



(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2013/07/23
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2014/01/30
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2015/01/23
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** IB 2013/056032
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2014/016768
(30) **Priorité/Priority:** 2012/07/24 (FR12 57189)

(51) **Cl.Int./Int.Cl.** *H04N 13/04* (2006.01),
G02B 27/22 (2006.01)
(71) **Demandeur/Applicant:**
ALIOSCOPY, FR
(72) **Inventeurs/Inventors:**
ALLIO, PIERRE, FR;
MARCELLIER, GILLES, FR;
HIRSCH, NICOLAS, FR
(74) **Agent:** BORDEN LADNER GERVAIS LLP

(54) **Titre : PROCÉDE D’AFFICHAGE AUTO-STEREOSCOPIQUE SUR UN ECRAN AYANT SA PLUS GRANDE DIMENSION DANS LE SENS VERTICAL**
(54) **Title: METHOD FOR AUTOSTEREOSCOPIC DISPLAY ON A SCREEN HAVING THE LARGER SIZE THEREOF IN THE VERTICAL DIRECTION**

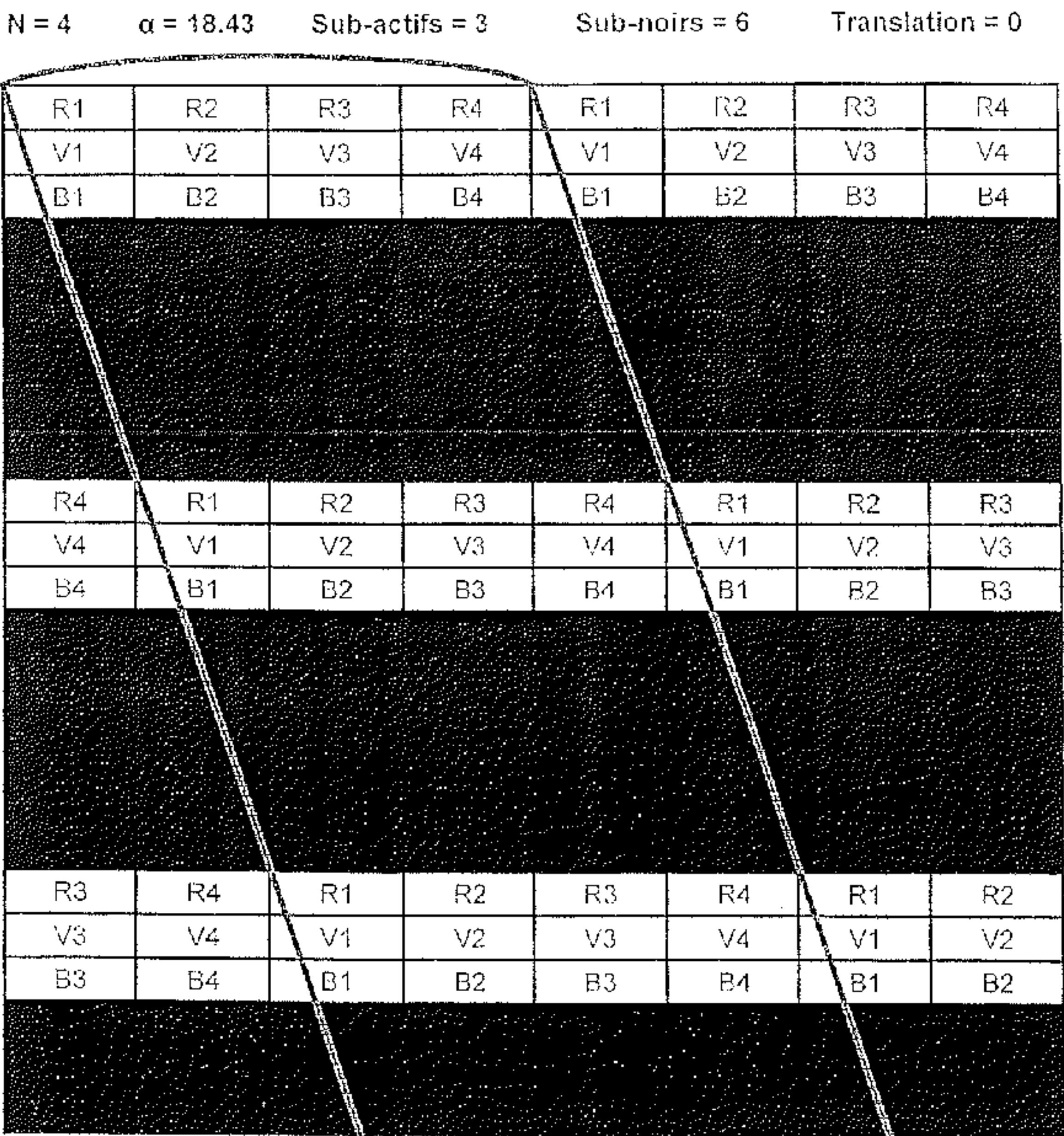


Figure 2

(57) **Abrégé/Abstract:**
Procédé d’affichage auto-stéréoscopique d’une image auto- stéréoscopique à N points de vue de rang compris entre 1 et N - dans un ordre croissant de la droite vers la gauche - sur un écran présentant des pixels agencés en lignes et en colonnes, lesdits pixels étant composés d’une pluralité de sous-pixels de couleurs différentes {R, V, B}, caractérisé en ce que ledit écran est disposé avec sa plus grande dimension dans le sens vertical de sorte que les sous-pixels composant chaque pixel sont agencés dans ledit sens vertical, et en ce que chaque colonne de l’écran est remplie par des blocs d’au moins 3 sub-pixels correspondant à un ensemble de sub-pixel d’un des points de vue de l’image à afficher, séparés par des blocs d’un ou plusieurs sub-pixels éteints ou assombris.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/016768 A1

(43) Date de la publication internationale
30 janvier 2014 (30.01.2014)

(51) Classification internationale des brevets :
H04N 13/04 (2006.01) G02B 27/22 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2013/056032

(22) Date de dépôt international :
23 juillet 2013 (23.07.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
12 57189 24 juillet 2012 (24.07.2012) FR

(71) Déposant : **ALIOSCOPY** [FR/FR]; 3 rue de l'Est, F-75020 Paris (FR).

(72) Inventeurs : **ALLIO, Pierre**; 81, rue de la Mare, F-75020 Paris (FR). **MARCELLIER, Gilles**; 57 rue de la Roquette, F-75011 Paris (FR). **HIRSCH, Nicolas**; 176 rue Pelleport, F-75020 Paris (FR).

(74) Mandataires : **REBOUSSIN, Yohann** et al.; Cabinet Ores, 36, rue de St Pétersbourg, F-75008 Paris (FR).

