

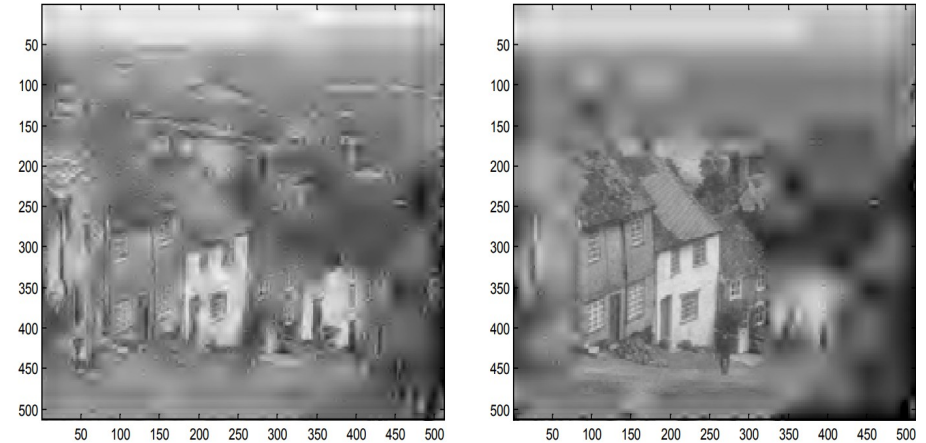
Représentation et Filtrage Numérique 1D/2D

Présentation algorithme de compression JPEG-2000

EBCOT

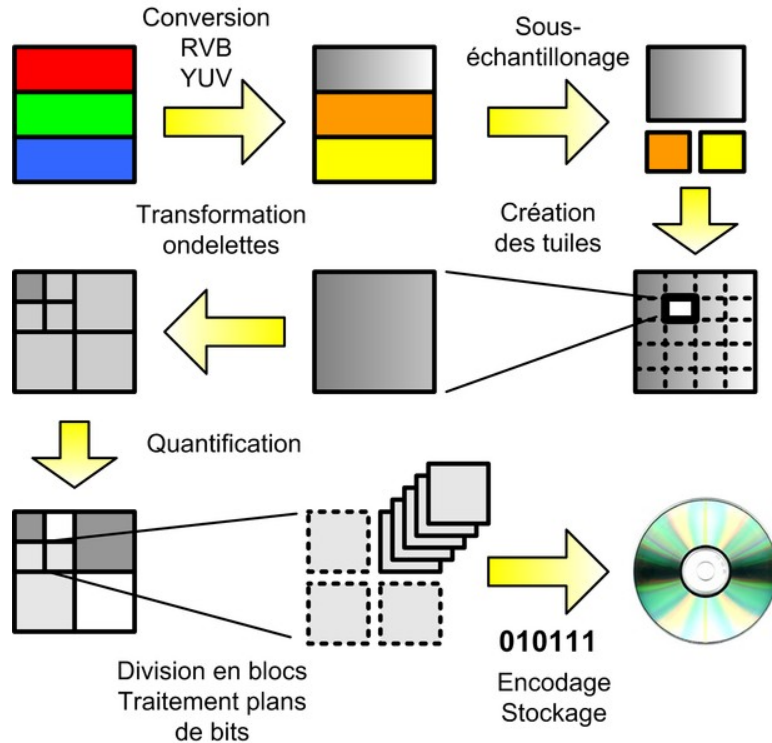
Présentation Globale

- Compression avec et sans pertes
- Meilleurs taux de compression que JPEG
 - Utilisation des Wavelettes
 - Gestion des ROI



- Effet de tiling
- Complexe à mettre en place
 - Coûteux à décoder
- Pas encore assez utilisé

JPEG-2000 : algorithme



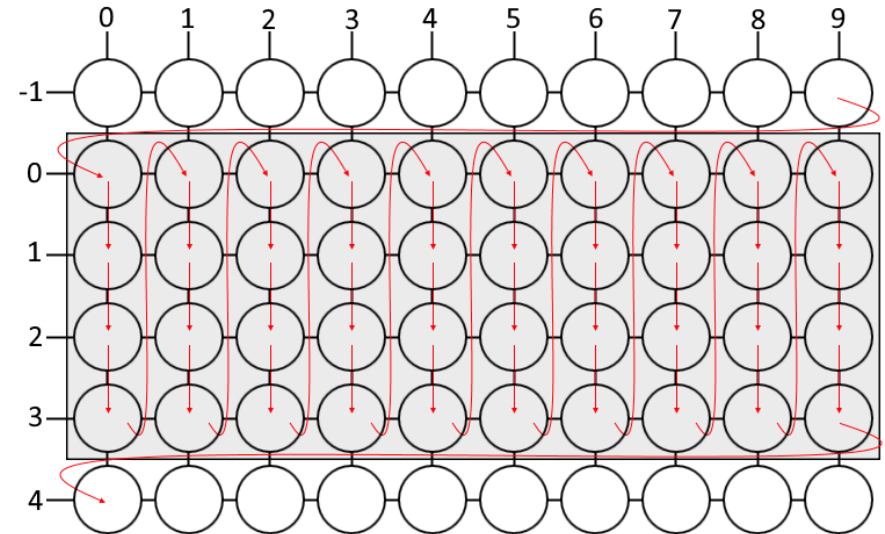
6 étapes

- Mappage des couleurs
- Changement de modèle (YUV)
- Découpage en tuiles
- Ondelette
- Quantification
- Compression en utilisant EBCOT

Optionnel

EBCOT : Présentation globale

- On part d'une image quantifiée
- Codage entropique par plan
- Traitement identiques des sous-bandes
- Découpage en bloc de 4xL
- Parcours :
 - Plan par plan
 - Passe par passe
 - Bloc par bloc
 - Colonne par colonne



Les plans de bits

- Nombre de plan = $\lfloor \log_2(|\text{maximum}|) \rfloor + 1$
- Arrêt possible à n'importe quel plan de bits
- On part du plan le plus haut et on descend
- x est significatif si $|x| \geq 2^n$ avec n le plan de bit actuel
- Pour la suite,
 - Coefficient sera abrégé en K
 - Coefficient significatif sera abrégé en KS

Primitives

- Sign Coding (SC)
- Zero Coding (ZC)
- Run-Length (RL)
- Magnitude Refinement (MR)

Primitives : SC

- Utilisé après avoir codé un KS
- Prédiction du signe en fonction des KS voisins
- Tableau :
 - Δ_H vaut 0 si le KS n'a pas de KS adj. horizontalement ou s'ils n'ont pas encore été calculé ou s'ils sont opposés
 - Sinon Δ_H vaut 1 si l'un est positif et -1 si l'un est négatif
 - La même règle s'applique à Δ_V mais pour les K adj. verticaux
- Si le signe prédit est correct on émet un 0 sinon on émet un 1. Dans tous les cas, le contexte est émit (Scx)

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Primitives : ZC

Bandes LL & LH			Bandes HL			Bandes HH		ZCx
K _H	K _V	K _D	K _H	K _V	K _D	K _H + K _V	K _D	
0	0	0	0	0	0	0	0	ZC0
0	0	1	0	0	1	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	0	0	≥ 2	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	1	0	x	1	0	ZC3
0	2	x	2	0	x	1	1	ZC4
1	0	0	0	1	0	1	≥ 2	ZC5
1	0	≥ 1	0	1	≥ 1	2	0	ZC6
1	≥ 1	x	≥ 1	1	x	2	≥ 1	ZC7
2	x	x	x	2	x	≥ 3	x	ZC8

- K_H est le nombre de KS horiz.
- K_V est le nombre de KS verti.
- K_D est le nombre de KS diago.

- Code émit : 1 si KS, 0 sinon. Suit par le contexte (ZCx)
- Seul les KS déjà vu sont considérés

Primitives : RL

- Code émit :
 - 0 si la colonne ne contient pas de KS
 - Sinon 1 suivit de son offset par rapport au haut de la colonne
- Si KS a été trouvé, alors le reste de la colonne est codé avec la primitive ZC
- La primitive RL ne peut être utilisée que si la colonne précédente ne contient pas de KS

Primitives : MR

- **Code émit :**
 - On converti le nombre en binaire puis on émet le bit à la position **n**
 - Suivit du contexte
- **σ : 0 si le KS est vu pour la première fois 1 sinon**
- **Exemple : $n = 3$**
 - $53 = 110101 \rightarrow$ on émet **0**
 - $41 = 101001 \rightarrow$ on émet **1**

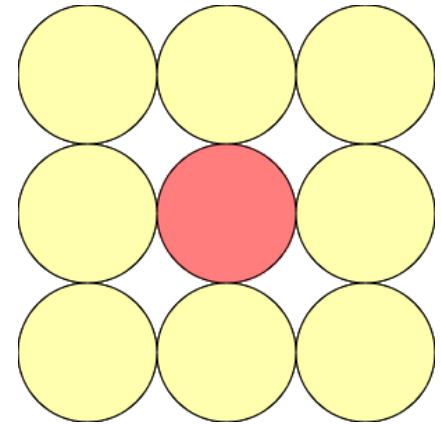
σ	$K_H + K_V$	MR x
0	0	MR0
0	$\neq 0$	MR1
1	x	MR2

Passes

- Propagation
- Affinage
- Nettoyage

Passes : Propagation

- Utilisé pour coder les K proches des autres KS
- On regarde les 8 K autour des KS du plan précédent et des KS du bloc précédent
- Les K sont encodé avec les primitives ZC et SC



Passes : Affinage

- Repasse sur les coefficients des plans précédents
- Utilisation de la primitive MR uniquement
- Le but de cette passe est de reconstituer fidèlement les coefficients
 - Si pour chaque K, on somme le résultat de cette passe sur un plan i multiplié par $2^i + 2^a$ (avec a le numéro du plan à partir duquel le K devient un KS)
alors plus de plan ont été traité, plus le K retrouvé sera proche du K réel

Passes : Nettoyage

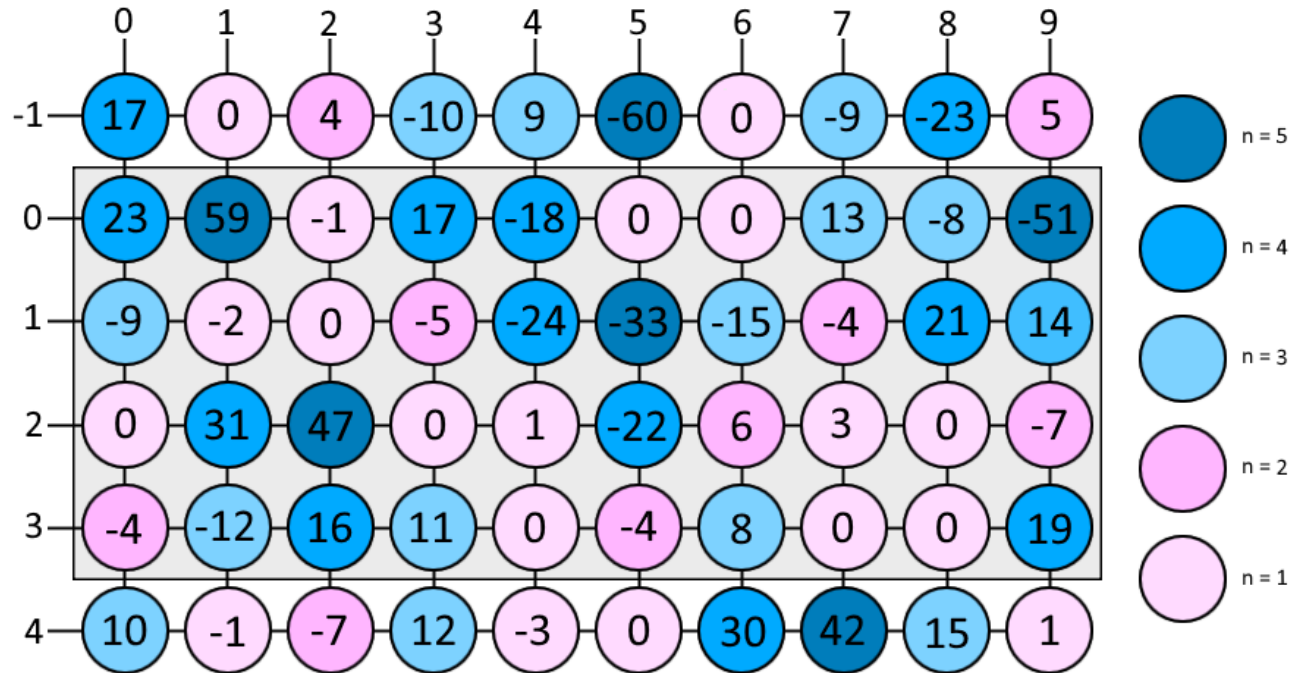
- Dernière passe du plan qui voit les K non vu précédemment
- Utilisation des primitives RL, SC et ZC
- Durant cette passe, seulement les coefficients non vu seront codé
- Généralement ce sont des K non significatifs qu'il reste donc on peut les coder avec peu de bits en utilisant la primitive RL

Améliorations possibles

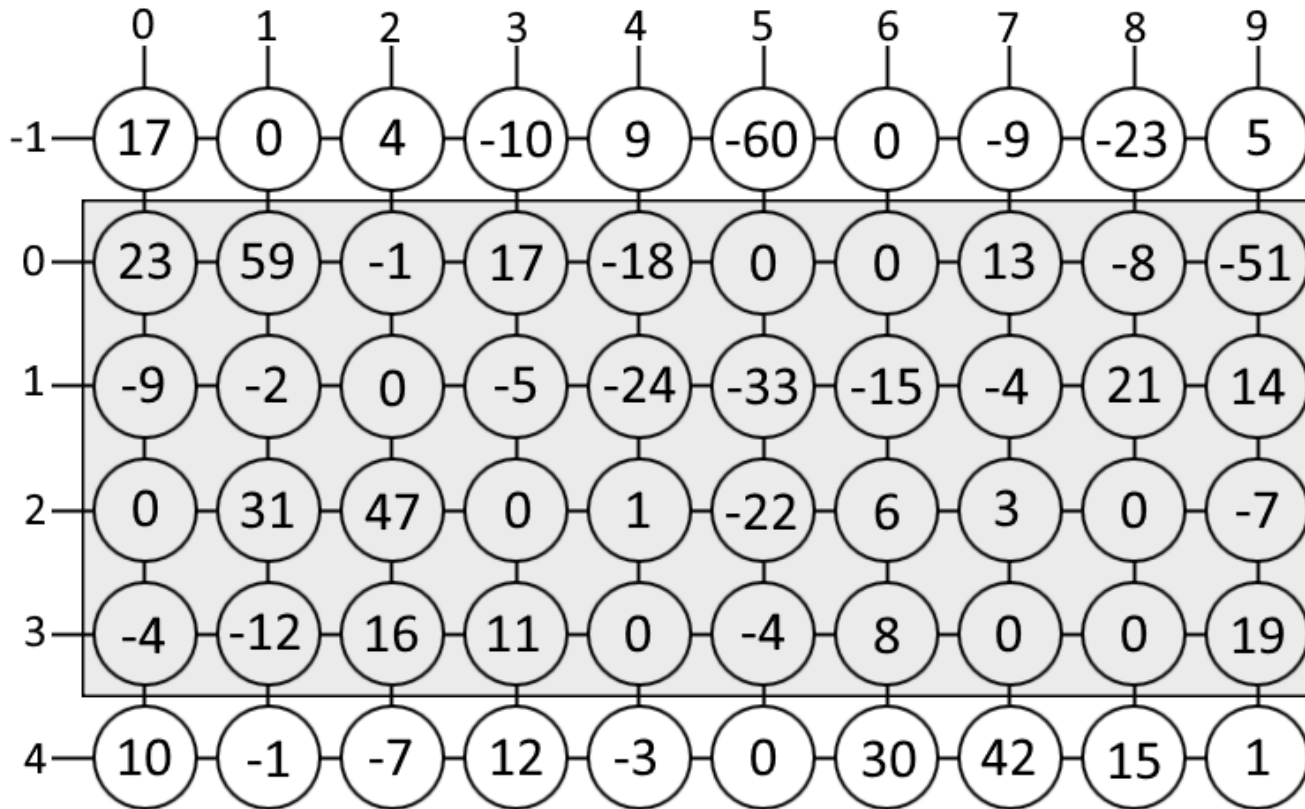
- Ici c'est l'algorithme basique
- Remplacer la prédiction de signe
- Supprimer les contextes :
 - Inconvénient : moins de résistance aux erreurs
 - Avantages : Taille du fichier divisé par 5

