0.0003	-2.90
(4)C4_D	5.33	1.431	3.72	0.0008	2.66
(11)C11_K	-4.76	1.431	-3.33	0.0022	-2.38
(15)C15	4.22	1.431	2.95	0.0059	2.11
(13)C13_M	4.17	1.431	2.91	0.0065	2.08
(6)C6	-3.18	1.431	-2.22	0.0336	-1.59
(7)C7_G	1.87	1.431	1.30	0.2017	0.93
(12)C12	1.86	1.431	1.30	0.2041	0.93
(9)C9	1.62	1.431	1.13	0.2667	0.81
(1)C1_A	0.49	1.431	0.34	0.7350	0.24
(3)C3_C	0.24	1.431	0.17	0.8677	0.12

	SS	df	MS	F	p
(1)C1_A	2.87	1	2.87	0.12	0.7350
(2)C2_B	2725.71	1	2725.71	110.89	0.0000
(3)C3_C	0.69	1	0.69	0.03	0.8677
(4)C4_D	340.85	1	340.85	13.87	0.0008
(5)C5_E	4467.76	1	4467.76	181.77	0.0000
(6)C6	121.13	1	121.13	4.93	0.0336
(7)C7_G	41.76	1	41.76	1.70	0.2017
(8)C8_H	485.71	1	485.71	19.76	0.0001
(9)C9	31.41	1	31.41	1.28	0.2667
(10)C10	403.85	1	403.85	16.43	0.0003
(11)C11_K	271.75	1	271.75	11.06	0.0022
(12)C12	41.31	1	41.31	1.68	0.2041
(13)C13_M	208.46	1	208.46	8.48	0.0065
(14)C14_N	2492.79	1	2492.79	101.42	0.0000
(15)C15	213.66	1	213.66	8.69	0.0059
Error	786.54	32	24.58		
Total SS	12636.24	47			

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

R-sqr = 0.978 Adj:0.968

plan réfléchi

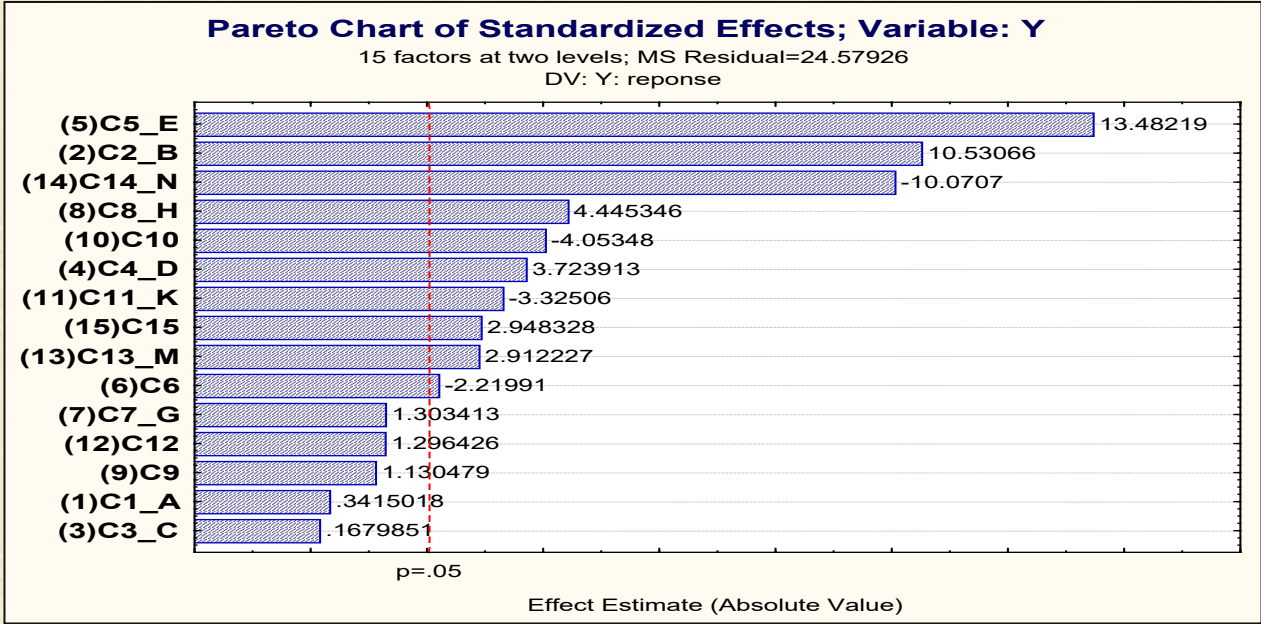
	Effect	Std.Err.	t(32)	p	Coeff.
Mean/Interc.	51.14	0.649	78.76	0.0000	51.14
(5)E	31.27	1.299	24.08	0.0000	15.64
(8)H	23.24	1.299	17.90	0.0000	11.62
(2)B	16.45	1.299	12.66	0.0000	8.22
(14)N	-14.34	1.299	-11.04	0.0000	-7.17
(3)C	-13.71	1.299	-10.55	0.0000	-6.85
(13)M	9.89	1.299	7.61	0.0000	4.94
(10)C10	7.64	1.299	5.88	0.0000	3.82
(6)C6	-7.51	1.299	-5.78	0.0000	-3.75
(7)G	4.12	1.299	3.18	0.0033	2.06
(15)C15	3.94	1.299	3.03	0.0048	1.97
(4)D	3.15	1.299	2.42	0.0213	1.57
(1)A	1.79	1.299	1.38	0.1774	0.90
(11)K	1.12	1.299	0.87	0.3933	0.56
(12)C12	-1.02	1.299	-0.78	0.4393	-0.51
(9)C9	-0.93	1.299	-0.72	0.4793	-0.46