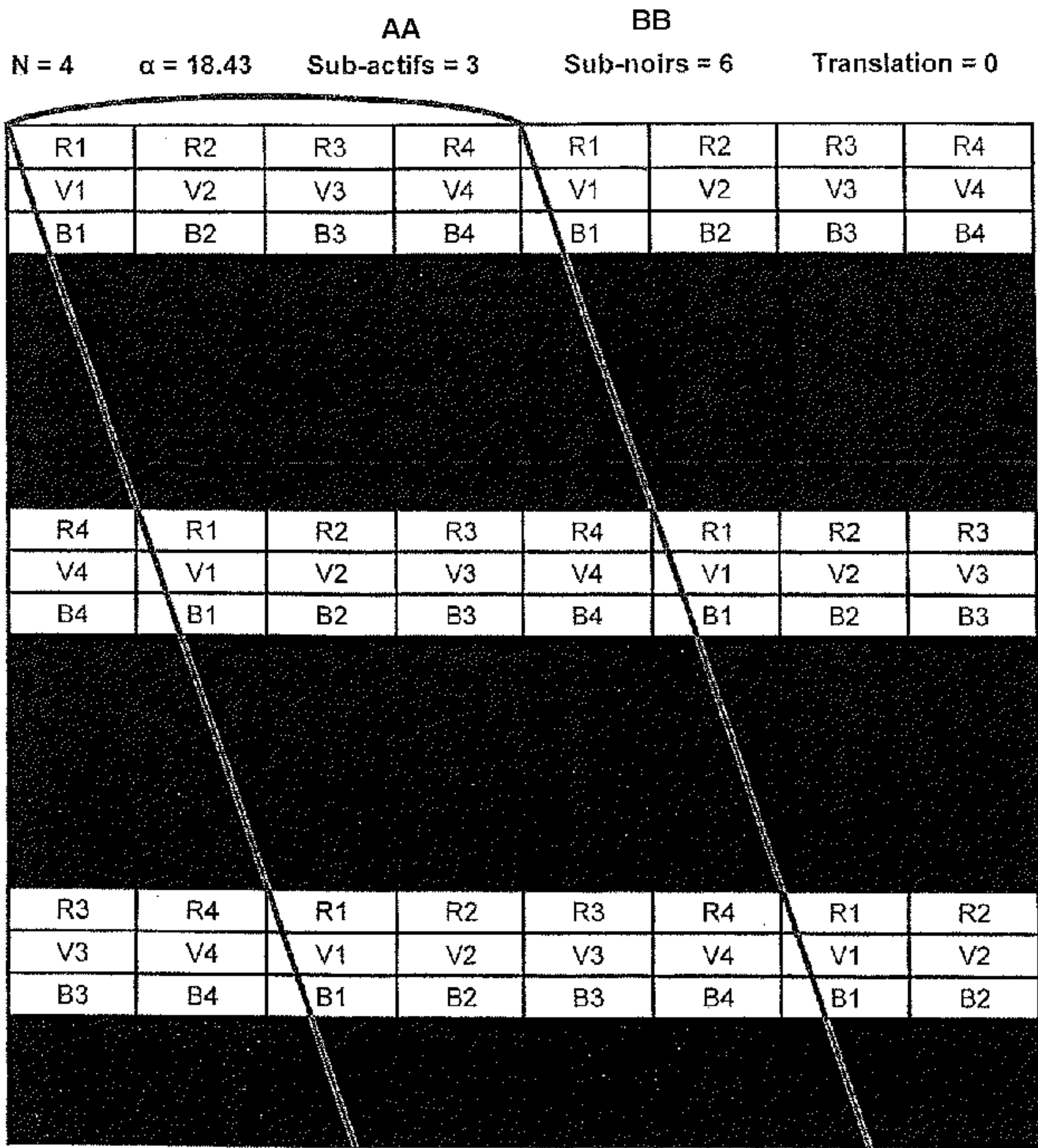
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR AUTOSTEREOSCOPIC DISPLAY ON A SCREEN HAVING THE LARGER SIZE THEREOF IN THE VERTICAL DIRECTION

(54) Titre : PROCEDE D'AFFICHAGE AUTO-STEREOSCOPIQUE SUR UN ECRAN AYANT SA PLUS GRANDE DIMENSION DANS LE SENS VERTICAL



AA Sub-active = 3
BB Sub-black = 6

Figure 2

(57) Abstract : The invention relates to a method for autostereoscopic display of an autostereoscopic image having N viewpoints having a rank of 1 to N - in rising order from right to left - on a screen having pixels arranged in rows and columns, said pixels consisting of a plurality of sub-pixels of different colours (R, G, B), characterised in that said screen is arranged with the larger size thereof in the vertical direction such that the sub-pixels that make up each pixel are arranged in said vertical direction, and in that each column of the screen is filled with blocks of at least three sub-pixels corresponding to an assembly of sub-pixels of one of the viewpoints of the image to be displayed, separated by blocks of one or more switched off or darkened sub-pixels.

(57) Abrégé : Procédé d'affichage auto-stéréoscopique d'une image auto- stéréoscopique à N points de vue de rang compris entre 1 et N - dans un ordre croissant de la droite vers la gauche

[Suite sur la page suivante]

WO 2014/016768 A1

WO 2014/016768 A1



Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

- sur un écran présentant des pixels agencés en lignes et en colonnes, lesdits pixels étant composés d'une pluralité de sous-pixels de couleurs différentes {R, V, B), caractérisé en ce que ledit écran est disposé avec sa plus grande dimension dans le sens vertical de sorte que les sous-pixels composant chaque pixel sont agencés dans ledit sens vertical, et en ce que chaque colonne de l'écran est remplie par des blocs d'au moins 3 sub-pixels correspondant à un ensemble de sub-pixel d'un des points de vue de l'image à afficher, séparés par des blocs d'un ou plusieurs sub-pixels éteints ou assombris.

PROCEDE D’AFFICHAGE AUTO-STEREOSCOPIQUE SUR UN ECRAN AYANT SA PLUS GRANDE DIMENSION DANS LE SENS VERTICAL.

La présente invention a pour objet un procédé d’affichage d’images auto-stéréoscopiques sur un écran disposé avec sa plus grande
5 dimension dans le sens vertical, c’est-à-dire un écran classique pivoté de 90°.

L’autostéréoscopie est une technique permettant l’affichage d’images en relief sans exiger le port de lunettes spéciales de la part des spectateurs. Cette technique est connue par elle-même, en particulier des documents WO 94/26072, WO 00/10332 et WO 2006/024764 du présent
10 inventeur.

Une image autostéréoscopique est constituée par une pluralité d’images « élémentaires » imbriquées, correspondant à des vues d’un même objet ou d’une même scène selon des points de vue différents. Un dispositif sélecteur, typiquement constitué par un réseau de lenticules
15 cylindriques ou une barrière de parallaxe disposé devant l’écran d’affichage. Généralement, afin d’éviter l’apparition de certains artefacts, les lenticules cylindriques présentent un axe incliné d’environ 18° par rapport à la direction des colonnes de pixels de l’écran.

Les écrans verticaux (format portrait) sont un atout pour les applications de publicité sur les points de vente (PLV), car la place est rare, les surfaces d’affichage souhaitées doivent être importantes et certains sujets ne se prêtent pas au format horizontal classique. Les boissons ou les parfums (bouteilles et flacons), la coiffure et les produits de beauté (portraits de mannequins), la mode (verticalité du corps) etc., sont naturellement mieux mis
25 en valeur avec ce format.

Les écrans verticaux sont en fait généralement des écrans horizontaux tournés de 90°. Or, la structure de la plupart des écrans est non-symétrique, ou anisotrope, ce qui rend problématique la mise en œuvre de l’auto-stéréoscopie sur des écrans tournés, ou verticaux.

30 En effet, le pixel (« picture element », ou élément d’image) n’est pas une structure simple. Il est, sur la majorité des écrans, constitué de

trois sous-parties complexes, les sub-pixels, chacune en charge d'une des trois couleurs de base (Rouge, Vert ou Bleu). Certains écrans comportent plus de trois couleurs, mais le principe reste le même. Constitués, dans leur forme la plus simple, de petits rectangles trois fois plus grands verticalement qu'horizontalement, les sub-pixels forment, ensemble et juxtaposés horizontalement, un pixel carré.

Lorsque l'on tourne un écran à 90°, la rotation des sub-pixels modifie l'apparence du pixel qui est désormais formé d'un carré constitué de trois rectangles de couleur superposés. Ainsi, la plus petite entité affichable dans ce contexte, pris horizontalement (l'axe des yeux), n'est plus le sub-pixel (composante colorée rouge R, vert V ou bleu B), mais un pixel entier qui est trois fois plus large. L'espace entre deux pixels contigus horizontalement (formant, avant rotation de l'écran, l'inter ligne), souvent de teinte noire pour améliorer le contraste de l'image, est désormais à prendre en compte, contribuant à la densité de l'ensemble. Il n'est pas suffisamment important pour permettre l'utilisation de composants optiques (réseau lenticulaire, réseau de parallaxe) lors de la transformation de l'écran plat en écran relief sans perte de pouvoir séparateur.

Il faut considérer le réseau lenticulaire ou la barrière de parallaxe, ou tout autre système sélecteur équivalent (ci-après, le « composant optique »), comme une ligne qui doit relier entre eux des sub-pixels appartenant à un même point de vue mais, à des lignes et des colonnes différentes de l'écran, sur toute la hauteur de l'image, en évitant dans la mesure du possible les pixels voisins appartenant aux autres points de vue. Pour un nombre de points de vue donné, si le composant optique doit se conformer à un pixel trois fois plus large, alors son pas devient trois fois plus grand. C'est le cas d'un réseau optique disposé verticalement avec des points de vue représentés par des colonnes entières, verticales d'un pixel de large pour toute la hauteur de l'image. La structure de l'image vue au travers du composant optique est peu agréable, avec des contours en forme de marche d'escalier particulièrement disgracieux.

Dans ce contexte, le grossissement des pixels et des sub-pixels qui le composent par des lentilles verticales, trois fois plus grosses, les rend très visibles et l'ensemble n'est plus de bonne qualité.