Exemple

- Les coefficients présent ici sont inventé
- On suppose être sur une sous-bande LL
- On suppose aussi que l'image est quantifiée



Exemple : Préparation

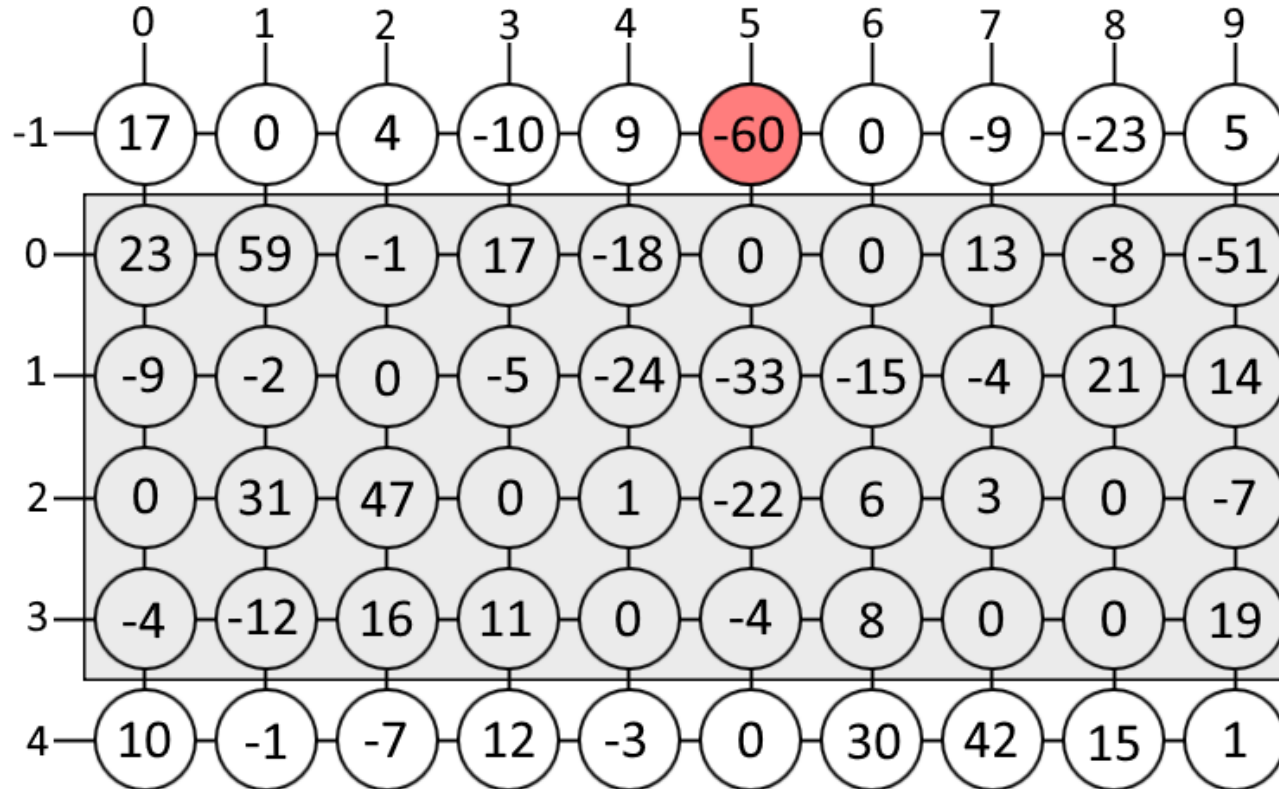


- $|\text{Max}| = 60$
- $N = 6$
- Donc il y aura 6 plans de bits
- On commence au plan $n = 5$

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

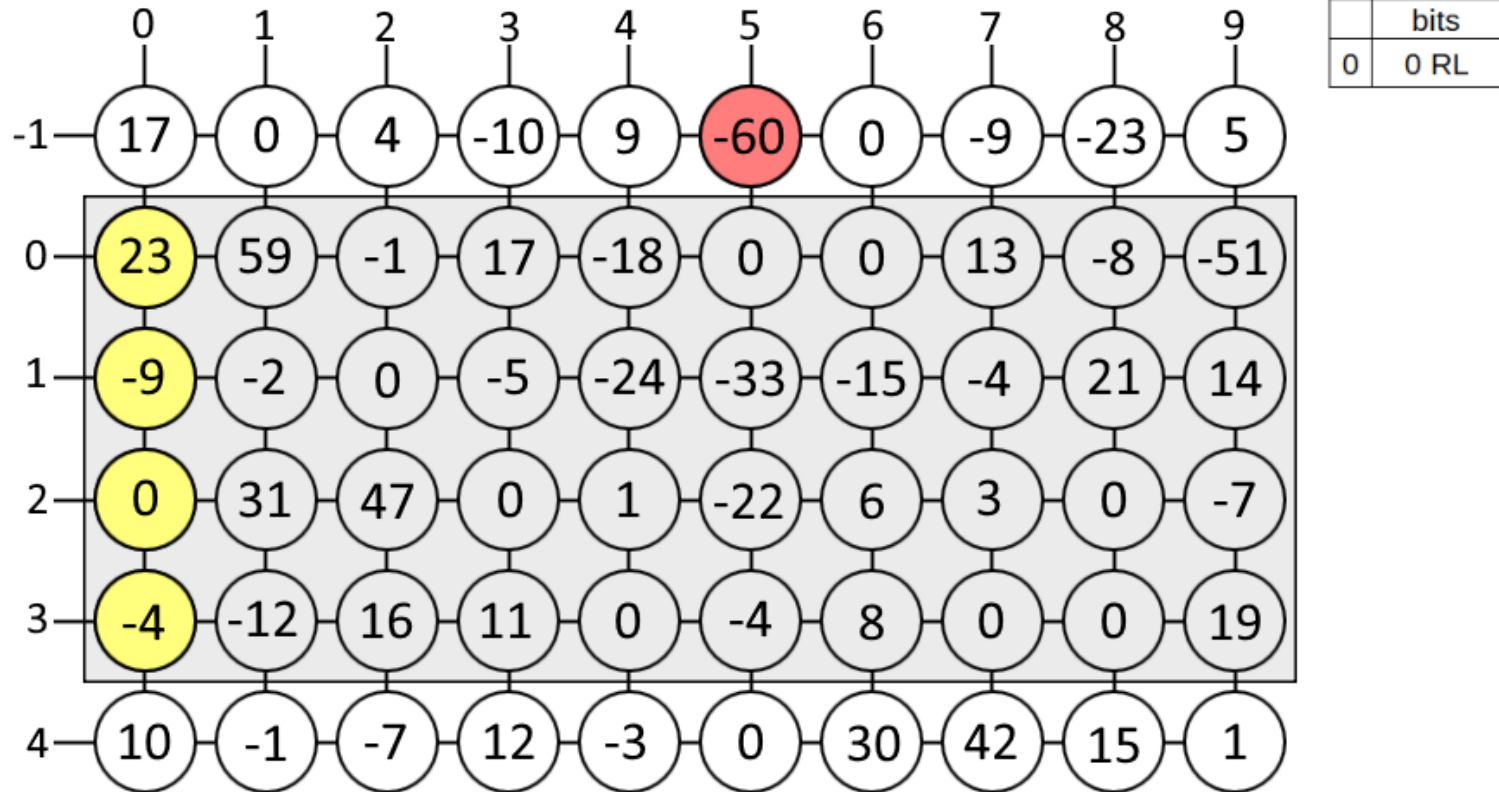
Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8



Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

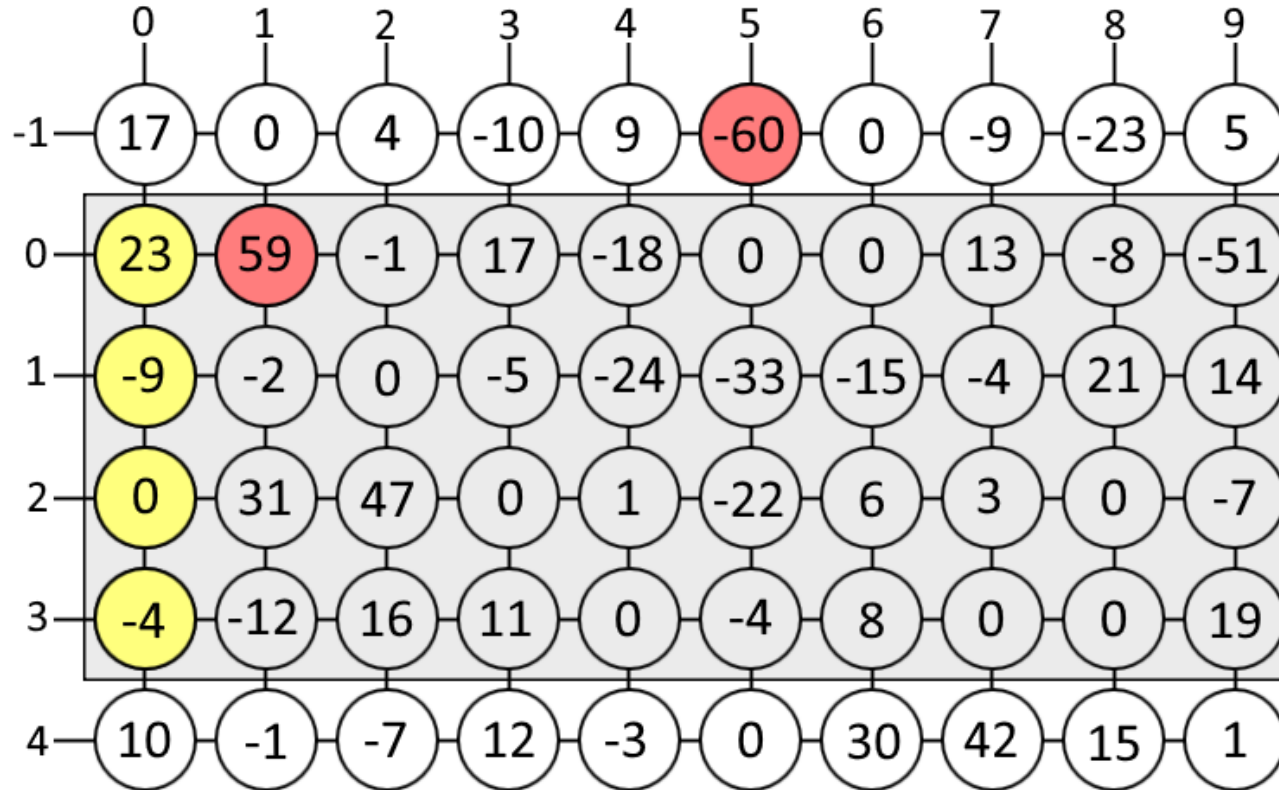
Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8



Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

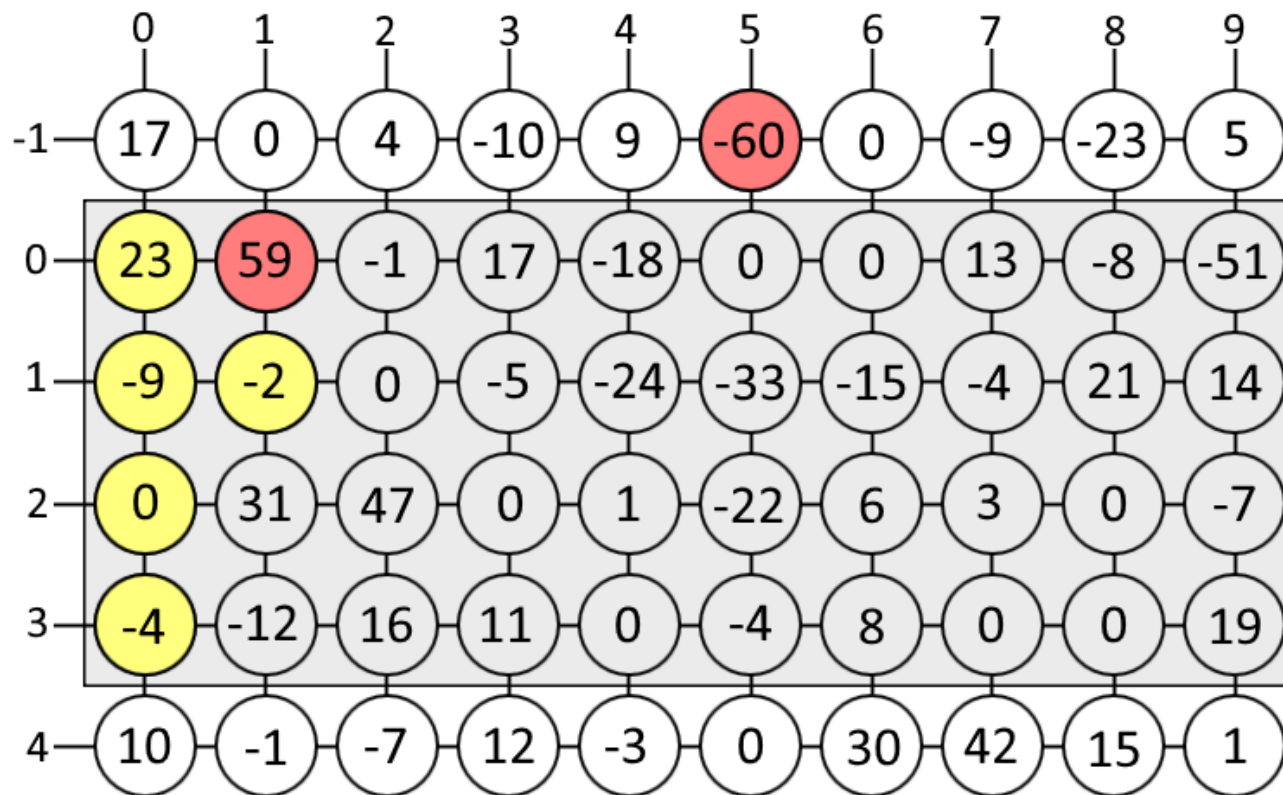


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

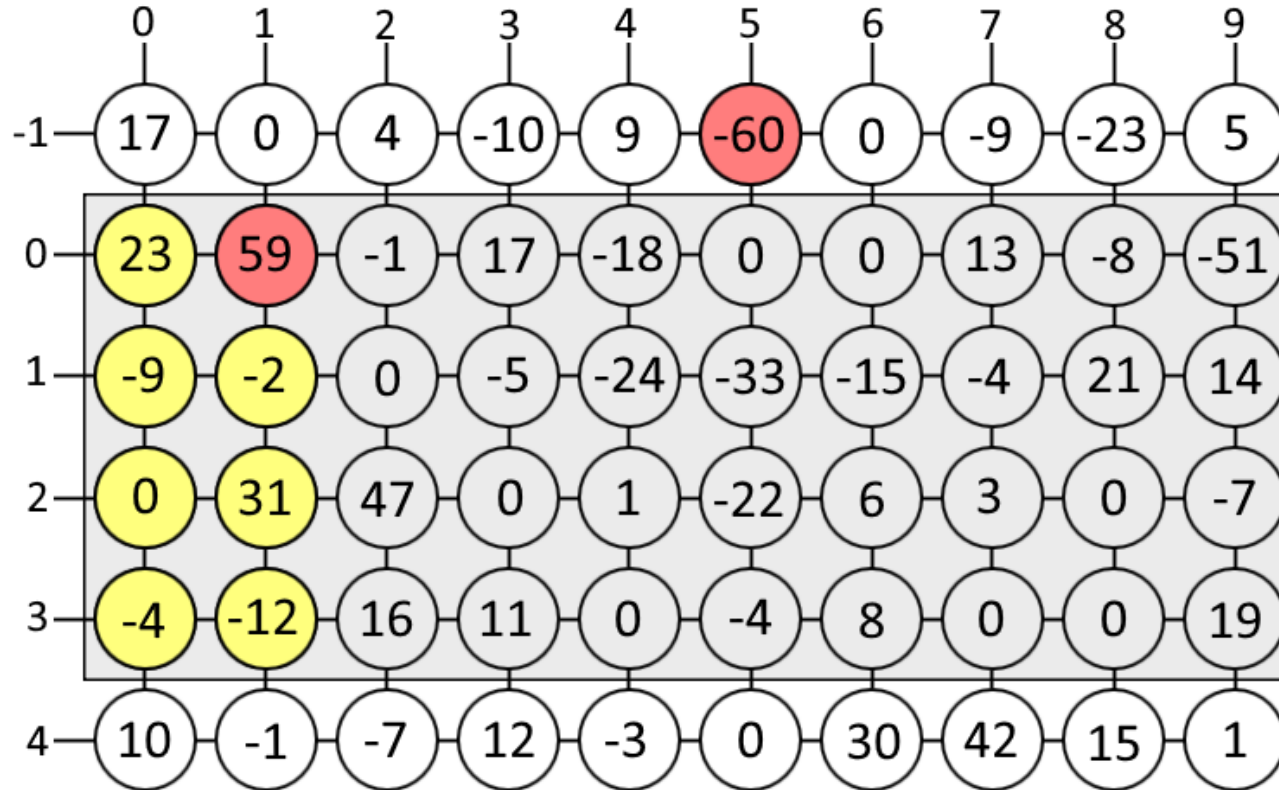


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

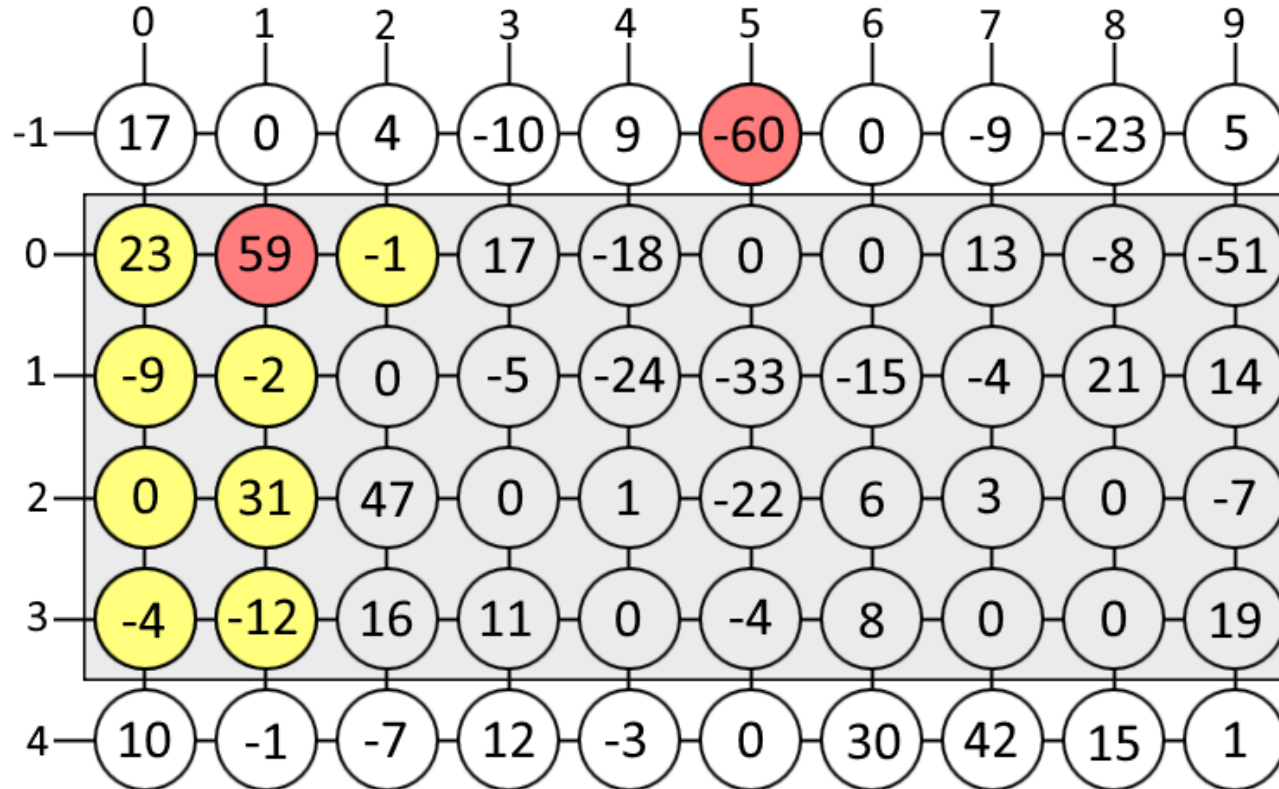


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
	0 ZC0

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

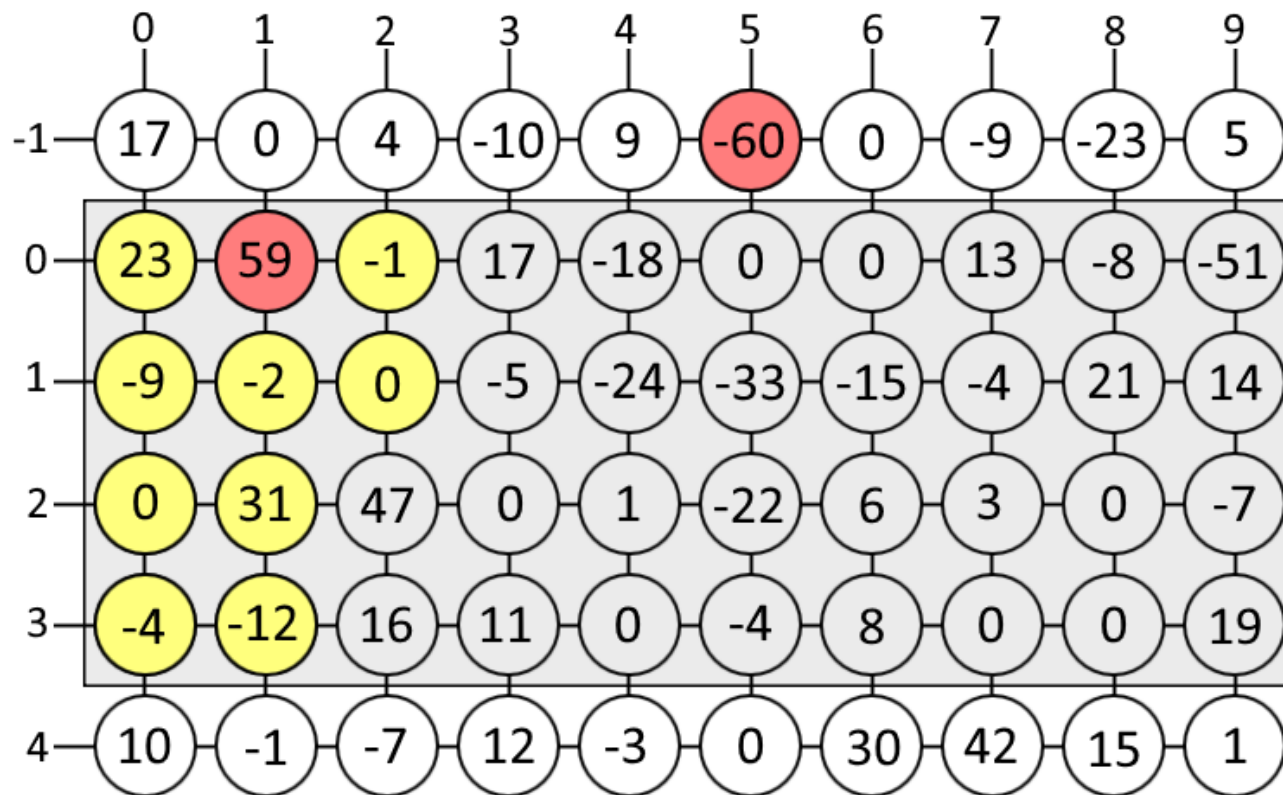


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
2	0 ZC0
	0 ZC5

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

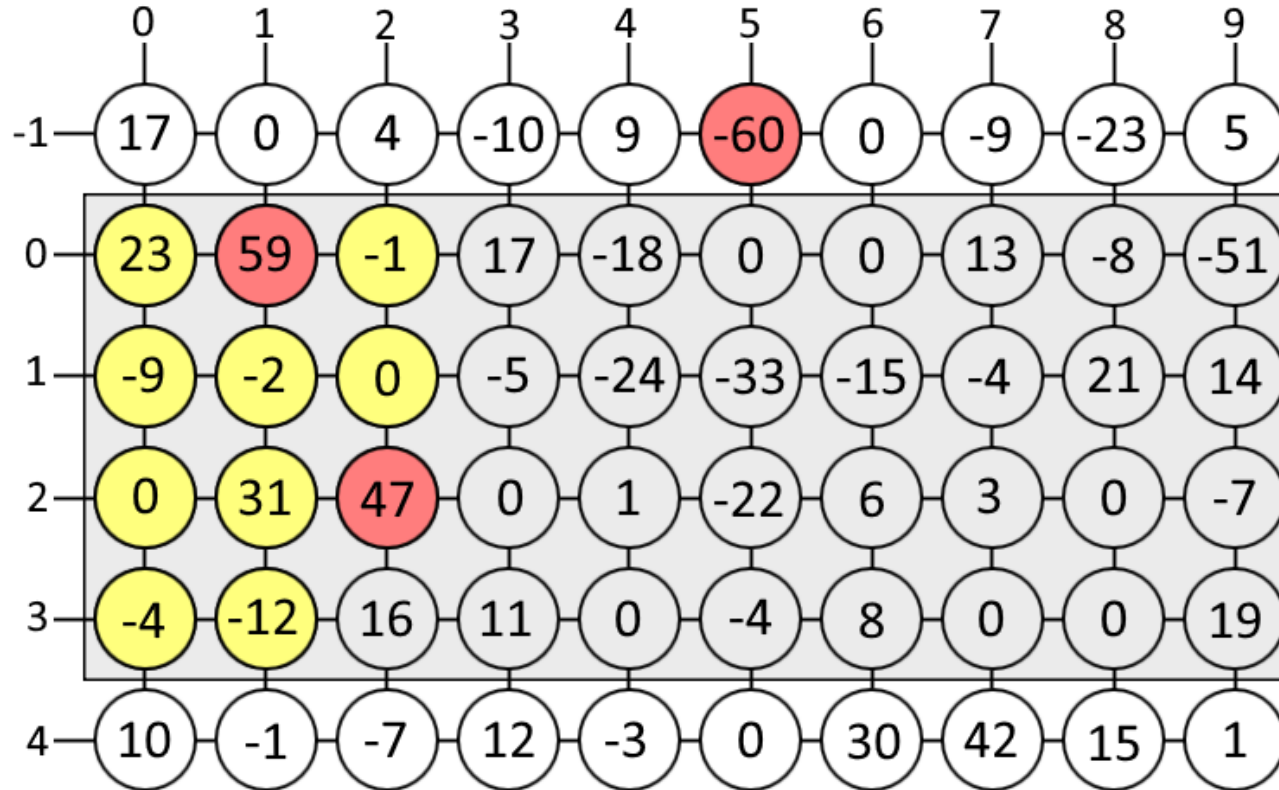


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
2	0 ZC5
	0 ZC1

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

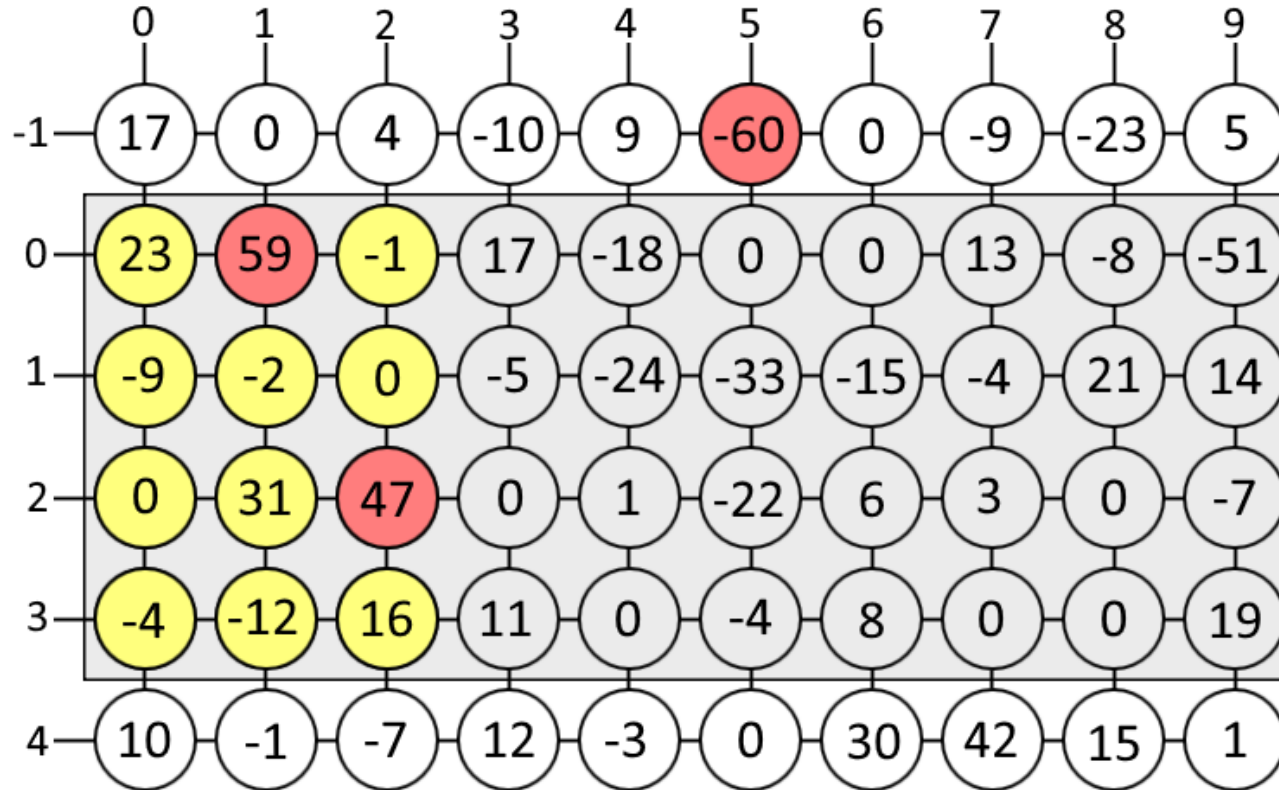


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
2	0 ZC5
	0 ZC1
	1 ZC0
	0 SC0