ANOVA

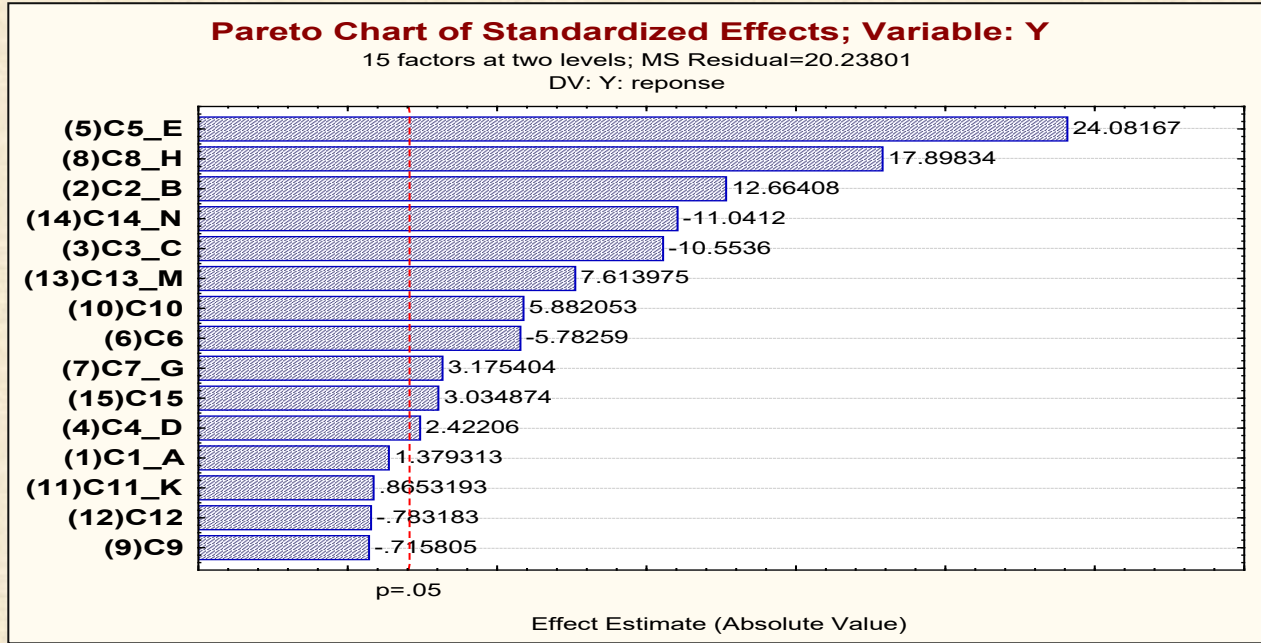
	SS	df	MS	F	p
(1)A	2.87	1	2.87	0.12	0.7350
(2)B	2725.71	1	2725.71	110.89	0.0000
(3)C	0.69	1	0.69	0.03	0.8677
(4)D	340.85	1	340.85	13.87	0.0008
(5)E	4467.76	1	4467.76	181.77	0.0000
(6)C6	121.13	1	121.13	4.93	0.0336
(7)G	41.76	1	41.76	1.70	0.2017
(8)H	485.71	1	485.71	19.76	0.0001
(9)C9	31.41	1	31.41	1.28	0.2667
(10)C10	403.85	1	403.85	16.43	0.0003
(11)K	271.75	1	271.75	11.06	0.0022
(12)C12	41.31	1	41.31	1.68	0.2041
(13)M	208.46	1	208.46	8.48	0.0065
(14)N	2492.79	1	2492.79	101.42	0.0000
(15)C15	213.66	1	213.66	8.69	0.0059
Error	786.54	32	24.58		
Total SS	12636.24	47			