Ces considérations restent valables quand les sub-pixels
5 présentent une forme plus complexe (ellipse, chevron...), à condition que les sub-pixels d'un même pixel soient disposés côte à côte lorsque l'écran est orienté avec sa plus grande dimension dans la direction horizontale (format paysage).

L'invention vise à résoudre ce problème et à permettre un
10 affichage auto-stéréoscopique de meilleure qualité visuelle sur un écran vertical, ou en format portrait. Conformément à l'invention, ce résultat est atteint en éteignant (ou en assombrissant considérablement – au moins d'un facteur 10) certains sub-pixels de l'écran.

Ainsi, un objet de l'invention est un procédé d'affichage auto-
15 stéréoscopique d'une image auto-stéréoscopique à N points de vue de rang compris entre 1 et N – dans un ordre croissant de la gauche vers la droite – sur un écran présentant des pixels agencés en lignes et en colonnes, lesdits pixels étant composés d'une pluralité de sub-pixels de couleurs différentes (R, V, B), caractérisé en ce que ledit écran est disposé avec sa plus grande
20 dimension dans le sens vertical de sorte que les sub-pixels composant chaque pixel sont agencés dans ledit sens vertical, et en ce que chaque colonne de l'écran est remplie par des blocs d'au moins 3 sub-pixels correspondant à un ensemble de sub-pixel d'un des points de vue de l'image à afficher, séparés par des blocs d'un ou plusieurs sub-pixels éteints ou
25 assombris.

Selon différents modes de réalisation de l'invention :

- Lesdits points de vue peuvent être affichés dans un ordre croissant – modulo N – dans le sens des lignes, en partant de la gauche de l'écran, et dans un ordre décroissant – modulo N – dans le sens des
30 colonnes, en partant du haut de l'écran.

- Chaque dit bloc de sub-pixels, correspondant à un ensemble de sub-pixel d'un des points de vue de l'image à afficher, peut comprendre soit trois, soit au moins six sub-pixels ; le nombre de sub-pixels dépend de l'angle formé par le composant optique avec la colonne de sub-pixels. Plus l'angle est proche de la verticale et plus le nombre de sub-pixels devant coder pour un ensemble équivalent provenant d'un des points de vue est important. La limite est atteinte par le parallélisme du composant optique avec les colonnes, dans ce cas l'ensemble des sub-pixels est la colonne elle-même. Ce dernier cas n'est pas pris en compte dans cette demande.

10 - Un décalage vertical desdits blocs d'un ou plusieurs sub-pixels éteints ou assombris peut être introduit entre deux colonnes adjacentes dudit écran.

- Ledit décalage vertical peut varier, selon un motif périodique, d'une paire de colonnes adjacentes à une autre.

15 D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemple et qui illustrent, respectivement :

- La figure 1, un procédé d'affichage auto-stéréoscopique qui ne relève pas de l'invention ;

20 - Les figures 2 à 11, différentes variantes d'un premier mode de réalisation de l'invention ;

- Les figures 12 à 37, différentes variantes d'un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et

25 - Les figures 38 à 41, différentes variantes d'un troisième mode de réalisation de l'invention.

Sur les figures, C_n – avec $C=R, V$ ou B et n entier compris entre 1 et N – dénote un sub-pixel de couleur « C », correspondant au $n^{\text{ème}}$ point de vue. Ainsi, par exemple, R_4 est un sub-pixel rouge du 4^e point de vue.

30 On considère la première colonne de l'écran (correspondant, avant rotation, à une ligne) en commençant, par convention, en haut à

gauche. Un premier ensemble de M_A sub-pixels contigus (M_A étant un nombre supérieur ou égal à 3, dont la valeur dépend de la variante de réalisation considérée) de ladite colonne, correspond au premier ensemble de sub-pixels homologues du premier point de vue. Dans le groupe de M_A sub-pixels, la
5 séquence RVB est répétée une ou plusieurs fois (avec des répétitions incomplètes si M_A n'est pas un multiple entier de 3).

Le composant optique est oblique : les génératrices de chaque lentille cylindrique forment, avec les colonnes de l'écran un angle α (défini conventionnellement en partant du haut à gauche vers le bas à droite
10 par convention, l'autre sens est tout aussi valable et ne dépend que du sens dans lequel on mixe les images au départ). Chaque lentille ne peut, au mieux, croiser la première colonne qu'une fois. Il en est ainsi pour toutes les lentilles du réseau lenticulaire.

Ainsi, pour la première colonne, le premier ensemble de sub-
15 pixels correspondant au point de vue N°1 est suivi d'un ensemble de $M_E \geq 1$ sub-pixels éteints (au moins un sub-pixel) puis le second ensemble de sub-pixels allumés, identiques en nombre au premier, correspond au Nième point de vue. Si $N =$ quatre points de vue, l'ordre d'apparition (du haut vers le bas) des points de vue sera : 1 puis 4, puis 3, puis 2, puis 1 de nouveau et
20 ainsi de suite jusqu'au bas de l'écran. Entre chaque bloc de sub-pixels allumés, il y a un ou plusieurs sub-pixels éteints.

La deuxième colonne de sub-pixels sera bâtie selon le même principe, mais devra commencer par les sub-pixels du point de vue N°2.

25 La troisième colonne de sub-pixels sera bâtie selon le même principe, mais devra commencer par les sub-pixels du point de vue N°3.

La quatrième colonne de sub-pixels sera bâtie selon le même principe, mais devra commencer par les sub-pixels du point de vue N°4.

La cinquième colonne de sub-pixels sera bâtie selon le même principe, mais devra commencer par les sub-pixels du point de vue N°1 si l'ensemble est constitué de $N=4$ points de vue.

Et ainsi de suite.

5 Ce même système générique est également valable quelque soit le nombre de points de vue considéré, de $N=2$ à $N=9$ ou plus. La qualité du résultat ne dépendra que de la résolution initiale de l'écran utilisé. Avec des écrans full HD (1080 colonnes X 1920 lignes) au format 9/16ème, 4 ou 5 points de vue semblent un compromis tout à fait acceptable.

10 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, l'écran est rempli par les données provenant successivement des différents points de vue, lignes de sub-pixels après lignes de sub-pixels en intercalant une ou plusieurs lignes de sub-pixels « noirs » (éteints ou très assombris) à chaque changement de point de vue dans le sens des colonnes. Dans le sens des
15 lignes, on change de point de vue à chaque changement de colonne. Selon ce premier mode de réalisation, les sub-pixels affichés selon une même ligne correspondent à la succession des points de vue dans l'ordre croissant de 1 à N de manière « modulo N » et les sub-pixels affichés selon une même colonne sont séparés par au moins un sub-pixel non éclairé et correspondent
20 à la succession des points de vue dans l'ordre décroissant de N à 1 de manière « modulo N ».

Considérons dans le sens des colonnes, le nombre de sub-pixels allumés représentant un ensemble équivalent (c'est-à-dire que les sub-pixels affichés proviennent d'un des points de vue et sont copiés de ce point
25 de vue en considérant un écran de même taille et de même résolution sur lequel serait affiché le point de vue) de sub-pixels d'un des points de vue d'origine pris au même endroit, détermine la hauteur des lignes allumées séparées par les lignes éteintes dont l'épaisseur dépend du nombre de sub-pixels non utilisés. Ainsi, l'angle formé par le réseau lenticulaire va pouvoir
30 varier en fonction de ces deux paramètres associés. Chaque lentille du composant optique doit relier entre eux, colonnes après colonnes, les sub-

pixels allumés provenant d'un même point de vue. Son angle dépend donc de la distance, en sub-pixels, à parcourir d'une colonne à la suivante pour rencontrer les sub-pixels correspondant au même point de vue. Plus les lignes allumées sont constituées de nombreux sub-pixels et plus les lignes éteintes
5 aussi, plus l'axe du réseau tend vers la verticale.

Les figures 2 – 11 illustrent différentes variantes de ce premier mode de réalisation. Plus précisément, les figures 2, 3 et 4 correspondent aux configurations de l'écran pour 4, 5 et 6 points de vue, avec des colonnes constituées par des blocs de 3 sub-pixels actifs pour 6 sub-pixels noirs avec
10 un réseau lenticulaire à $\alpha=18,43^\circ$. Les figures 5 – 11 correspondent à 4 points de vue, avec différents tailles de blocs de sub-pixels actifs et noirs, et par conséquent différents valeurs de l'angle α .