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

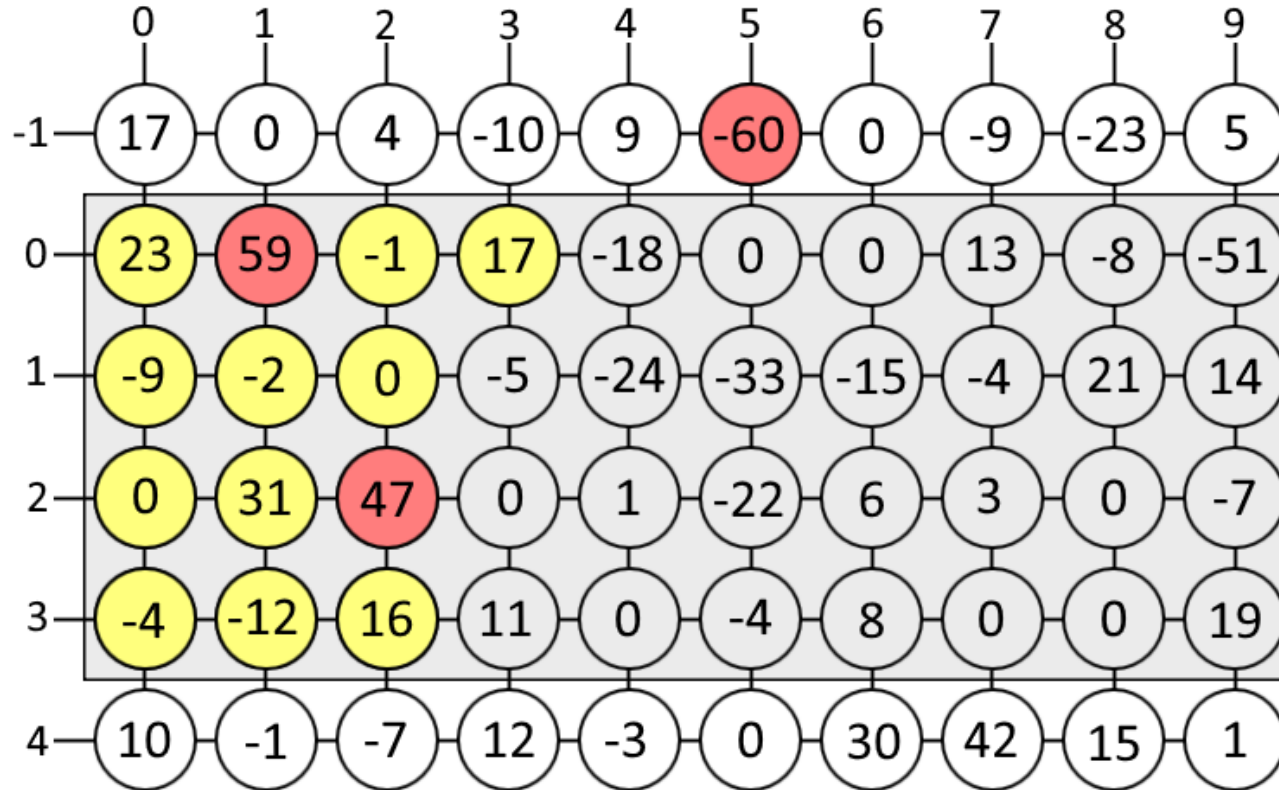


	bits
0	0 RL
	1 RL 00
	0 SC0
1	0 ZC3
	0 ZC0
	0 ZC0
2	0 ZC5
	0 ZC1
	1 ZC0
	0 SC0
	0 ZC3

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

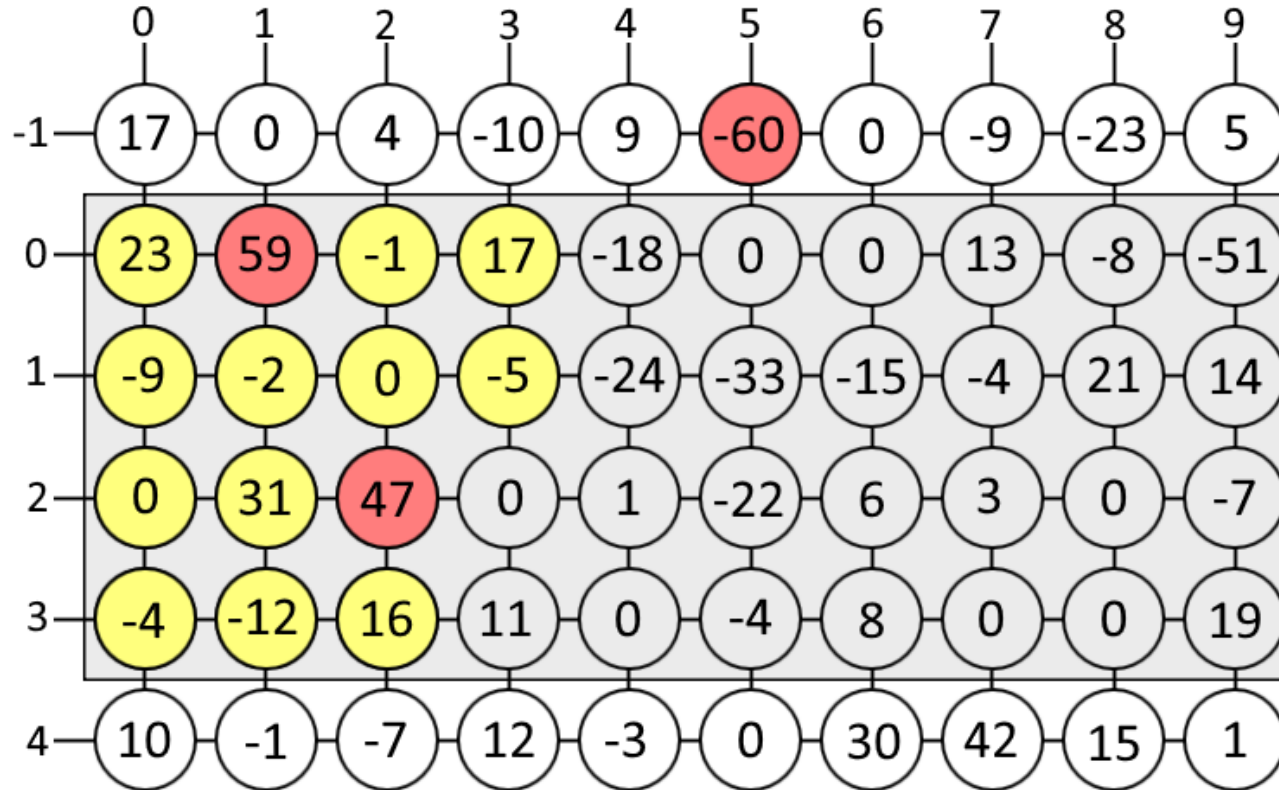


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
2	0 ZC5
	0 ZC1
	1 ZC0
	0 SC0
3	0 ZC3
	0 ZC0

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

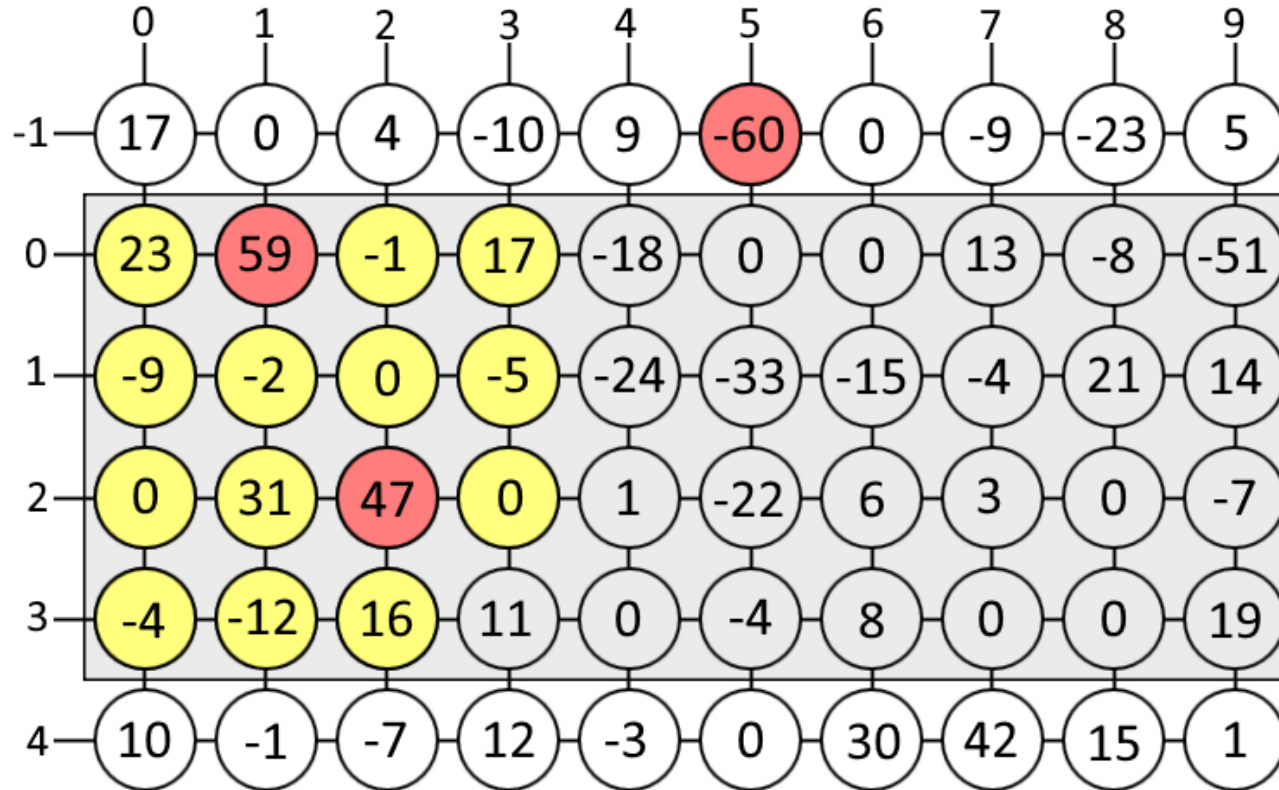


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
2	0 ZC5
	0 ZC1
	1 ZC0
	0 SC0
3	0 ZC3
	0 ZC0
	0 ZC1

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

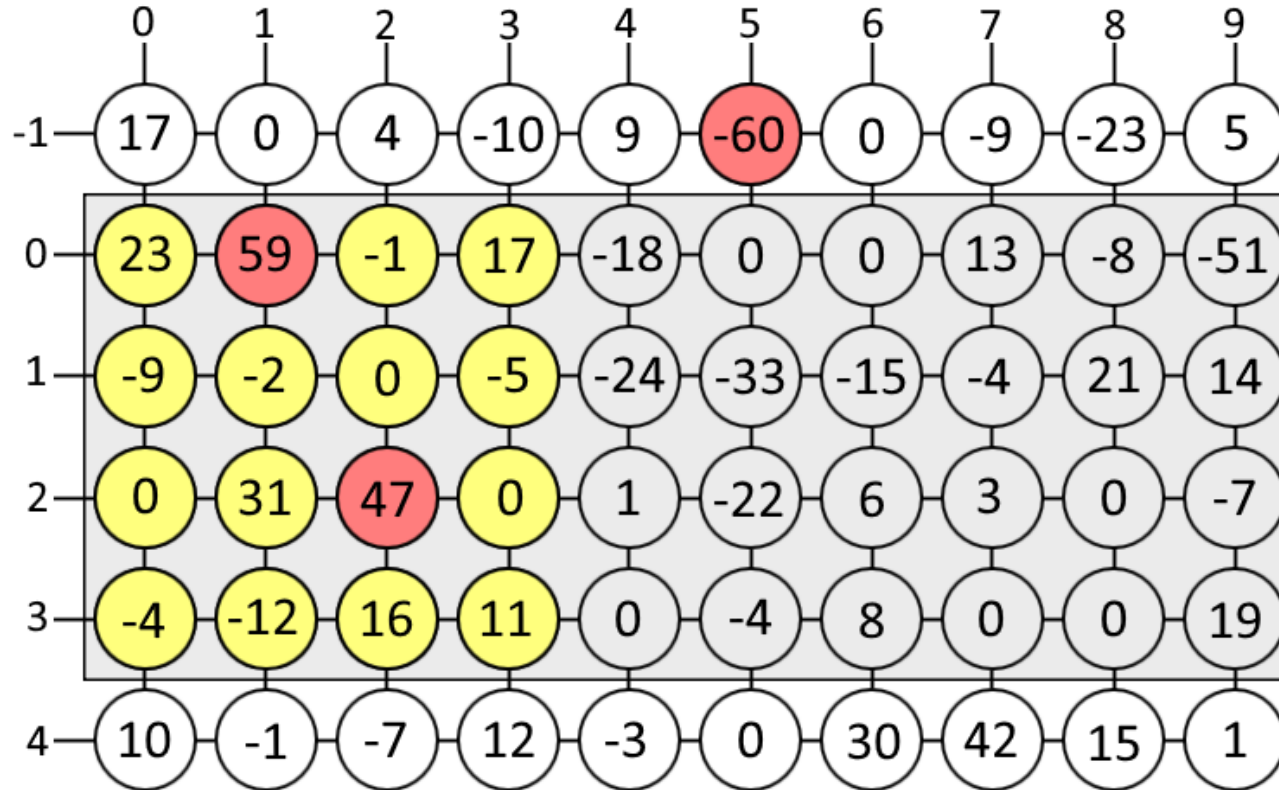


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
2	0 ZC0
	0 ZC1
	1 ZC0
	0 SC0
	0 ZC3
3	0 ZC0
	0 ZC1
	0 ZC5

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

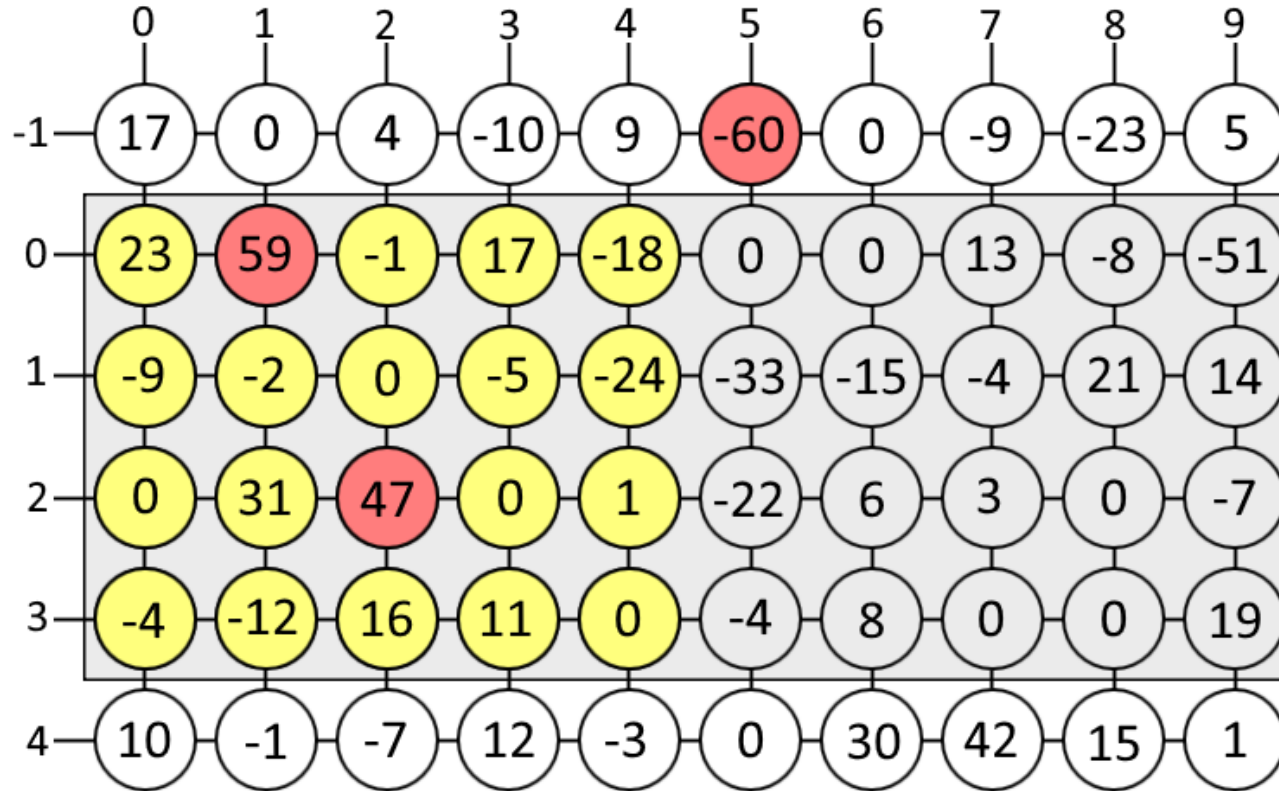


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
2	0 ZC5
	0 ZC1
	1 ZC0
	0 SC0
3	0 ZC3
	0 ZC0
	0 ZC1
	0 ZC5
	0 ZC1