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

base



réfléchi



Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

intégration

tableau
partie 1

$\text{prin} = \frac{(1)+(2)}{2}$

$\text{inter} = \frac{(2) - (1)}{2}$

	beta- base (1)	beta- refl (2)	prin (1) + (2) 2	Inter (2) - (1) 2	effet	beta
Mean/Inte	49.685	51.142	50.414	0.729	général	50.414
(5)C5	9.648	15.637	12.642	2.995	E cou	12.642
(2)C2	7.536	8.223	7.879	0.344	B lub	7.879
(8)C8	3.181	11.622	7.401	4.220	H gra	7.401
(14)C14	-7.206	-7.169	-7.188	0.019	N ins	- 7.188
					CK+EM	4.220
(13)C13	2.084	4.944	3.514	1.430	M fil	3.514
					AB+DG	- 3.486
(3)C3	0.120	-6.853	-3.366	-3.486	AK+BH+D N+GM	- 3.366
					C axi	3.360
					AD+BG+ HM+KN	2.995
(4)C4	2.665	1.573	2.119	-0.546	D pla	2.119
(7)C7	0.933	2.062	1.497	0.565	G ser	1.497

} 83%

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

intégration

**tableau
partie 2
suite**

	beta-ba	beta-re	prin	inter	effet	beta
					CH+EN	1.471
					CN+EH	1.430
					AG+BD+CE+HN+KM	- 1.083
(11)C11	-2.379	0.562	-0.909	1.471	K rai	- 0.909
					AM+BN+DH+GK	- 0.718
					AH+BK+DM+GN	- 0.637
(1)C1	0.244	0.896	0.570	0.326	A cor	0.570
					BE+CD	0.565
					AE+CG	- 0.546
					AC+EG	0.344
					BC+DE	0.326
					AN+BM+DK+GH	- 0.070
					CM+EK	0.019

Exemple-6.6

2^{10-6} base
+ 2^{10-6} réfléchi / n = 3

Analyse globale

15 chaines
d'interactions
confondues

(1)=A
(2)=B
(3)=C
(4)=D
(5)=E
(6)=G
(7)=H
(8)=K
(9)=M
(10)=N

	Alias	Alias	Alias	Alias
1 by 2	4*6	7*8	9*10	
1 by 3	5*6			
1 by 4	2*6	7*9	8*10	
1 by 5	3*6			
1 by 6	2*4	3*5	7*10	8*9
1 by 7	2*8	4*9	6*10	
1 by 8	2*7	4*10	6*9	
1 by 9	2*10	4*7	6*8	
1 by 10	2*9	4*8	6*7	
2 by 3	4*5			
2 by 5	3*4			
3 by 7	5*10			
3 by 8	5*9			
3 by 9	5*8			
3 by 10	5*7			