La figure 1 illustre le cas extrême, avec un seul point de vue pour toute la hauteur de l'écran par colonne de sub-pixels, pas de sub-pixels
15 éteints et un réseau lenticulaire parfaitement vertical. Ce cas ne relève pas de l'invention.

Dans un deuxième mode de réalisation de l'invention, un second paramètre intervient pour déterminer l'angle et le pas du réseau lenticulaire : la translation verticale. Dans ce mode de réalisation, chaque
20 colonne fait l'objet d'une translation verticale (plus précisément, c'est le motif formé par les sub-pixels éteints qui est translaté verticalement, la structure de l'écran d'affichage ne peut évidemment pas être changée, c'est donc le motif composé de sub-pixels allumés et de sub-pixels éteints qui doit s'adapter lors de la translation. Si le motif est translaté d'un sub-pixel vers le bas, les sub-
25 pixels provenant de chacun des points de vue sont choisis un sub-pixel plus bas dans les images d'origine, l'ordre et la place des couleurs devant être respectés strictement) afin d'ajuster l'angle du réseau, son pas, et réduire voire faire disparaître les différents artéfacts décrits plus avant. Chaque colonne de sub-pixel est constituée sur le même principe et voit se succéder
30 une alternance de sub-pixels allumés ou éteints. Les figures 12 – 37 illustrent

différentes variantes de ce deuxième mode de réalisation, toutes avec $N=4$ points de vue.

Dans un troisième mode de réalisation, différentes colonnes présentent des translations différentes. L'ordre doit rester répétitif et régulier, et la translation choisie pour un ensemble de colonnes adjacentes doit être appliquée aux ensembles suivants, de la même façon. Des permutations circulaires déterminent le N° du pixel et le N° du point de vue d'origine à utiliser pour remplir successivement l'ensemble de l'écran. Différentes variantes de ce mode de réalisation sont illustrées sur les figures 38 à 41.

Le point commun à tous les modes de réalisation consiste à éteindre, ou à fortement assombrir, un certain nombre de sub-pixels de manière régulière, entre les ensembles de sub-pixels correspondant à chacun des points de vue, colonne de pixels après colonne de pixels, et à disposer un composant optique (réseau lenticulaire ou barrière de parallaxe) obliquement pour éviter l'effet d'escalier et minimiser le pas du composant optique.

Le premier mode de réalisation présente cependant un inconvénient résiduel du fait que l'axe optique du réseau lenticulaire ou du réseau de parallaxe est oblique et que la structure du pixel est sensiblement carrée. Ces inconvénients se traduisent par :

- des moirés trop clairs de chevauchement en cas de superposition des points de vue à la transition entre les points de vue.
- ou des moirés sombres, en cas d'absence de pixels le long de l'axe optique sur un petit angle solide correspondant à l'espace inter pixel.
- et/ou des moirés colorés, en cas d'apparition systématique des sub-pixels colorés de façon successive et non simultanée au changement de points de vue lorsque le spectateur se déplace parallèlement au plan de l'écran, sur l'ensemble de l'écran.

Le deuxième et le troisième mode de réalisation permettent d'éviter ou réduire ces inconvénients. Pour ajuster la position des données lumineuses nécessaires à la formation des points de vue, en optimisant le pouvoir séparateur et en diminuant ou en éliminant les effets de moirés de

luminosité et les moirés colorés, on dispose en effet d'autant de pixels entiers de hauteur que souhaités pour ajuster, au sub-pixel près, l'emplacement des trois composantes R,V ou B jointivement. Le décalage vertical vers le bas d'un sub-pixel, de deux sub-pixels ou de valeur beaucoup plus grande (8 sub-pixels ne constitue pas la limite maximum) est particulièrement avantageux si c'est la colonne entière verticale qui est affectée.

Sans décalage vertical des sub-pixels, colonne après colonne, cette structure de base présente des dominantes colorées aux transitions entre les points de vue, parce que l'axe optique est oblique et que la structure du pixel est sensiblement carrée. Ainsi, l'axe optique reliant le premier ensemble de sub-pixels de la première colonne (représentant une information du point de vue 1) avec le deuxième ensemble de sub-pixels de la deuxième colonne (représentant une autre information du point de vue 1) intersecte la composante rouge du quatrième point de vue (notée R4) ou la composante bleue du deuxième point de vue (notée B2) sur l'ensemble de l'image, d'où une dominante rouge ou bleu au changement de point de vue, puis à l'intersection de la composante verte du quatrième point de vue (notée V4) ou du deuxième point de vue (notée V2) par une dominante $R4+V4=$ Jaune ou $B2+V2=$ Cyan. Ces dominantes colorées disparaissent quand les trois sub-pixels sont intersectés simultanément par l'axe optique.

Avec un décalage vertical des colonnes de pixels, on obtient, colonne après colonne, une permutation circulaire des premiers sub-pixels rencontrés par l'axe optique lorsque le spectateur se déplace horizontalement, ce qui diminue ou élimine les dominantes colorées. Cette disposition a également pour avantage de modifier la position relative des sub-pixels non éclairés ce qui permet d'éviter, au moins en partie, les moirés de luminosité en équilibrant l'espace nécessaire à un bon pouvoir séparateur, considéré perpendiculairement à l'axe optique.

Par ce mécanisme, on peut utiliser un pas du réseau lenticulaire (ou de la barrière de parallaxe) inférieur à N fois le pixel (N étant le nombre de points de vue).

Plus il y a de sub-pixels éteints entre chaque ensemble de sub-pixels allumés, plus l'écran perd de sa luminosité. Ceci n'est cependant pas très perceptible, en particulier si l'on compense cette perte de luminosité par l'utilisation d'un écran haute brillance.

- 5 Le tableau ci-après récapitule les configurations illustrées par les différentes figures. « N » est le nombre de point de vue, « α » l'angle formé par le composant optique par rapport à la verticale, « Sub-actifs » la taille d'un bloc de sub-pixels consécutifs utilisés, « Sub-noirs » la taille d'un bloc de sub-pixels consécutifs éteints, « Translation » la translation verticale des blocs de sub-pixels éteints (positif : vers le bas, négatif : vers le haut).

Figure	Mode de réalisation	N	α	Sub-actifs	Sub-noirs	Translation
1	-	4	0°	5760	0	0
2	1	4	18,43°	3	6	0
3	1	5	18,43°	3	6	0
4	1	6	18,43°	3	6	0
5	1	4	20,56°	3	5	0
6	1	4	16,70°	3	7	0
7	1	4	18,43°	6	3	0
8	1	4	16,70°	6	4	0
9	1	4	15,26°	6	5	0
10	1	4	14,04°	6	6	0
11	1	4	18,43°	8	1	0
12	2	4	18,43°	6	2	1
13	2	4	20,56°	3	4	1
14	2	4	15,26°	6	4	1
15	2	4	16,70°	3	6	1
16	2	4	10,61°	9	6	1
17	2	4	12,09°	9	3	2
18	2	4	14,04°	6	4	2
19	2	4	15,26°	6	3	2

20	2	4	20,56°	3	3	2
21	2	4	16,70°	3	5	2
22	2	4	15,26°	3	6	2
23	2	4	11,31°	9	3	3
24	2	4	14,04°	6	3	3
25	2	4	18,43°	3	3	3
26	2	4	16,70°	3	4	3
27	2	4	15,26°	3	5	3
28	2	4	14,04°	3	6	3
29	2	4	15,26°	3	4	4
30	2	4	14,04°	3	5	4
31	2	4	12,99°	6	3	4
32	2	4	16,70°	3	3	4
33	2	4	18,43°	3	2	4
34	2	4	14,04°	3	4	5
35	2	4	14,04°	3	3	6
36	2	4	10,00°	8	2	7
37	2	4	10,61°	6	2	8
38	3	4	20,56°	3	3	-1,-1,0
39	3	4	20,55°	3	3	-1,-1,-2
40	3	4	18,43°	3	6	-1,0,+1
41	3	4	18,43°	3	6	-1,1

REVENDICATIONS

1. Procédé d'affichage auto-stéréoscopique d'une image auto-stéréoscopique à N points de vue de rang compris entre 1 et N – dans un ordre croissant de la gauche vers la droite – sur un écran présentant des pixels agencés en lignes et en colonnes, lesdits pixels étant composés d'une pluralité de sous-pixels de couleurs différentes (R, V, B), caractérisé en ce que ledit écran est disposé avec sa plus grande dimension dans le sens vertical de sorte que les sous-pixels composant chaque pixel sont agencés dans ledit sens vertical, et en ce que chaque colonne de l'écran est remplie par des blocs d'au moins 3 sub-pixels correspondant à un ensemble de sub-pixel d'un des points de vue de l'image à afficher, séparés par des blocs d'un ou plusieurs sub-pixels éteints ou assombris.