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

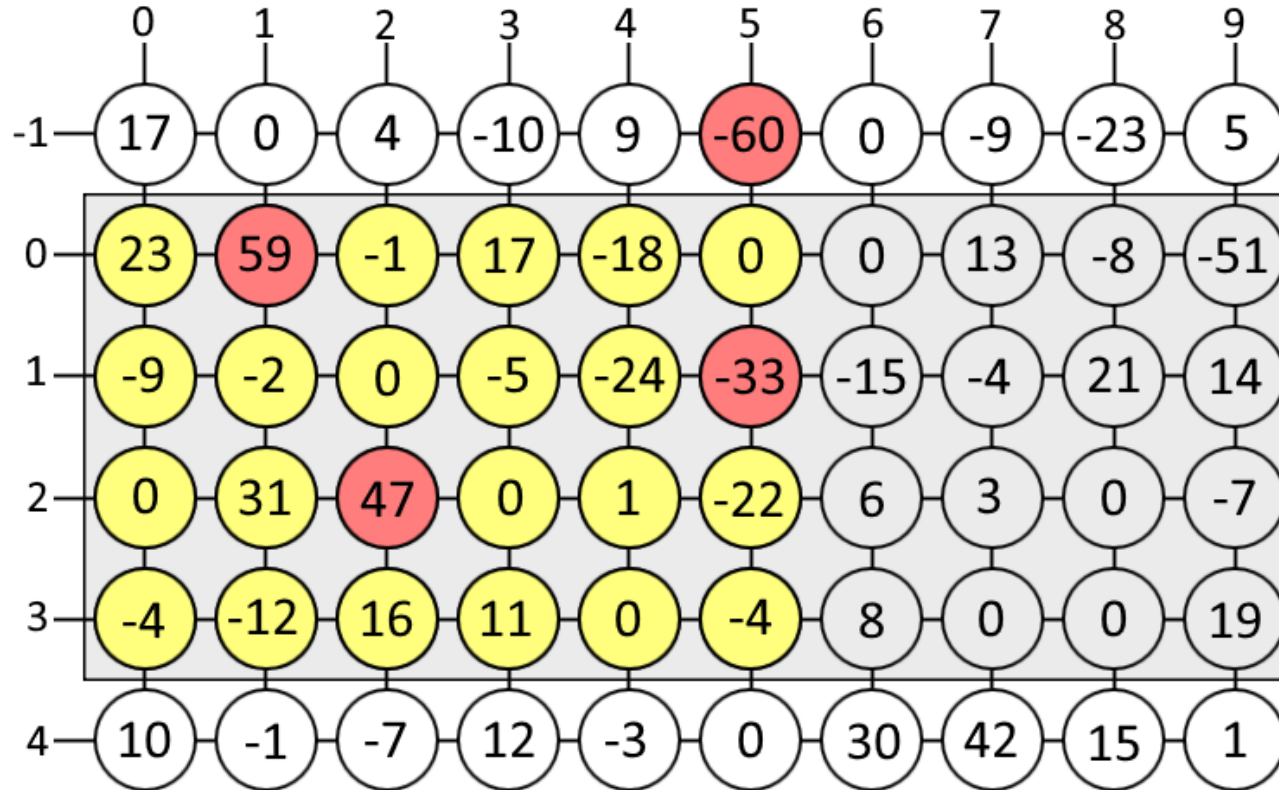


	bits
0	0 RL
1	1 RL 00
	0 SC0
	0 ZC3
	0 ZC0
2	0 ZC5
	0 ZC1
	1 ZC0
	0 SC0
3	0 ZC3
	0 ZC0
	0 ZC1
	0 ZC5
4	0 ZC1
4	0 RL

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

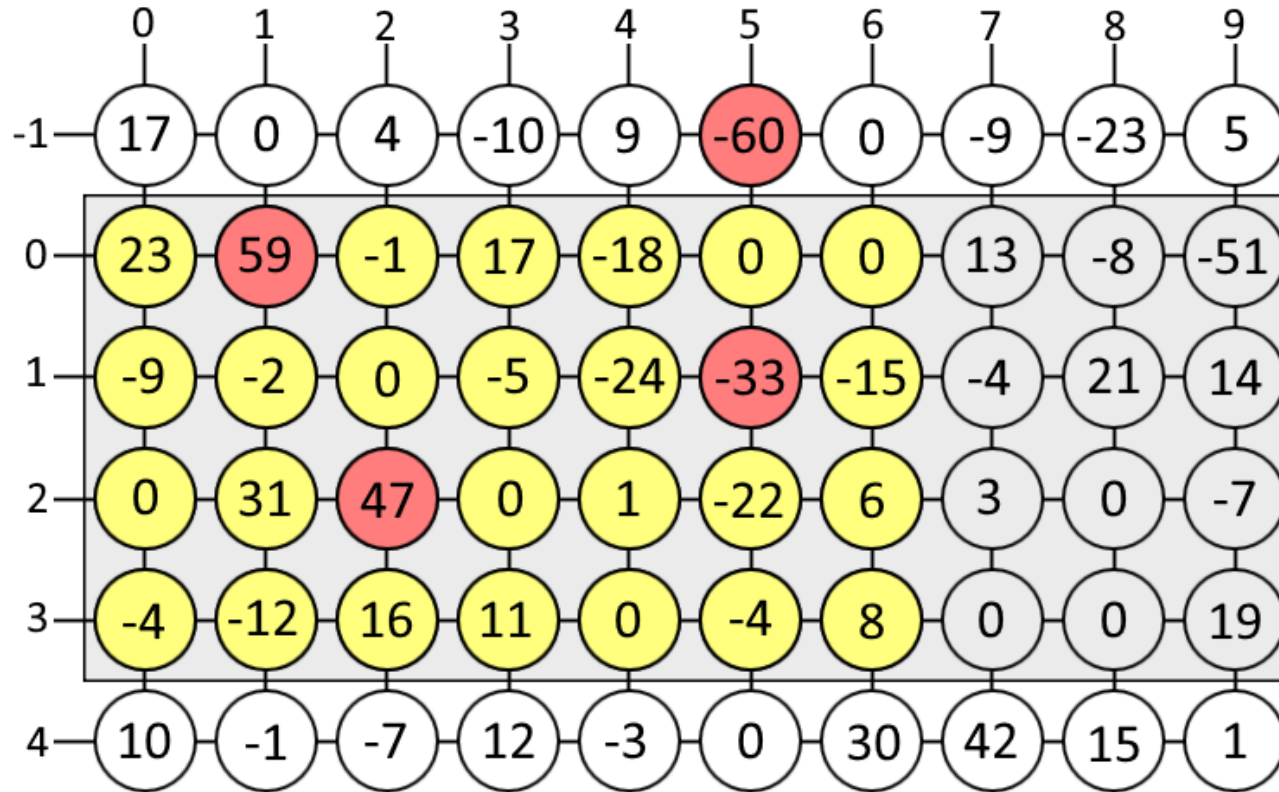


	bits		bits
0	0 RL	5	1 RL 01
1	1 RL 00		1 SC0
	0 SC0		0 ZC3
	0 ZC3		0 ZC0
	0 ZC0		
2	0 ZC5	3	0 ZC1
	0 ZC1		1 ZC0
	0 ZC0		0 SC0
	0 ZC3		0 ZC3
3	0 ZC0	4	0 ZC1
	0 ZC1		0 ZC5
	0 ZC5		0 ZC1
	0 ZC1		0 RL

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

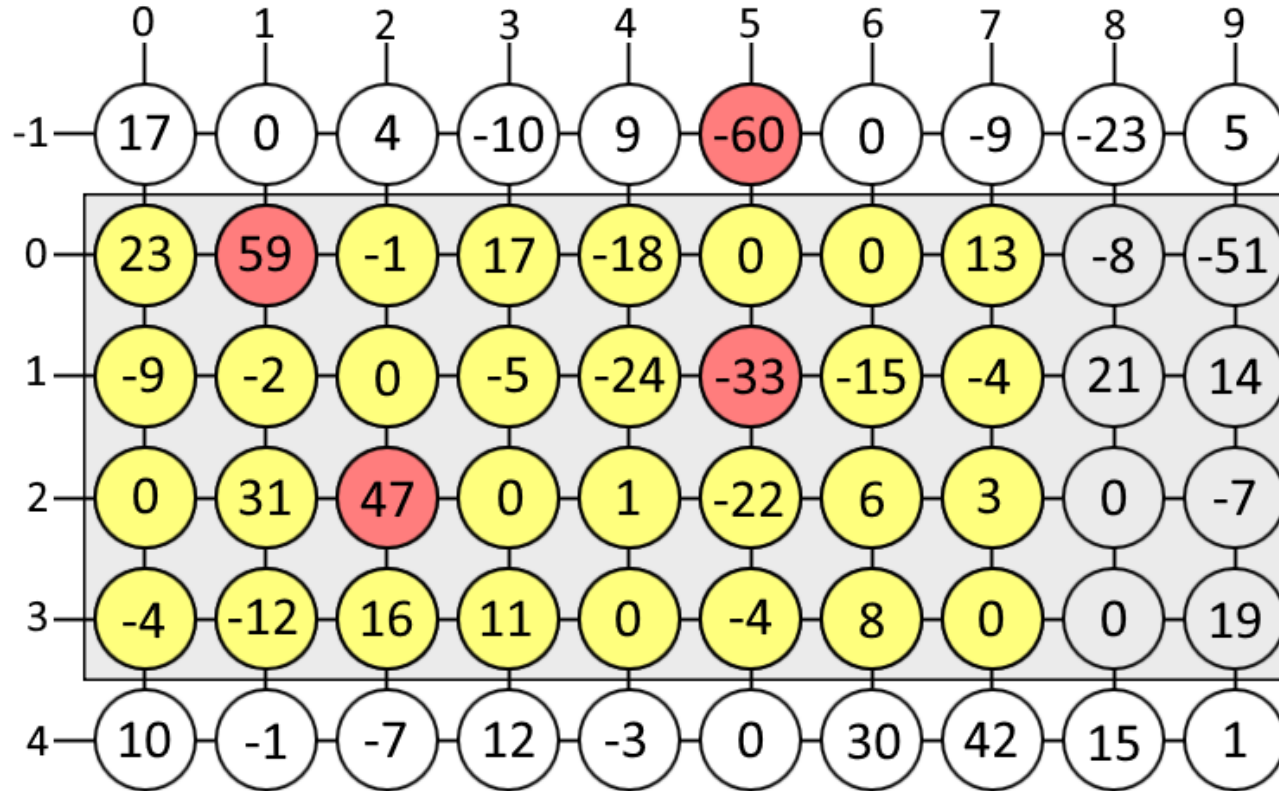


	bits		bits
0	0 RL	5	1 RL 01
1	1 RL 00		1 SC0
	0 SC0		0 ZC3
	0 ZC3		0 ZC0
	0 ZC0		0 ZC2
2	0 ZC0	6	0 ZC5
	0 ZC5		0 ZC1
	0 ZC1		0 ZC0
	1 ZC0		
3	0 SC0		
	0 ZC3		
	0 ZC0		
	0 ZC1		
4	0 ZC5		
	0 ZC1		
4	0 RL		

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

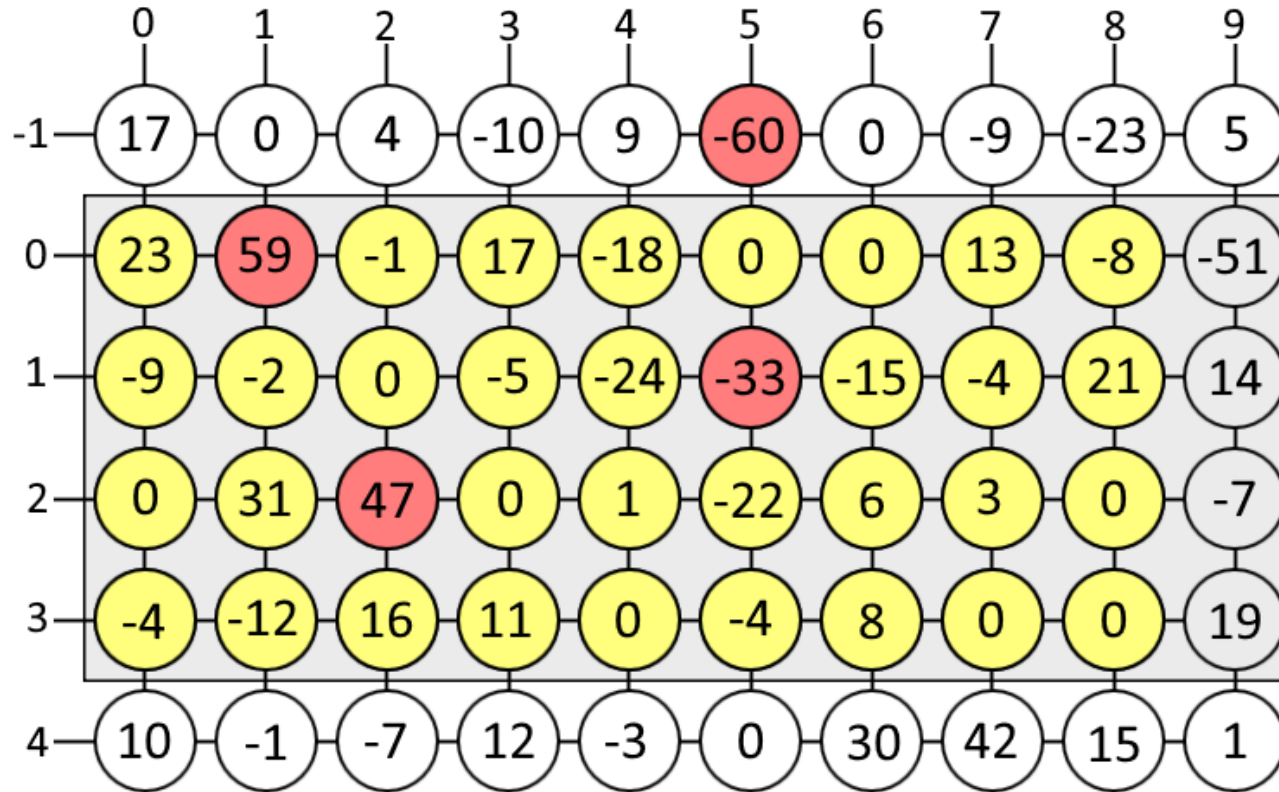


	bits		bits
0	0 RL	5	1 RL 01
1	1 RL 00		1 SC0
	0 SC0		0 ZC3
	0 ZC3		0 ZC0
	0 ZC0	6	0 ZC2
2	0 ZC0		0 ZC5
	0 ZC5		0 ZC1
	0 ZC1		0 ZC0
	1 ZC0	7	0 RL
3	0 SC0	3	0 ZC0
	0 ZC3		0 ZC1
	0 ZC0		0 ZC5
	0 ZC1		0 ZC1
4	0 RL	4	0 RL