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

analyse globale

R-sqr = 0.939 Adj: 0.917

	Effect	Std.Err	t(70)	p	Coeff
Mean/Int.	50.41	0.6217	81.09	0.0000	50.41
(5)E	25.28	1.2434	20.34	0.0000	12.64
(2)B	15.76	1.2434	12.67	0.0000	7.88
(7)H	14.80	1.2434	11.91	0.0000	7.40
(10)N	-14.38	1.2434	-11.56	0.0000	-7.19
3 by 8	8.44	1.2434	6.79	0.0000	4.22
(9)M	7.03	1.2434	5.65	0.0000	3.51
1 by 2	-6.97	1.2434	-5.61	0.0000	-3.49
(3)C	-6.73	1.2434	-5.41	0.0000	-3.37
1 by 8	6.72	1.2434	5.40	0.0000	3.36
1 by 4	5.99	1.2434	4.82	0.0000	2.99
(4)D	4.24	1.2434	3.41	0.0011	2.12
(6)G	2.99	1.2434	2.41	0.0187	1.50
3 by 7	2.94	1.2434	2.37	0.0208	1.47
3 by 10	2.86	1.2434	2.30	0.0244	1.43

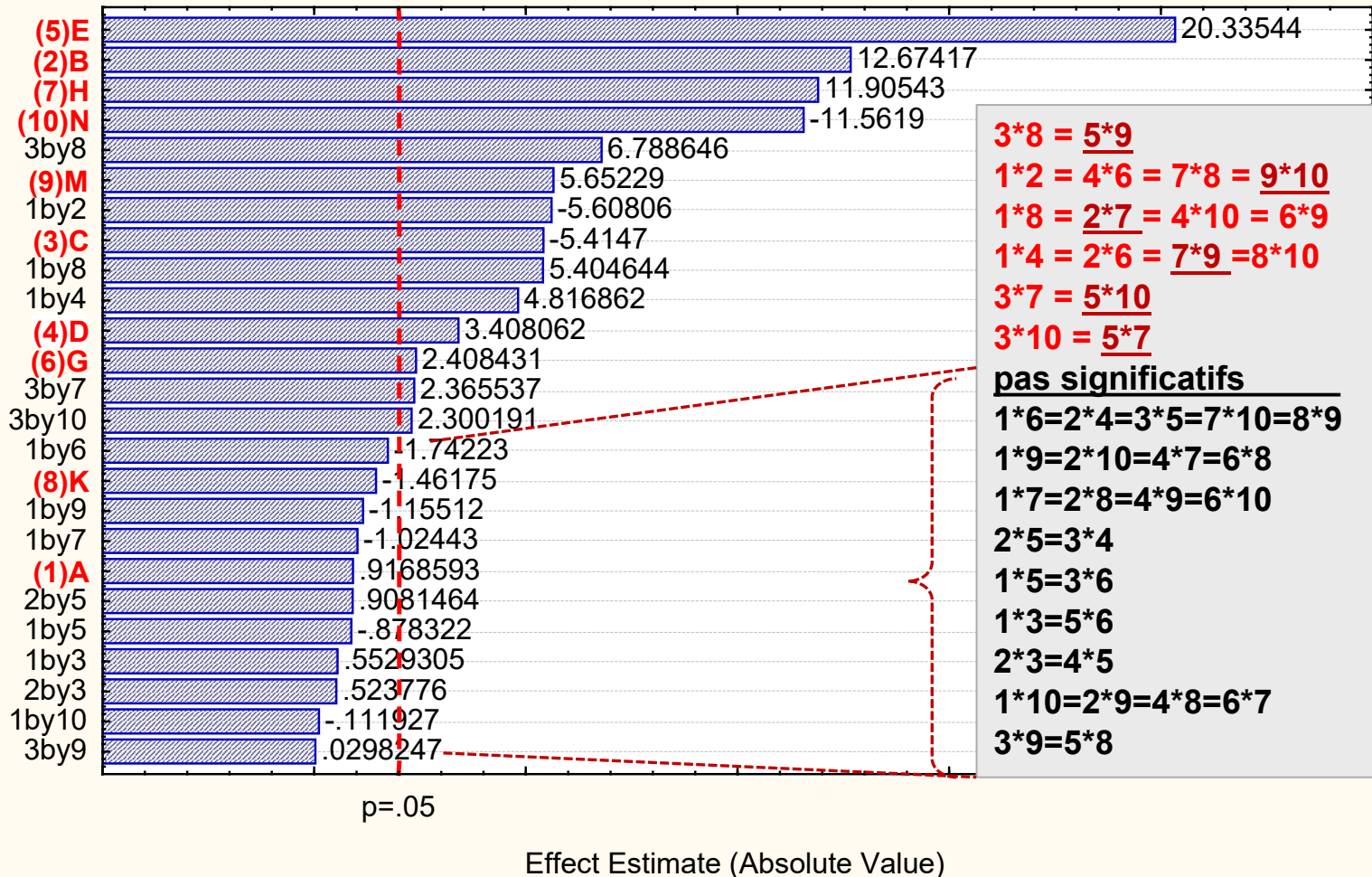
suite

	Effect	Std.Err	t(70)	p	Coeff
1 by 6	-2.17	1.2434	-1.74	0.0859	-1.08
(8)K	-1.82	1.2434	-1.46	0.1483	-0.91
1 by 9	-1.44	1.2434	-1.16	0.2520	-0.72
1 by 7	-1.27	1.2434	-1.02	0.3092	-0.64
(1)A	1.14	1.2434	0.92	0.3624	0.57
2 by 5	1.13	1.2434	0.91	0.3669	0.56
1 by 5	-1.09	1.2434	-0.88	0.3828	-0.55
1 by 3	0.69	1.2434	0.55	0.5821	0.34
2 by 3	0.65	1.2434	0.52	0.6021	0.33
1 by 10	-0.14	1.2434	-0.11	0.9112	-0.07
3 by 9	0.04	1.2434	0.03	0.9763	0.02