2. Procédé d'affichage auto-stéréoscopique selon la revendication 1, dans lequel lesdits points de vue sont affichés dans un ordre croissant – modulo N – dans le sens des lignes, en partant de la gauche de l'écran, et dans un ordre décroissant – modulo N – dans le sens des colonnes, en partant du haut de l'écran.

3. Procédé d'affichage auto-stéréoscopique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque dit bloc de sub-pixels, correspondant à un ensemble de sub-pixel d'un des points de vue de l'image à afficher, comprends soit trois, soit au moins six sub-pixels.

4. Procédé d'affichage auto-stéréoscopique selon l'une des revendications précédentes dans lequel un décalage vertical desdits blocs d'un ou plusieurs sub-pixels éteints ou assombris est introduit entre deux colonnes adjacentes dudit écran.

5. Procédé d'affichage auto-stéréoscopique selon la revendication 4 dans lequel ledit décalage vertical varie, selon un motif périodique, d'une paire de colonnes adjacentes à une autre.

1/41

N = 4

 $\alpha = 0$

Sub-actifs = 1920

Sub-noirs = 0

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4

Figure 1

2/41

N = 4 $\alpha = 18.43$ Sub-actifs = 3 Sub-noirs = 6 Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2

Figure 2

3/41

N = 5 $\alpha = 18.43$ Sub-actifs = 3 Sub-noirs = 6 Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3
V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3
B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3
R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2
V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2
B5	B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2
R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1
V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1
B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5	B1

Figure 3

4/41

N = 6

 $\alpha = 18.43$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 6

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2
R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1
V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1
B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1
R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6
V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6
B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6

Figure 4

5/41

N = 4

 $\alpha = 20.56$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 5

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2

Figure 5

6/41

N = 4

 $\alpha = 16.70$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 7

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2

Figure 6

7/41

N = 4

 $\alpha = 18.43$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 3

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2

Figure 7

8/41

N = 4

 $\alpha = 16.70$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 4

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2

Figure 8

9/41

N = 4

 $\alpha = 15.26$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 5

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2

Figure 9

10/41

N = 4

 $\alpha = 14.04$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 6

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3

Figure 10

11/41

N = 4

 $\alpha = 18.43$

Sub-actifs = 8

Sub-noirs = 1

Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2

Figure 11

12/41

N = 4

 $\alpha = 18.43$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 2

Translation = 1

R1				R1	R2	R3	R4	R1
V1	V2				V2	V3	V4	V1
B1	B2	B3				B3	B4	B1
R1	R2	R3	R4				R4	R1
V1	V2	V3	V4	V1				V1
B1	B2	B3	B4	B1	B2			
	R2	R3	R4	R1	R2	R3		
		V3	V4	V1	V2	V3	V4	
B4			B4	B1	B2	B3	B4	
R4	R1			R1	R2	R3	R4	
V4	V1	V2			V2	V3	V4	
B4	B1	B2	B3			B3	B4	
R4	R1	R2	R3	R4			R4	
V4	V1	V2	V3	V4	V1			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2		
		R2	R3	R4	R1	R2	R3	
V3			V3	V4	V1	V2	V3	
B3	B4			B4	B1	B2	B3	
R3	R4	R1			R1	R2	R3	
V3	V4	V1	V2			V2	V3	
B3	B4	B1	B2	B3			B3	
R3	R4	R1	R2	R3	R4			
	V4	V1	V2	V3	V4	V1		
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	

Figure 12

13/41

N = 4

 $\alpha = 20.56$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 4

Translation = 1

R1						R3	R4	R1
V1	V2						V4	V1
B1	B2	B3						B1
	R2	R3	R4					
		V3	V4	V1				
		B4	B1	B2				
			R1	R2	R3			
V4					V2	V3	V4	
B4	B1					B3	B4	
R4	R1	R2					R4	
	V1	V2	V3					
		B2	B3	B4				
			R3	R4	R1			
				V4	V1	V2		
B3					B1	B2	B3	
R3	R4					R2	R3	
V3	V4	V1					V3	
	B4	B1	B2					
		R1	R2	R3				
			V2	V3	V4			
				B3	B4	B1		
R2					R4	R1	R2	
V2	V3					V1	V2	
B2	B3	B4					B2	

Figure 13

14/41

N = 4

 $\alpha = 15.26$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 4

Translation = 1

R1					R3	R4	R1
V1	V2					V4	V1
B1	B2	B3					B1
R1	R2	R3	R4				
V1	V2	V3	V4	V1			
B1	B2	B3	B4	B1	B2		
	R2	R3	R4	R1	R2	R3	
		V3	V4	V1	V2	V3	V4
			B4	B1	B2	B3	B4
				R1	R2	R3	R4
V4					V2	V3	V4
B4	B1					B3	B4
R4	R1	R2					R4
V4	V1	V2	V3				
B4	B1	B2	B3	B4			
R4	R1	R2	R3	R4	R1		
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	
		B2	B3	B4	B1	B2	B3
			R3	R4	R1	R2	R3
				V4	V1	V2	V3
B3					B1	B2	B3
R3	R4					R2	R3
V3	V4	V1					V3
B3	B4	B1	B2				