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

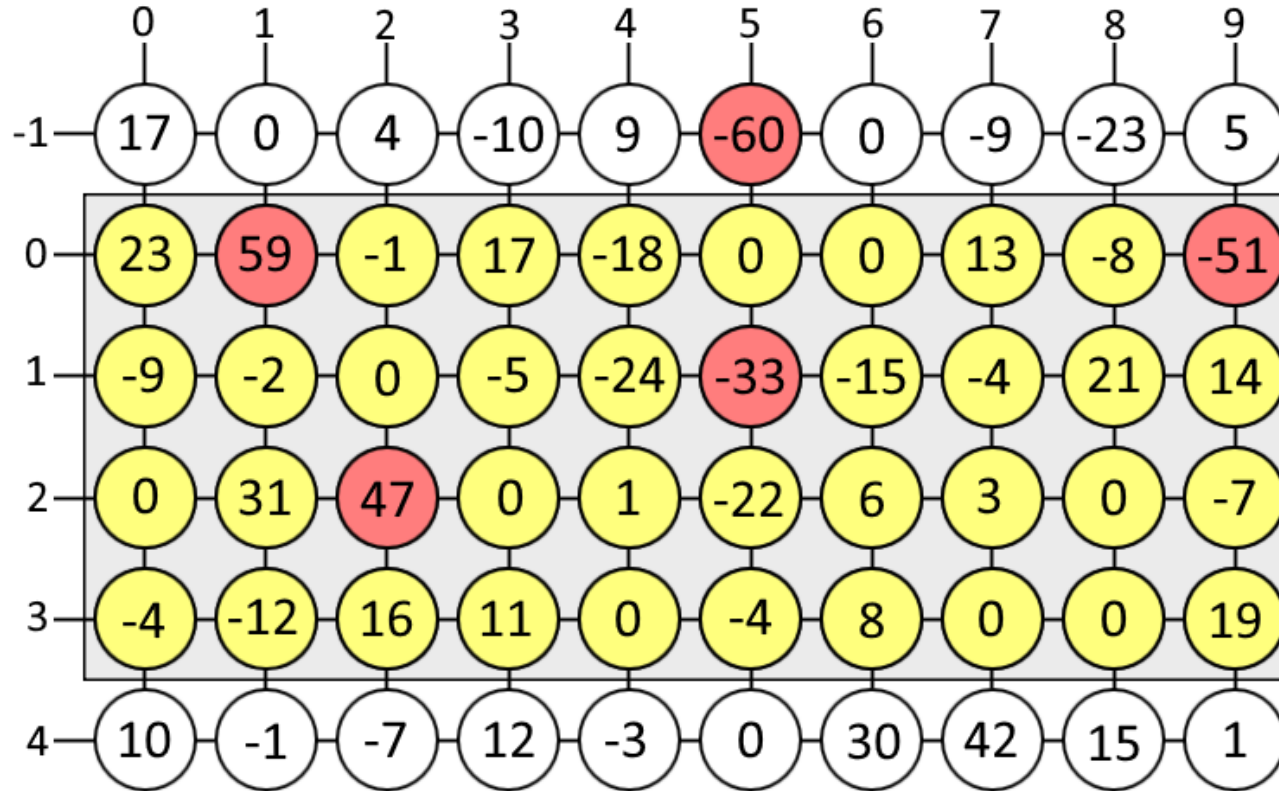


	bits		bits
0	0 RL	5	1 RL 01
1	1 RL 00		1 SC0
	0 SC0		0 ZC3
	0 ZC3		0 ZC0
	0 ZC0	6	0 ZC2
2	0 ZC0		0 ZC5
	0 ZC5		0 ZC1
	0 ZC1		0 ZC0
3	1 ZC0	7	0 RL
	0 SC0	8	0 RL
	0 ZC3		
	0 ZC0		
4	0 ZC1		
	0 ZC5		
	0 ZC1		
	0 RL		

Premier plan n = 5 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

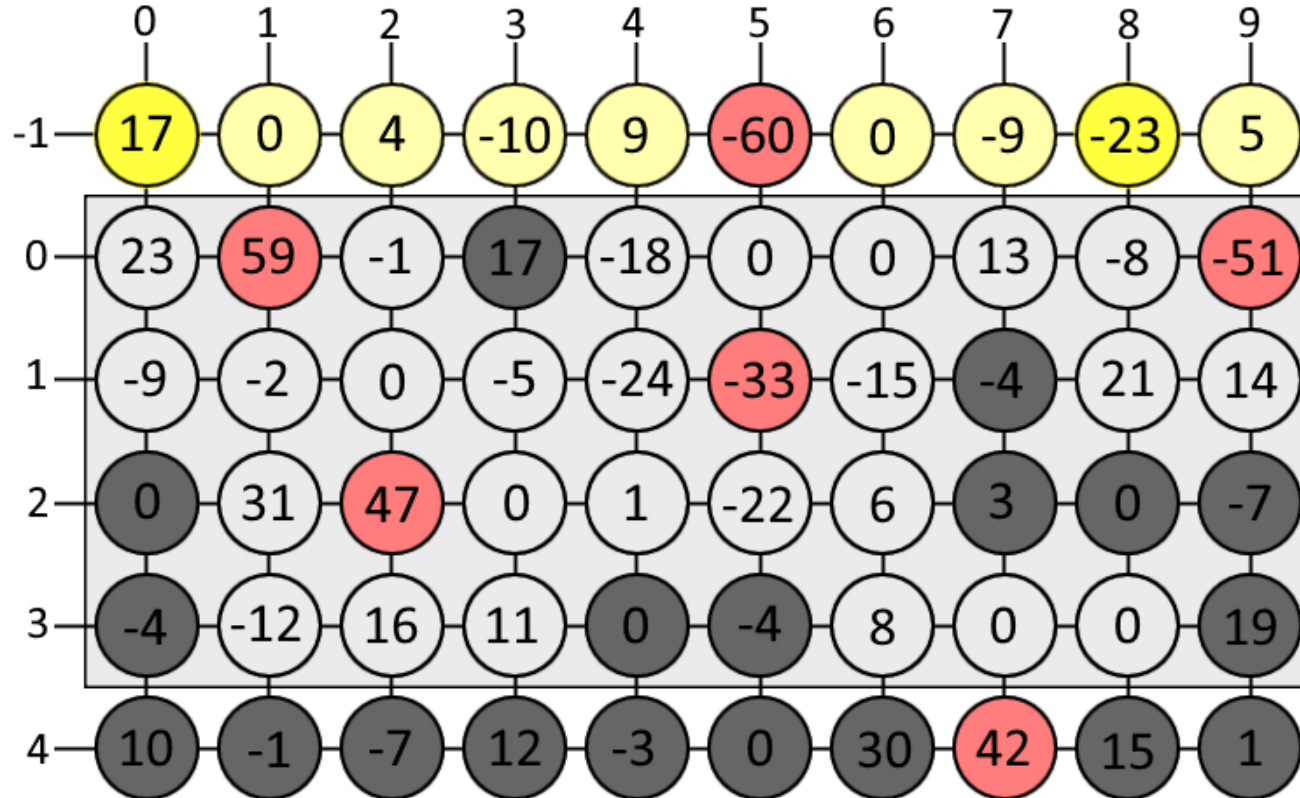


	bits		bits
0	0 RL	5	1 RL 01
1	1 RL 00		1 SC0
	0 SC0		0 ZC3
	0 ZC3		0 ZC0
2	0 ZC0	6	0 ZC2
	0 ZC0		0 ZC5
	0 ZC5		0 ZC1
	0 ZC1		0 ZC0
3	1 ZC0	7	0 RL
	0 SC0	8	0 RL
	0 ZC3	9	1 RL 00
	0 ZC0		1 SC0
4	0 ZC1		0 ZC3
	0 ZC5		0 ZC0
	0 ZC1		0 ZC0
	0 RL		

Deuxième plan n = 4 : Propagation

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

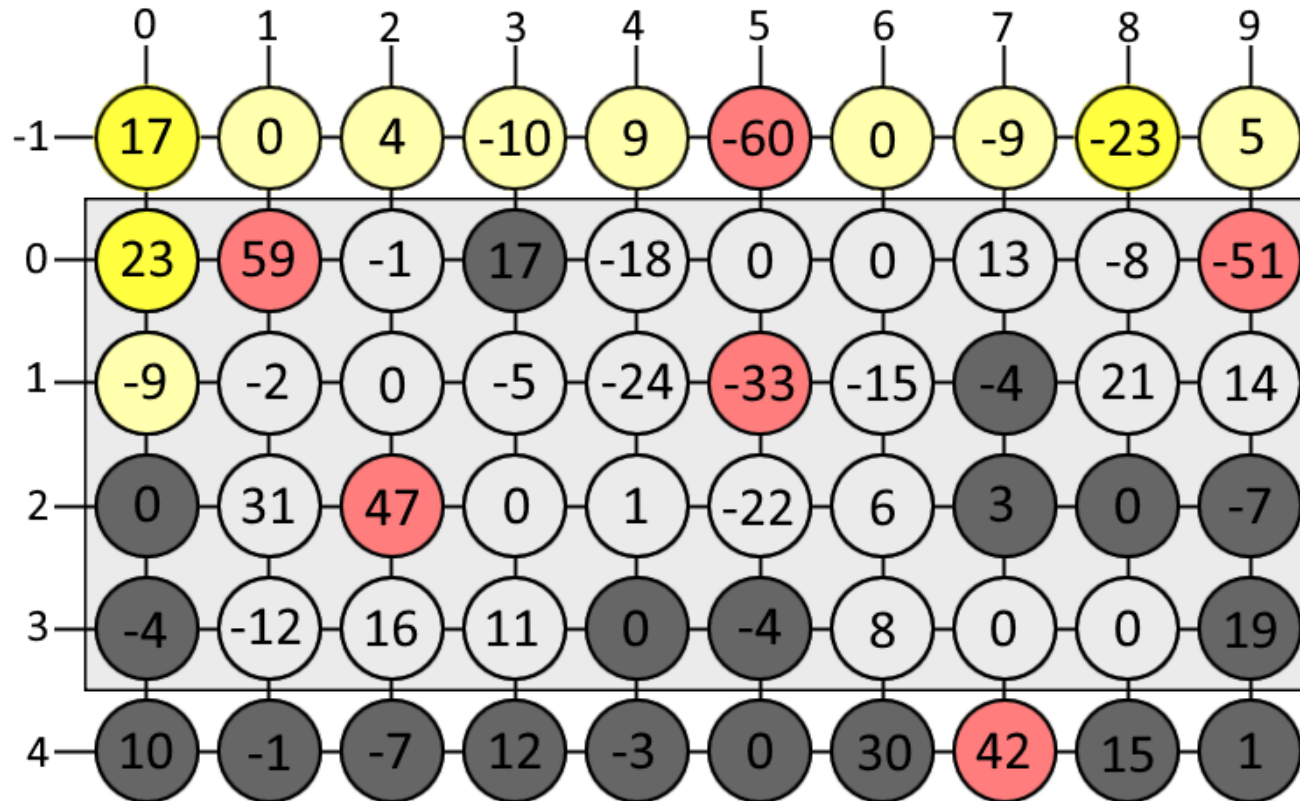
Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8