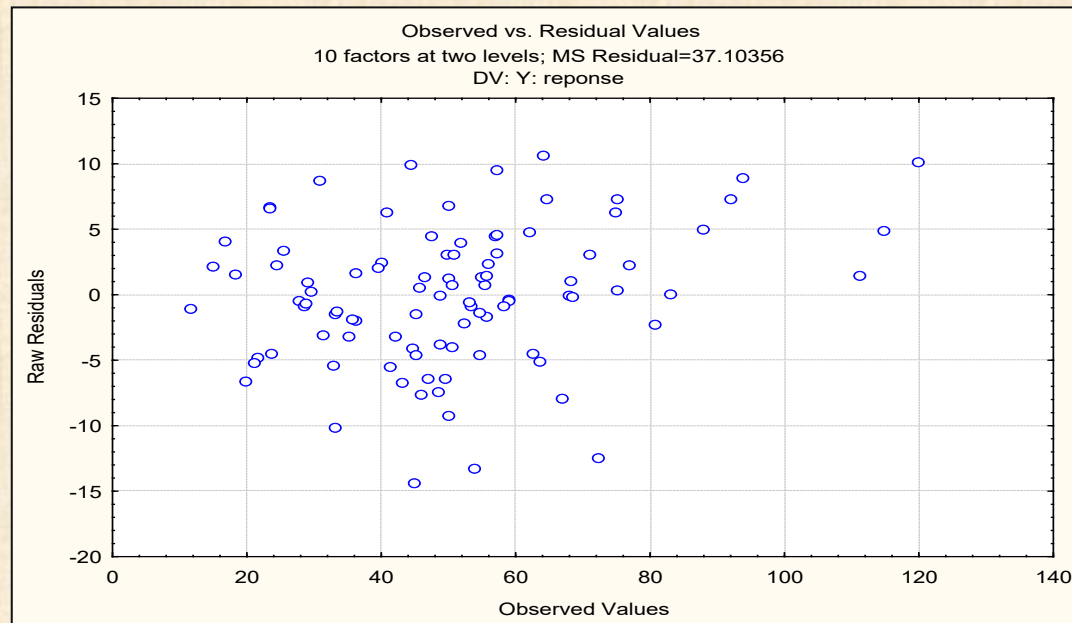
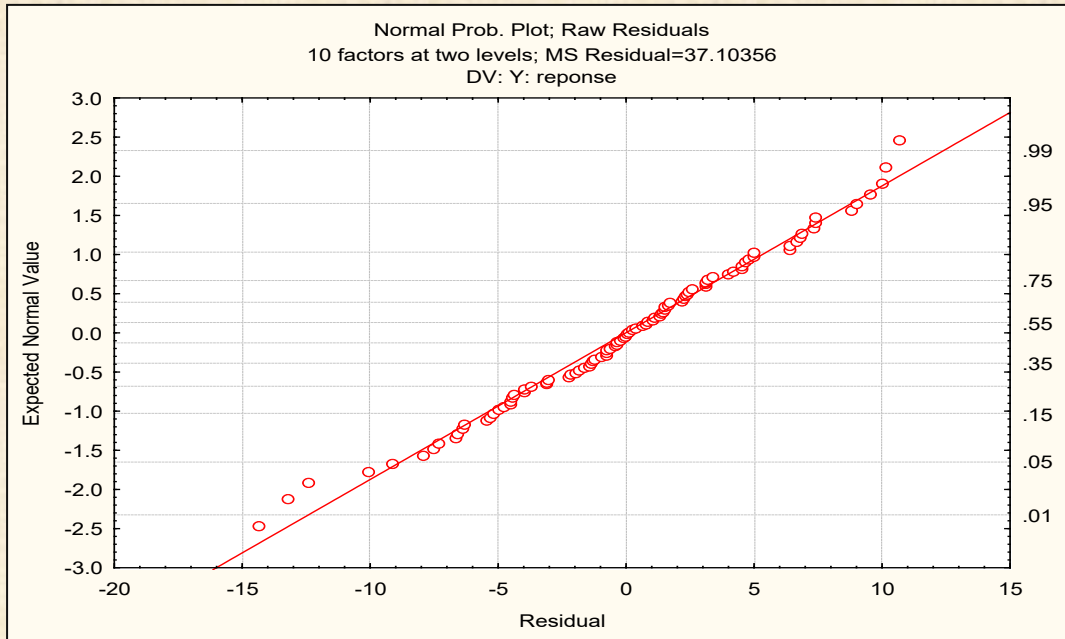
suite

Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3

Pareto Chart of Standardized Effects; Variable: Y
 10 factors at two levels; MS Residual=37.10356
 DV: Y: reponse



Exemple-6.6 : 2^{10-6} base + 2^{10-6} réfléchi / n = 3



Chapitre 6 : résumé

ANALYSE PLANS FRACTIONNAIRES

▪ choix d'un plan fractionnaire

- économie des essais
- prix à payer : confusion des effets
- viser une résolution minimale de IV
- si plan de résolution V : effets principaux séparés des effets d'interaction
- si plan résolution III : faire suivre avec un plan réfléchi du premier plan
la combinaison des résultats des 2 plans donnera un plan global de résolution IV

▪ analyse d'un plan fractionnaire

- comme un plan factoriel complet
- pour interpréter
 - ▶ tenir en compte les effets confondus
 - ▶ s'aider des 3 principes pour les effets factoriels :
hiérarchie - rareté - hérédité