Figure 14

15/41

N = 4

 $\alpha = 16.70$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 6

Translation = 1

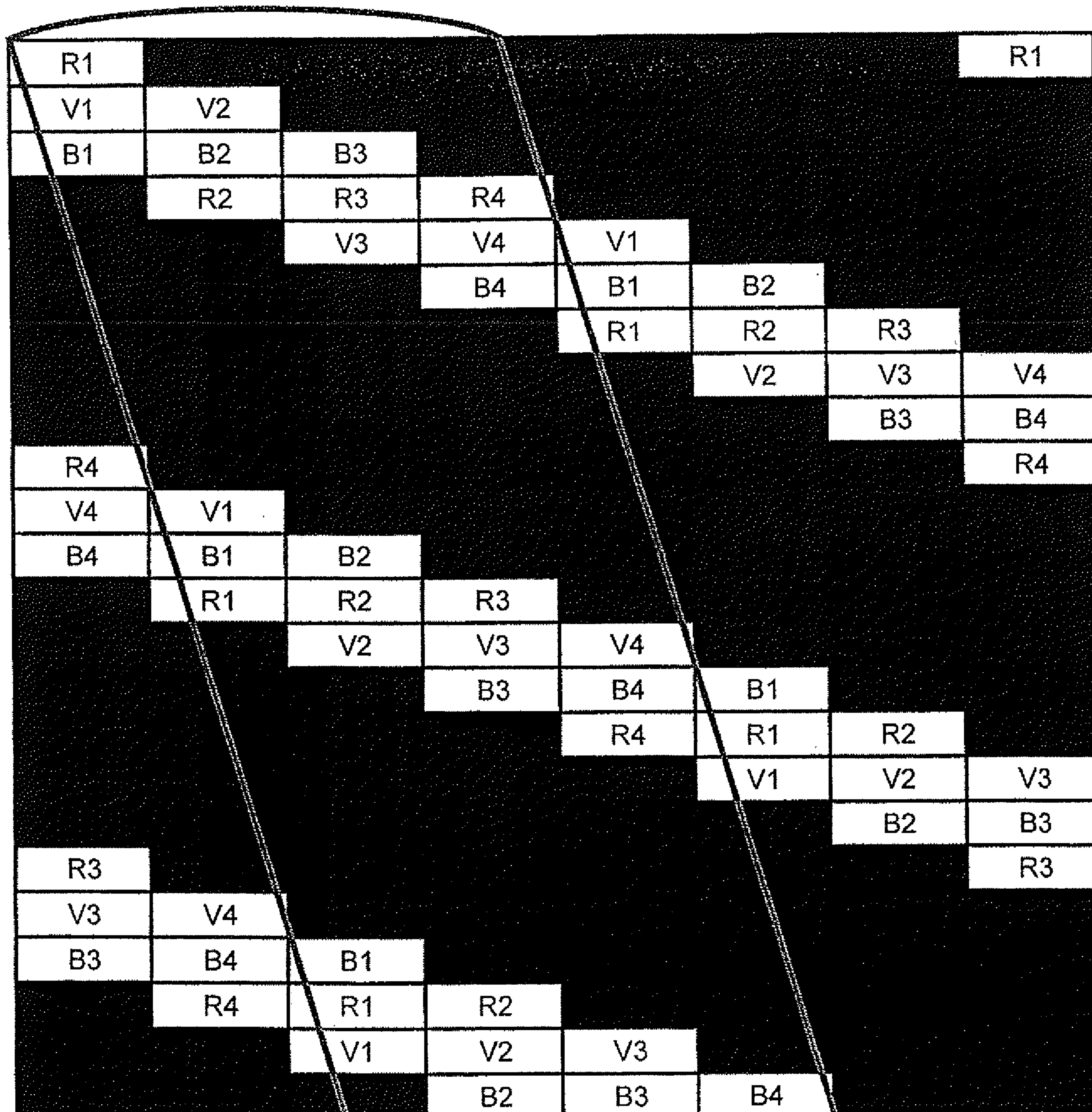


Figure 15

16/41

N = 4

 $\alpha = 10.61$

Sub-actifs = 9

Sub-noirs = 6

Translation = 1

R1							R1
V1	V2						
B1	B2	B3					
R1	R2	R3	R4				
V1	V2	V3	V4	V1			
B1	B2	B3	B4	B1	B2		
R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
		V3	V4	V1	V2	V3	V4
			B4	B1	B2	B3	B4
				R1	R2	R3	R4
					V2	V3	V4
						B3	B4
R4							R4
V4	V1						
B4	B1	B2					
R4	R1	R2	R3				
V4	V1	V2	V3	V4			
B4	B1	B2	B3	B4	B1		
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3

Figure 16

17/41

N = 4

 $\alpha = 12.09$

Sub-actifs = 9

Sub-noirs = 3

Translation = 2

R1		R4	R1	R2	R3	R4	
V1			V1	V2	V3	V4	
B1	B2		B1	B2	B3	B4	B1
R1	R2			R2	R3	R4	R1
V1	V2	V3		V2	V3	V4	V1
B1	B2	B3			B3	B4	B1
R1	R2	R3	R4		R3	R4	R1
V1	V2	V3	V4			V4	V1
B1	B2	B3	B4	B1		B4	B1
	R2	R3	R4	R1			R1
	V2	V3	V4	V1	V2		V1
		B3	B4	B1	B2		
R4		R3	R4	R1	R2	R3	
V4			V4	V1	V2	V3	
B4	B1		B4	B1	B2	B3	B4
R4	R1			R1	R2	R3	R4
V4	V1	V2		V1	V2	V3	V4
B4	B1	B2			B2	B3	B4
R4	R1	R2	R3		R2	R3	R4
V4	V1	V2	V3			V3	V4
B4	B1	B2	B3	B4		B3	B4
	R1	R2	R3	R4			R4
	V1	V2	V3	V4	V1		V4
		B2	B3	B4	B1		

Figure 17

18/41

N = 4

 $\alpha = 14.04$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 4

Translation = 2

R1			R1	R2	R3		
V1			V1	V2	V3		
B1	B2			B2	B3	B4	
R1	R2			R2	R3	R4	
V1	V2	V3			V3	V4	V1
B1	B2	B3			B3	B4	B1
	R2	R3	R4			R4	R1
	V2	V3	V4			V4	V1
		B3	B4	B1			B1
		R3	R4	R1			R1
V4			V4	V1	V2		
B4			B4	B1	B2		
R4	R1			R1	R2	R3	
V4	V1			V1	V2	V3	
B4	B1	B2			B2	B3	B4
R4	R1	R2			R2	R3	R4
	V1	V2	V3			V3	V4
	B1	B2	B3			B3	B4
		R2	R3	R4			R4
		V2	V3	V4			V4
B3			B3	B4	B1		
R3			R3	R4	R1		
V3	V4			V4	V1	V2	
B3	B4			B4	B1	B2	

Figure 18

19/41

N = 4

 $\alpha = 15.26$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 3

Translation = 2

R1		R4	R1	R2		R2
V1			V1	V2	V3	V2
B1	B2		B1	B2	B3	
R1	R2			R2	R3	R4
V1	V2	V3		V2	V3	V4
B1	B2	B3			B3	B4
	R2	R3	R4		R3	R4
	V2	V3	V4			V4
		B3	B4	B1		B4
R4		R3	R4	R1		R1
V4			V4	V1	V2	V1
B4	B1		B4	B1	B2	
R4	R1			R1	R2	R3
V4	V1	V2		V1	V2	V3
B4	B1	B2			B2	B3
	R1	R2	R3		R2	R3
	V1	V2	V3			V3
		B2	B3	B4		B3
R3		R2	R3	R4		R4
V3			V3	V4	V1	V4
B3	B4		B3	B4	B1	
R3	R4			R4	R1	R2
V3	V4	V1		V4	V1	V2
B3	B4	B1			B1	B2
						B3

Figure 19

20/41

N = 4

 $\alpha = 20.56$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 3

Translation = 2

R1		R4	R1		R4	R1	
V1			V1			V1	
B1	B2		B1	B2		B1	B2
	R2			R2			R2
	V2	V3		V2	V3		V2
		B3			B3		
R4		R3	R4		R3	R4	
V4			V4			V4	
B4	B1		B4	B1		B4	B1
	R1			R1			R1
	V1	V2		V1	V2		V1
		B2			B2		
R3		R2	R3		R2	R3	
V3			V3			V3	
B3	B4		B3	B4		B3	B4
	R4			R4			R4
	V4	V1		V4	V1		V4
		B1			B1		
R2		R1	R2		R1	R2	
V2			V2			V2	
B2	B3		B2	B3		B2	B3
	R3			R3			R3
	V3	V4		V3	V4		V3
		B4			B4		

Figure 20

21/41

N = 4

 $\alpha = 16.70$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 5

Translation = 2

R1				R1	R2			R2
V1					V2			
B1	B2			B2	B3			
	R2				R3			
	V2	V3			V3	V4		
		B3				B4		
		R3	R4			R4	R1	
			V4				V1	
B4			B4	B1			B1	
R4				R1				
V4	V1			V1	V2			
	B1				B2			
	R1	R2			R2	R3		
		V2				V3		
		B2	B3			B3	B4	
			R3				R4	
V3			V3	V4			V4	
B3				B4				
R3	R4			R4	R1			
	V4				V1			
	B4	B1			B1	B2		
		R1				R2		
		V1	V2			V2	V3	
			B2				B3	