Deuxième plan n = 4 : Propagation

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

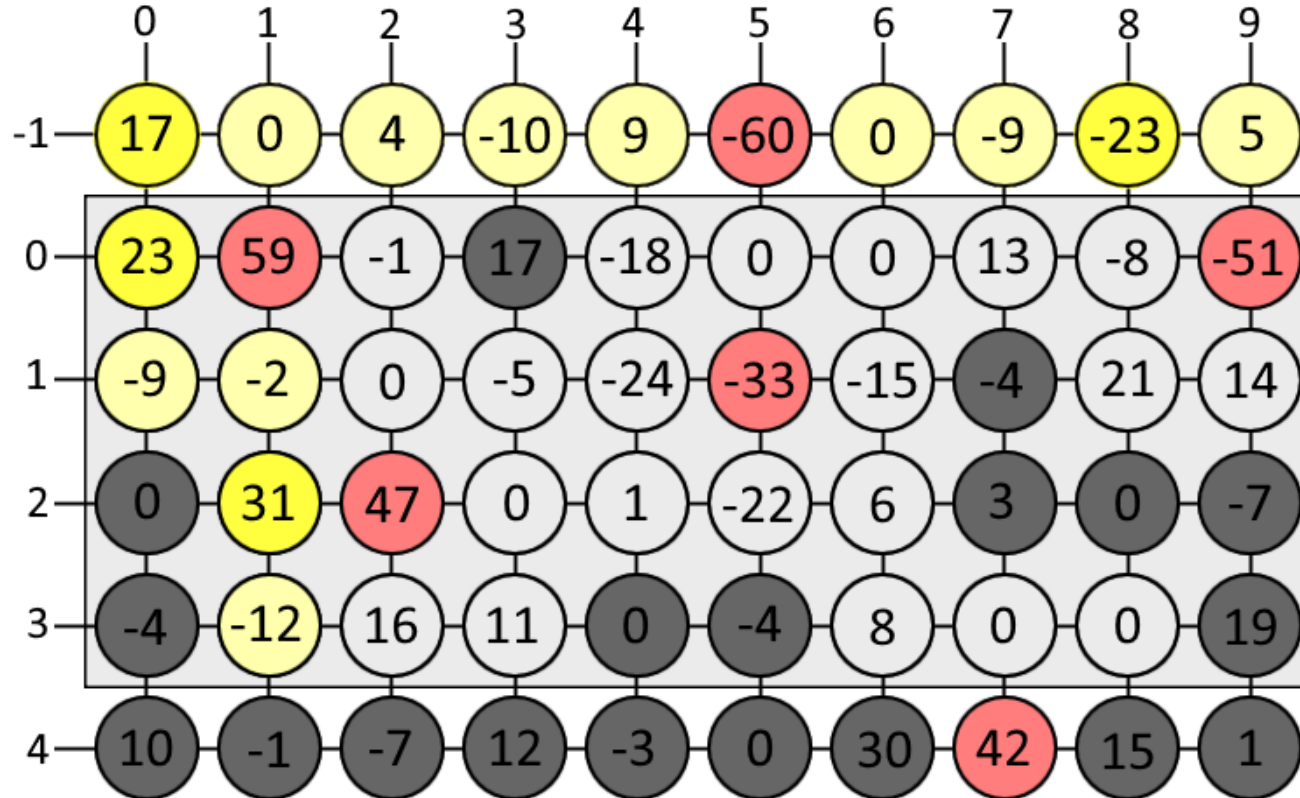


	bits
0	1 ZC7
	0 SC4
	0 ZC3

Deuxième plan n = 4 : Propagation

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

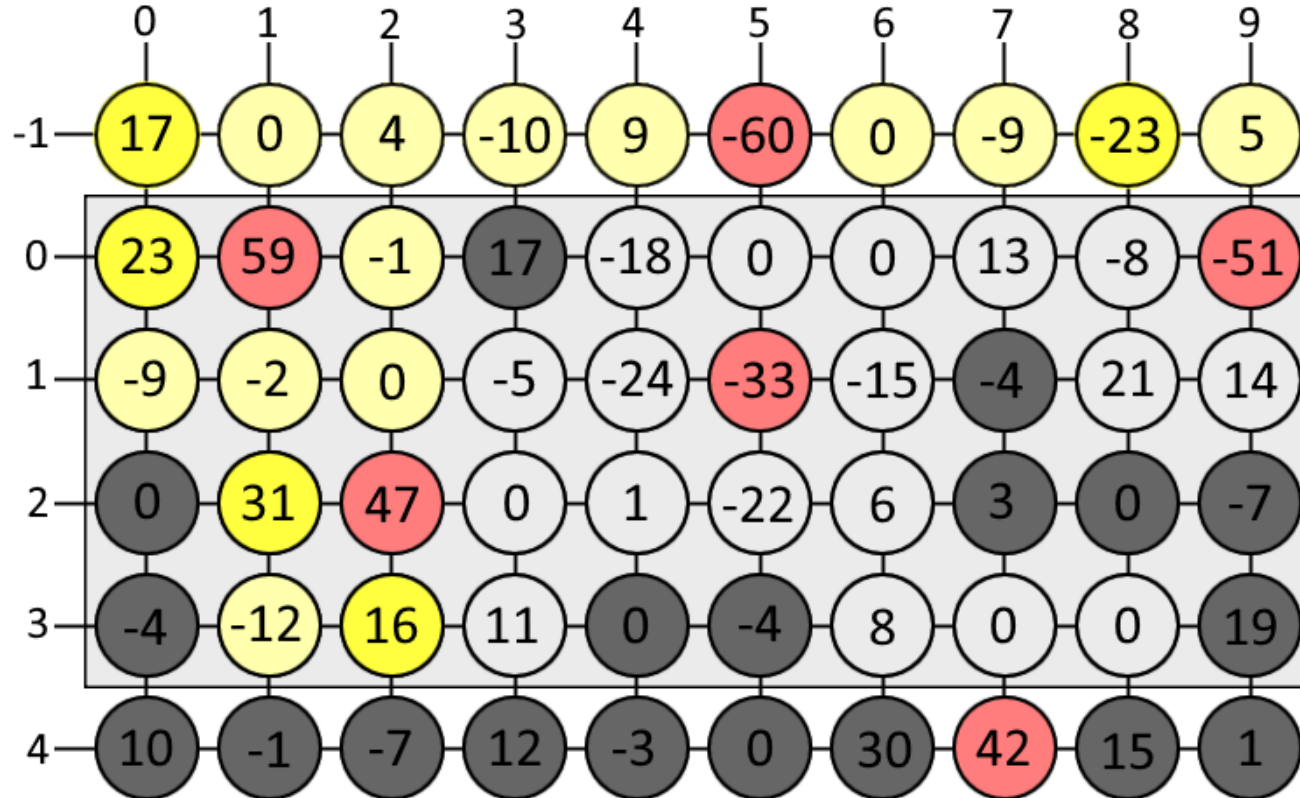


	bits
0	1 ZC7
	0 SC4
	0 ZC3
1	0 ZC3
	1 ZC5
	0 SC3
	0 ZC3

Deuxième plan n = 4 : Propagation

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

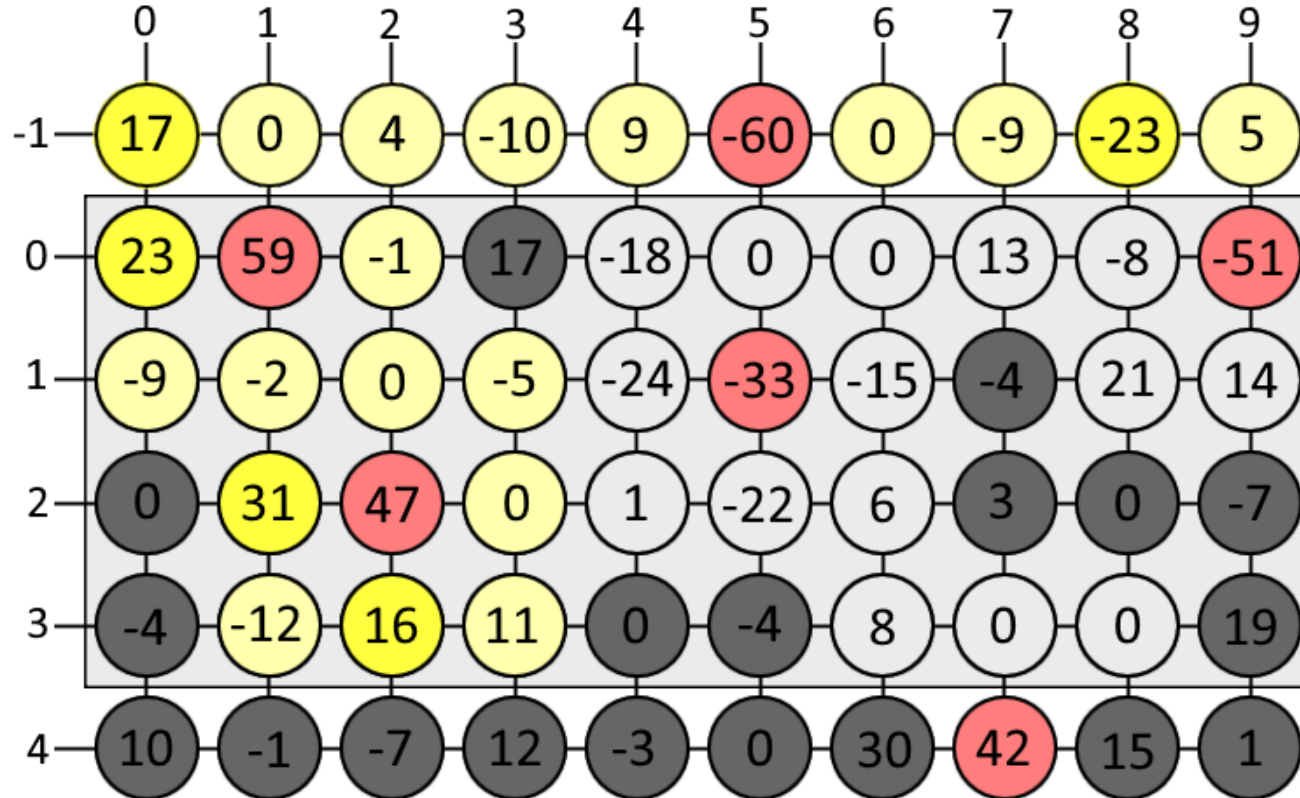


	bits
0	1 ZC7
	0 SC4
	0 ZC3
1	0 ZC3
	1 ZC5
	0 SC3
2	0 ZC3
	0 ZC5
	1 ZC3
	0 SC1

Deuxième plan n = 4 : Propagation

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

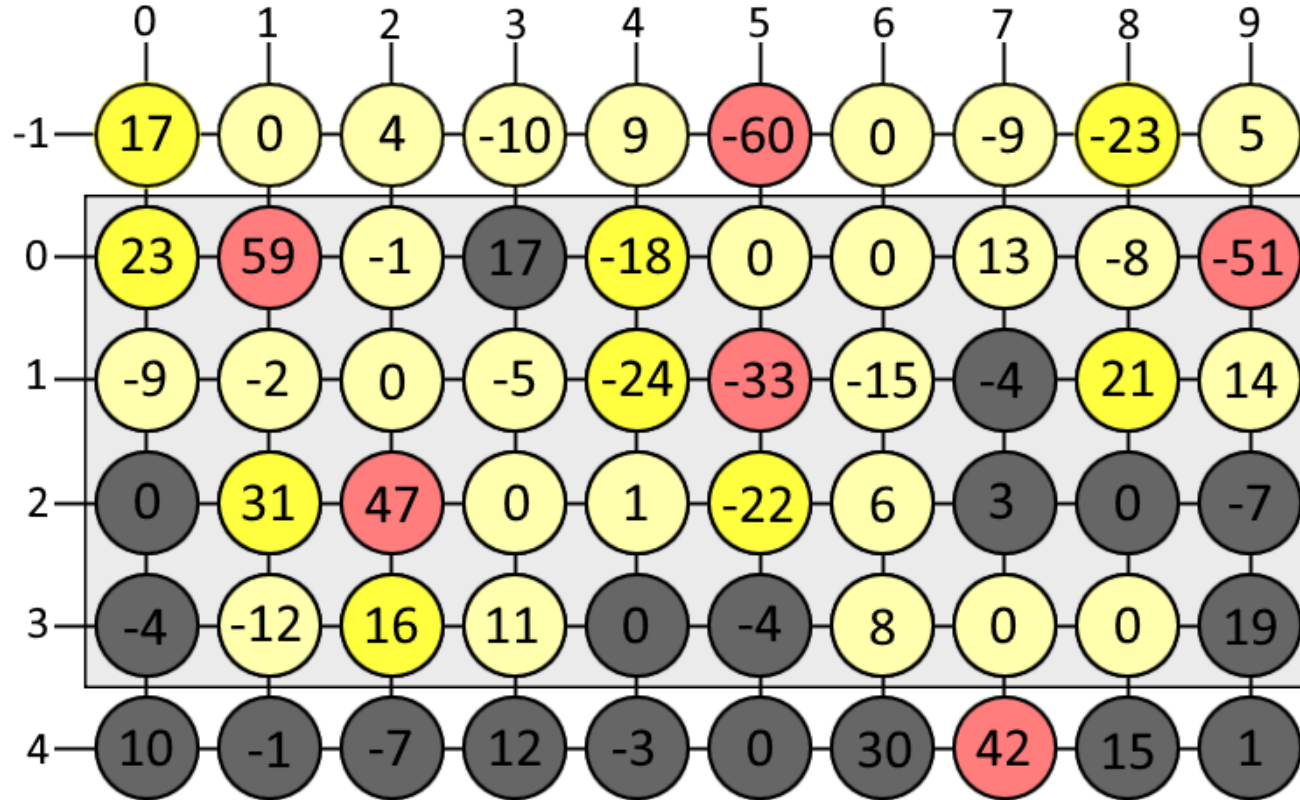


	bits
0	1 ZC7
	0 SC4
	0 ZC3
1	0 ZC3
	1 ZC5
	0 SC3
2	0 ZC3
	1 ZC5
	0 SC1
3	0 ZC1
	0 ZC6
	0 ZC6

Deuxième plan n = 4 : Propagation

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

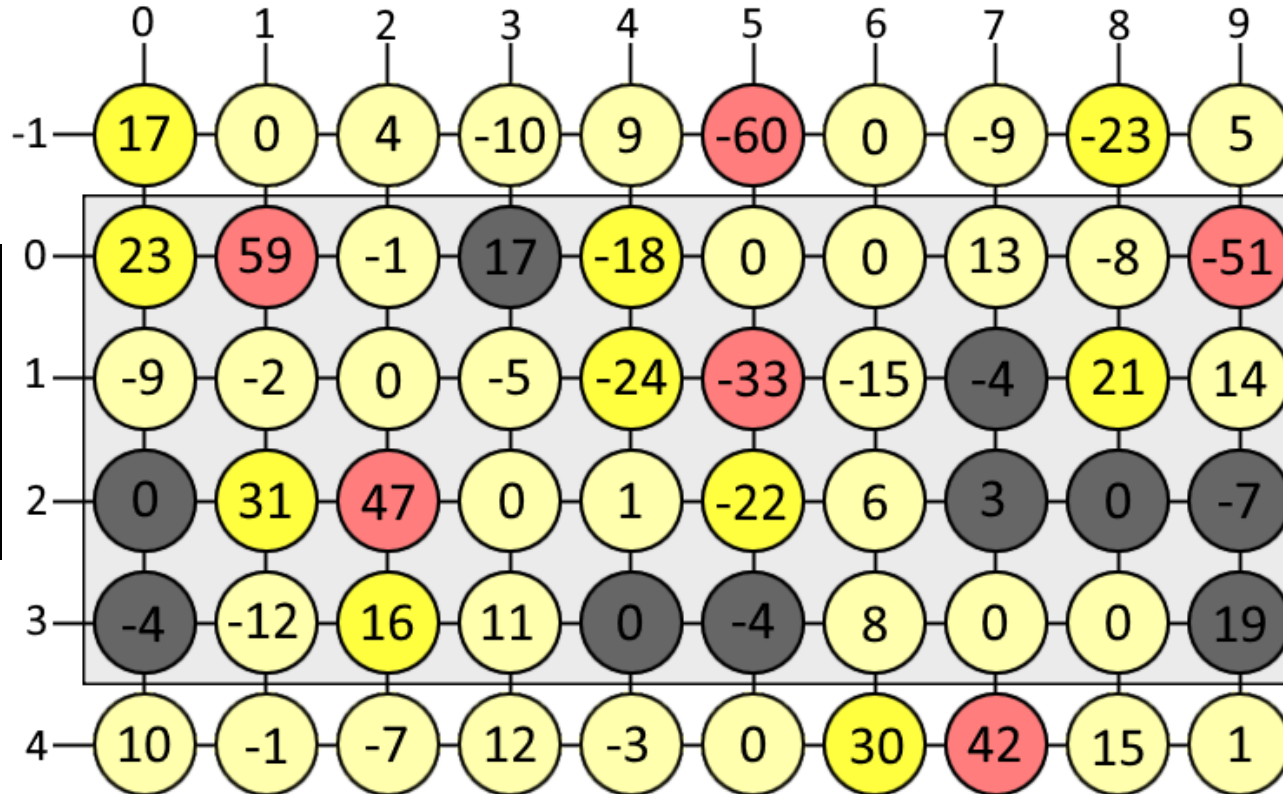
Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8



	bits		bits
0	1 ZC7	4	0 SC4
	0 SC4		0 ZC3
	0 ZC3	5	0 ZC7
1	0 ZC3		1 ZC3
	1 ZC5	6	0 SC1
	0 SC3		0 ZC2
2	0 ZC3	7	0 ZC6
	0 ZC5		0 ZC6
	0 ZC3	8	0 ZC1
3	1 ZC3		0 SC0
	0 SC1	9	0 ZC1
	0 ZC1		0 ZC7
4	0 ZC6		
	0 ZC6		
	1 ZC2		
	1 SC0		
	1 ZC7		