Figure 21

22/41

N = 4

 $\alpha = 15.26$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 6

Translation = 2

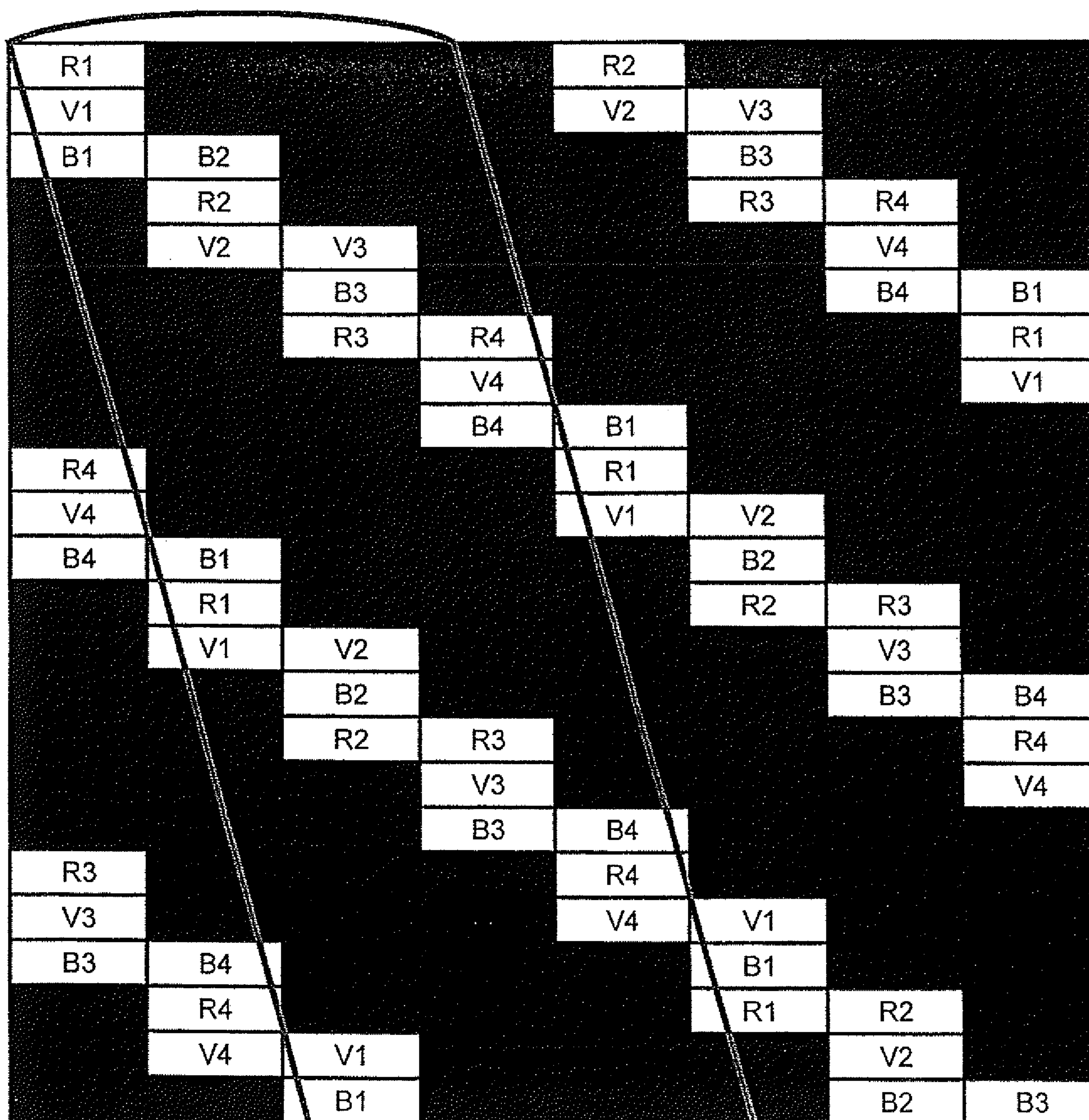


Figure 22

23/41

N = 4 $\alpha = 11.31$ Sub-actifs = 9 Sub-noirs = 3 Translation = 3

R1		R4	R1	R2		R1	R2
V1		V4	V1	V2		V1	V2
B1		B4	B1	B2		B1	B2
R1	R2		R1	R2	R3		R2
V1	V2		V1	V2	V3		V2
B1	B2		B1	B2	B3		B2
R1	R2	R3		R2	R3	R4	
V1	V2	V3		V2	V3	V4	
B1	B2	B3		B2	B3	B4	
	R2	R3	R4		R3	R4	R1
	V2	V3	V4		V3	V4	V1
	B2	B3	B4		B3	B4	B1
R4		R3	R4	R1		R4	R1
V4		V3	V4	V1		V4	V1
B4		B3	B4	B1		B4	B1
R4	R1		R4	R1	R2		R1
V4	V1		V4	V1	V2		V1
B4	B1		B4	B1	B2		B1
R4	R1	R2		R1	R2	R3	
V4	V1	V2		V1	V2	V3	
B4	B1	B2		B1	B2	B3	
	R1	R2	R3		R2	R3	R4
	V1	V2	V3		V2	V3	V4
	B1	B2	B3		B2	B3	B4

Figure 23

24/41

N = 4

 $\alpha = 14.04$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 3

Translation = 3

R1		R4	R1		R4	R1	
V1		V4	V1		V4	V1	
B1		B4	B1		B4	B1	
R1	R2		R1	R2		R1	R2
V1	V2		V1	V2		V1	V2
B1	B2		B1	B2		B1	B2
	R2	R3		R2	R3		R2
	V2	V3		V2	V3		V2
	B2	B3		B2	B3		B2
R4		R3	R4		R3	R4	
V4		V3	V4		V3	V4	
B4		B3	B4		B3	B4	
R4	R1		R4	R1		R4	R1
V4	V1		V4	V1		V4	V1
B4	B1		B4	B1		B4	B1
	R1	R2		R1	R2		R1
	V1	V2		V1	V2		V1
	B1	B2		B1	B2		B1
R3		R2	R3		R2	R3	
V3		V2	V3		V2	V3	
B3		B2	B3		B2	B3	
R3	R4		R3	R4		R3	R4
V3	V4		V3	V4		V3	V4
B3	B4		B3	B4		B3	B4

Figure 24

25/41

N = 4

 $\alpha = 18.43$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 3

Translation = 3

R1		R4		R3		R2	
V1		V4		V3		V2	
B1		B4		B3		B2	
	R2		R1		R4		R3
	V2		V1		V4		V3
	B2		B1		B4		B3
R4		R3		R2		R1	
V4		V3		V2		V1	
B4		B3		B2		B1	
	R1		R4		R3		R2
	V1		V4		V3		V2
	B1		B4		B3		B2
R3		R2		R1		R4	
V3		V2		V1		V4	
B3		B2		B1		B4	
	R4		R3		R2		R1
	V4		V3		V2		V1
	B4		B3		B2		B1
R2		R1		R4		R3	
V2		V1		V4		V3	
B2		B1		B4		B3	
	R3		R2		R1		R4
	V3		V2		V1		V4
	B3		B2		B1		B4

Figure 25

26/41

N = 4

 $\alpha = 16.70$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 4

Translation = 3

R1		R4		R3		R3
V1		V4			V4	V3
B1			B1		B4	B3
	R2		R1		R4	
	V2		V1			V1
	B2			B2		B1
		R3		R2		R1
V4		V3		V2		V2
B4		B3			B3	B2
R4			R4		R3	R2
	V1		V4		V3	
	B1		B4			B4
	R1			R1		R4
		V2		V1		V4
B3		B2		B1		B1
R3		R2			R2	R1
V3			V3		V2	V1
	B4		B3		B2	
	R4		R3			R3
	V4			V4		V3
		B1		B4		B3
R2		R1		R4		R4
V2		V1			V1	V4
B2			B2		B1	B4

Figure 26

27/41

N = 4

 $\alpha = 15.26$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 5

Translation = 3

R1		R4		R4	
V1			V1		V4
B1			B1		B1
	R2		R1		R1
	V2			V2	V1
	B2		B2		B2
		R3	R2		R2
		V3		V3	V2
B4		B3		B3	
R4			R4	R3	
V4			V4		V4
	B1		B4		B4
	R1			R1	R4
	V1			V1	V1
		B2	B1		B1
		R2		R2	R1
V3		V2		V2	
B3			B3	B2	
R3			R3		R3
	V4		V3		V3
	B4		B4		B3
	R4		R4		R4
		V1	V4		V4
		B1		B1	B4

Figure 27

28/41

N = 4

 $\alpha = 14.04$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 6

Translation = 3

R1			R1			R1		
V1			V1			V1		
B1			B1			B1		
	R2			R2			R2	
	V2			V2			V2	
	B2			B2			B2	
		R3			R3			R3
		V3			V3			V3
		B3			B3			B3
R4			R4			R4		
V4			V4			V4		
B4			B4			B4		
	R1			R1			R1	
	V1			V1			V1	
	B1			B1			B1	
		R2			R2			R2
		V2			V2			V2
		B2			B2			B2
R3			R3			R3		
V3			V3			V3		
B3			B3			B3		
	R4			R4			R4	
	V4			V4			V4	
	B4			B4			B4	

Figure 28

29/41

N = 4

 $\alpha = 15.26$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 4

Translation = 4

R1			R2		R1		R4
V1		V4			V1		V4
B1		B4		B3			B4
		R4		R3		R2	
	V2			V3		V2	
	B2		B1			B2	
	R2		R1		R4		
V4			V1		V4		V3
B4		B3			B4		B3
R4		R3		R2			R3
		V3		V2		V1	
	B1			B2		B1	
	R1		R4			R1	
	V1		V4		V3		
B3			B4		B3		B2
R3		R2			R3		R2
V3		V2		V1			V2
		B2		B1		B4	
	R4			R1		R4	
	V4		V3			V4	
	B4		B3		B2		
R2			R3		R2		R1
V2		V1			V2		V1
B2		B1		B4			B1