Deuxième plan n = 4 : Affinage

σ	$K_H + K_V$	MRx
0	0	MR0
0	$\neq 0$	MR1
1	x	MR2



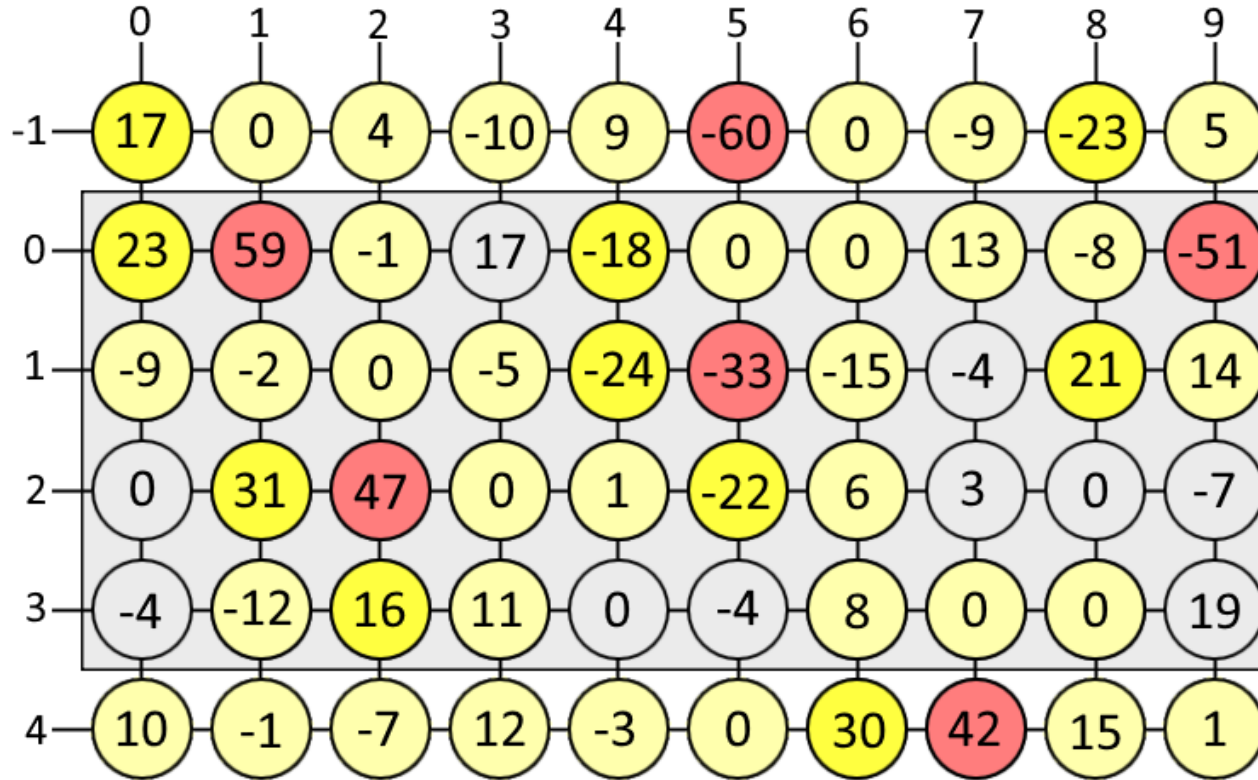
59 : 111011
 47 : 101111
 33 : 100001
 51 : 110011

	bits
1	1 MR1
2	0 MR1
5	0 MR1
9	1 MR0

Deuxième plan n = 4 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

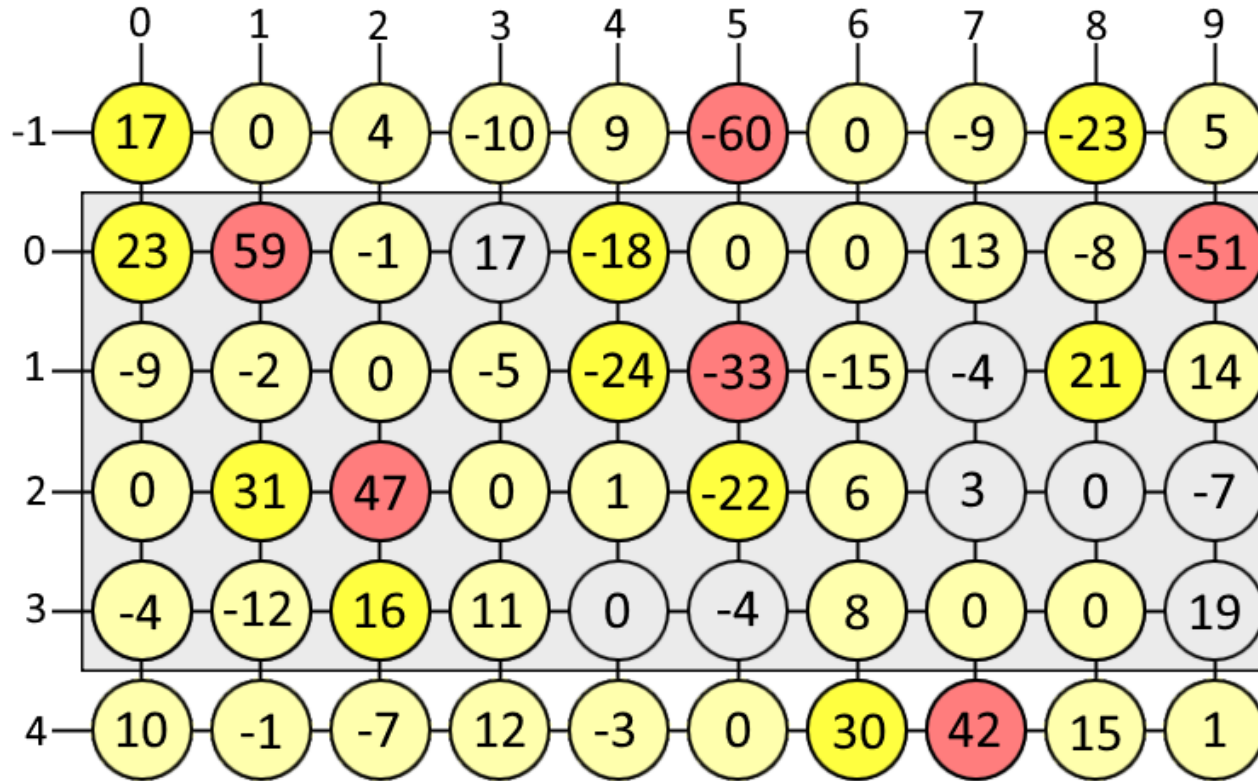
Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8



Deuxième plan n = 4 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

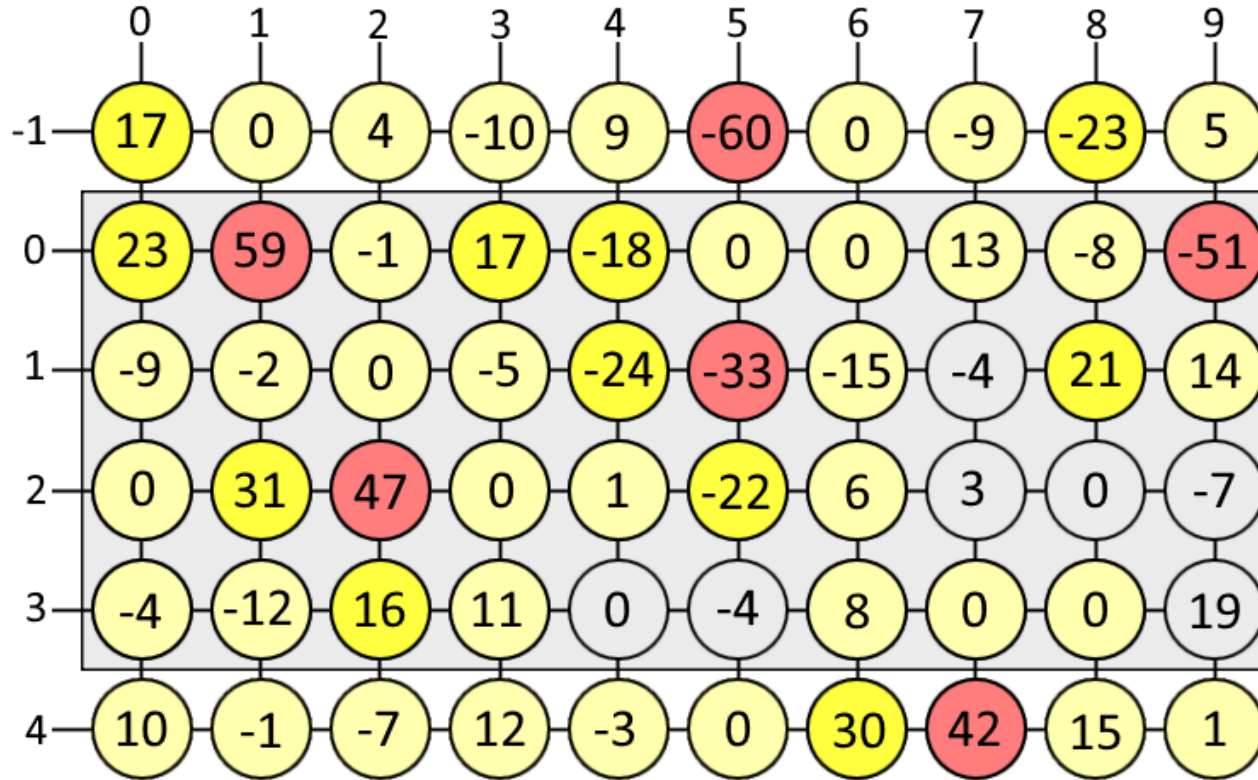


	bits
0	0 RL

Deuxième plan n = 4 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

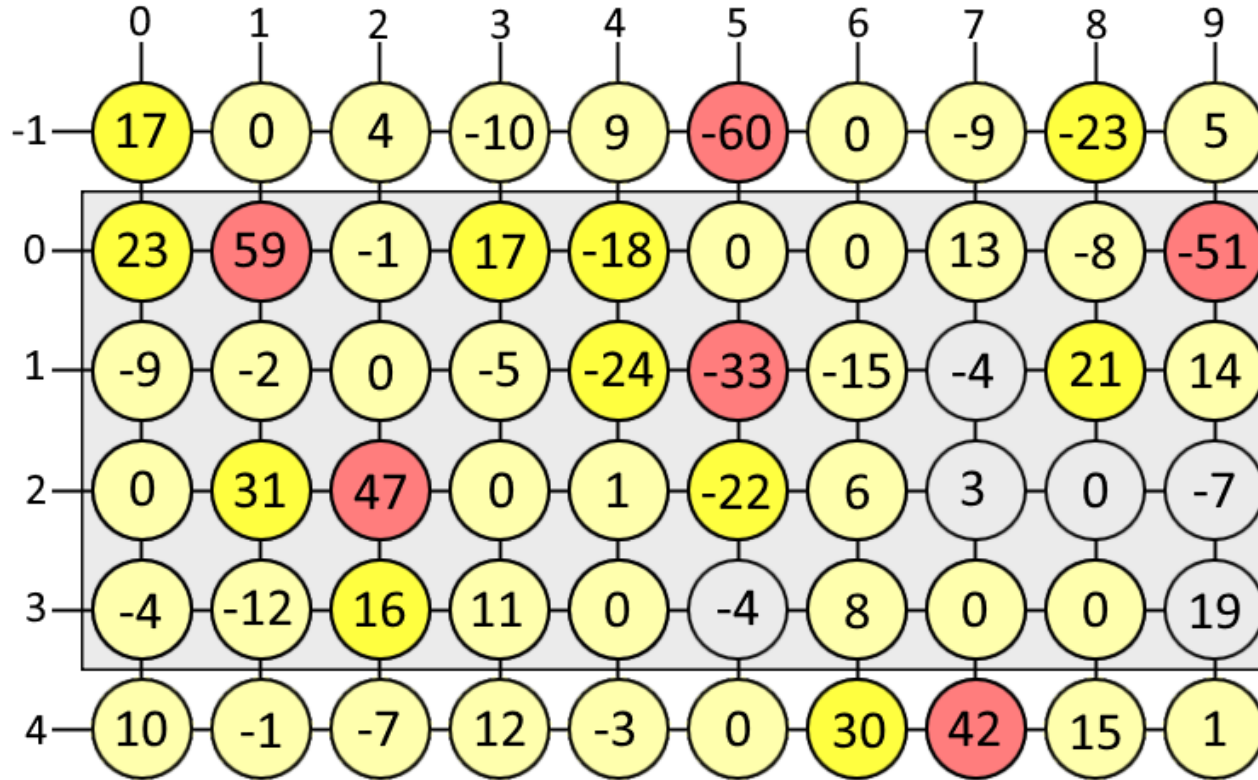


	bits
0	0 RL
3	1 RL 00
	1 SC3

Deuxième plan n = 4 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8

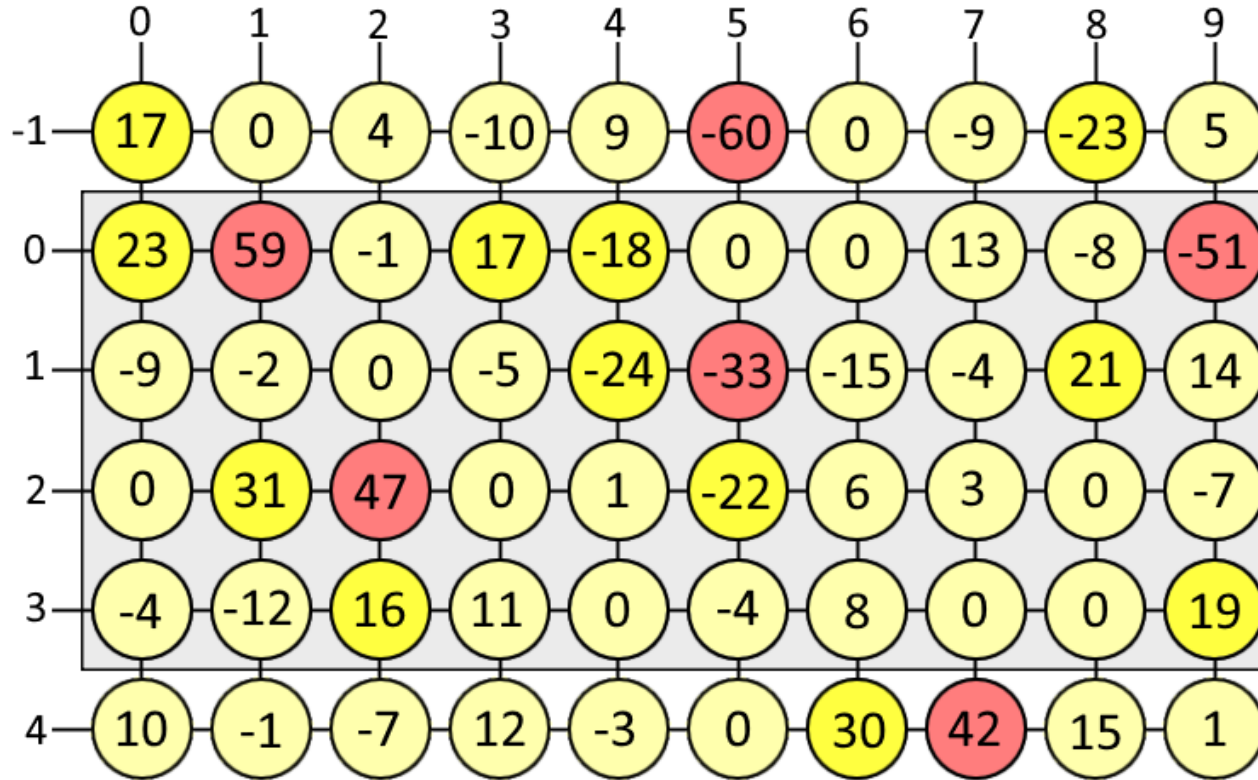


	bits
0	0 RL
3	1 RL 00
	1 SC3
4	0 ZC1

Deuxième plan n = 4 : Nettoyage

Δ_H	Δ_V	SCx	pred.
1	1	SC4	1
1	0	SC3	1
1	-1	SC2	1
0	1	SC1	1
0	0	SC0	1
0	-1	SC1	-1
-1	1	SC2	-1
-1	0	SC3	-1
-1	-1	SC4	-1

Bandes LL & LH			ZCx
K_H	K_V	K_D	
0	0	0	ZC0
0	0	1	ZC1
0	0	≥ 2	ZC2
0	1	x	ZC3
0	2	x	ZC4
1	0	0	ZC5
1	0	≥ 1	ZC6
1	≥ 1	x	ZC7
2	x	x	ZC8



	bits
0	0 RL
3	1 RL 00
	1 SC3
4	0 ZC1
5	0 RL
7	0 RL
8	0 RL
9	1 RL 11
	0 SC0