Figure 29

30/41

N = 4 $\alpha = 14.04$ Sub-actifs = 3 Sub-noirs = 5 Translation = 4

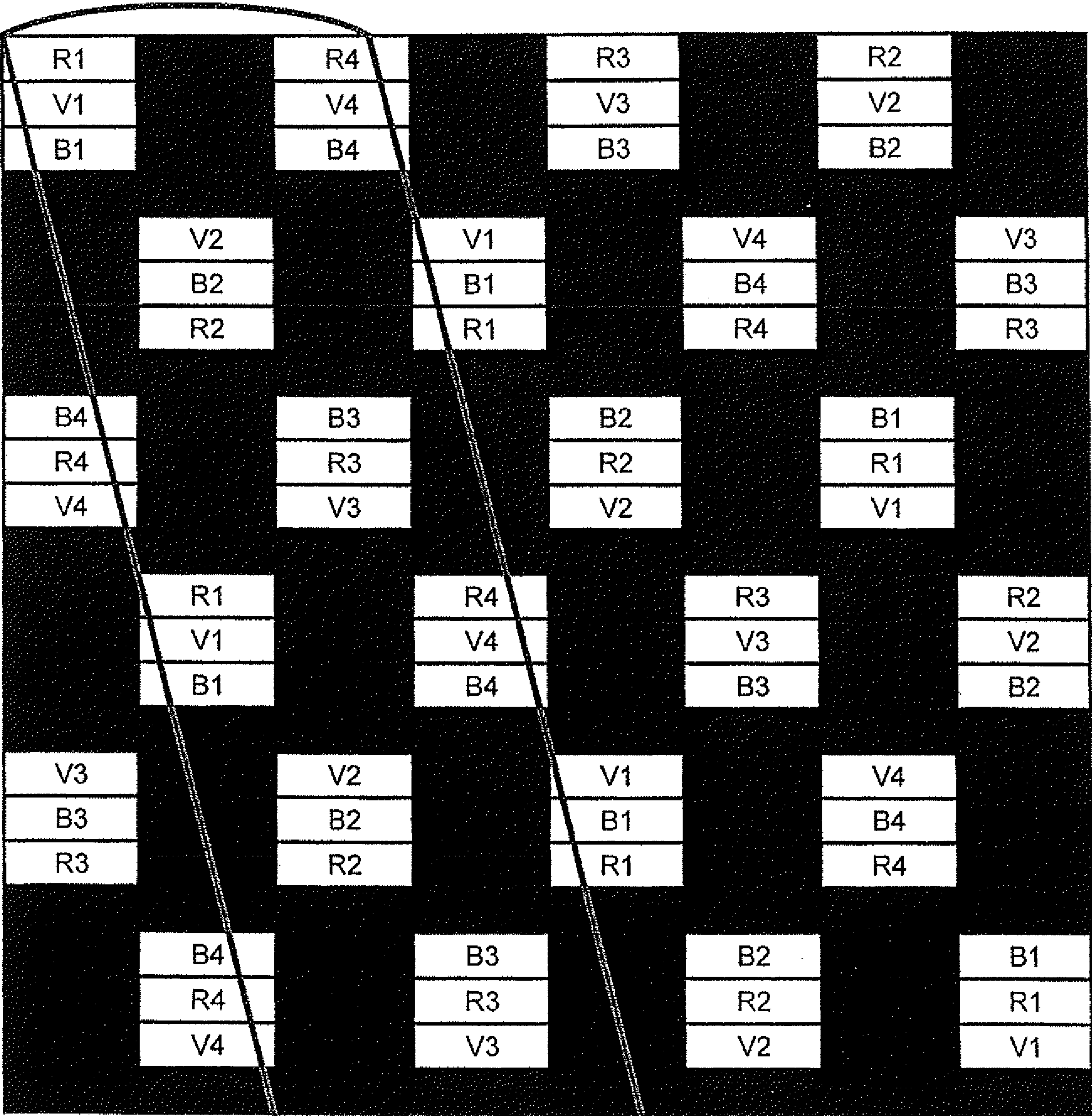


Figure 30

31/41

N = 4

 $\alpha = 12.99$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 3

Translation = 4

R1	R3	R4		R3		R2	
V1		V4		V3		V2	V3
B1		B4		B3	B4	B2	B3
R1		R4	R1	R3	R4		R3
V1	V2	V4	V1		V4		V3
B1	B2		B1		B4		B3
	R2		R1		R4	R1	R3
	V2		V1	V2	V4	V1	
	B2	B3	B1	B2		B1	
R4	R2	R3		R2		R1	
V4		V3		V2		V1	V2
B4		B3		B2	B3	B1	B2
R4		R3	R4	R2	R3		R2
V4	V1	V3	V4		V3		V2
B4	B1		B4		B3		B2
	R1		R4		R3	R4	R2
	V1		V4	V1	V3	V4	
	B1	B2	B4	B1		B4	
R3	R1	R2		R1		R4	
V3		V2		V1		V4	V1
B3		B2		B1	B2	B4	B1
R3		R2	R3	R1	R2		R1
V3	V4	V2	V3		V2		V1
B3	B4		B3		B2		B1

Figure 31

32/41

N = 4

 $\alpha = 16.70$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 3

Translation = 4

R1	R3		R2	R4		R3	R1
V1			V2			V3	
B1		B4	B2		B1	B3	
		R4			R1		
	V2	V4		V3	V1		V4
	B2			B3			B4
R4	R2		R1	R3		R2	R4
V4			V1			V2	
B4		B3	B1		B4	B2	
		R3			R4		
	V1	V3		V2	V4		V3
	B1			B2			B3
R3	R1		R4	R2		R1	R3
V3			V4			V1	
B3		B2	B4		B3	B1	
		R2			R3		
	V4	V2		V1	V3		V2
	B4			B1			B2
R2	R4		R3	R1		R4	R2
V2			V3			V4	
B2		B1	B3		B2	B4	
		R1			R2		
	V3	V1		V4	V2		V1
	B3			B4			B1

Figure 32

33/41

N = 4

 $\alpha = 18.43$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 2

Translation = 4

R1	R3	R1			R2	R4	R2
V1	V3			V4	V2	V4	
B1			B2	B4	B2		
		R4	R2	R4			R1
	V2	V4	V2			V3	V1
B4	B2	B4			B1	B3	B1
R4	R2			R3	R1	R3	
V4			V1	V3	V1		
		B3	B1	B3			B4
	R1	R3	R1			R2	R4
V3	V1	V3			V4	V2	V4
B3	B1			B2	B4	B2	
R3			R4	R2	R4		
		V2	V4	V2			V3
	B4	B2	B4			B1	B3
R2	R4	R2			R3	R1	R3
V2	V4			V1	V3	V1	
B2			B3	B1	B3		
		R1	R3	R1			R2
	V3	V1	V3			V4	V2
B1	B3	B1			B2	B4	B2
R1	R3			R4	R2	R4	
V1			V2	V4	V2		
		B4	B2	B4			B1

Figure 33

34/41

N = 4

 $\alpha = 14.04$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 4

Translation = 5

R1	R3			R4			R1
V1			V2	V4			V1
B1			B2			B3	B1
		R4	R2			R3	
		V4			V1	V3	
	B2	B4			B1		
	R2			R3	R1		
V4	V2			V3			V4
B4			B1	B3			B4
R4			R1			R2	R4
		V3	V1			V2	
		B3			B4	B2	
	R1	R3			R4		
	V1			V2	V4		
B3	B1			B2			B3
R3			R4	R2			R3
V3			V4			V1	V3
		B2	B4			B1	
		R2			R3	R1	
	V4	V2			V3		
	B4			B1	B3		
R2	R4			R1			R2
V2			V3	V1			V2
B2			B3			B4	B2

Figure 34

35/41

N = 4

 $\alpha = 14.04$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 3

Translation = 6

R1	R3	R1	R3	R1	R3	R1	R3
V1	V3	V1	V3	V1	V3	V1	V3
B1	B3	B1	B3	B1	B3	B1	B3
R4	R2	R4	R2	R4	R2	R4	R2
V4	V2	V4	V2	V4	V2	V4	V2
B4	B2	B4	B2	B4	B2	B4	B2
R3	R1	R3	R1	R3	R1	R3	R1
V3	V1	V3	V1	V3	V1	V3	V1
B3	B1	B3	B1	B3	B1	B3	B1
R2	R4	R2	R4	R2	R4	R2	R4
V2	V4	V2	V4	V2	V4	V2	V4
B2	B4	B2	B4	B2	B4	B2	B4

Figure 35

36/41

N = 4

 $\alpha = 10.00$

Sub-actifs = 8

Sub-noirs = 2

Translation = 7

R1	R3	R1		R4	R2		R1
V1	V3	V1	V2	V4	V2		V1
B1	B3		B2	B4	B2	B3	B1
R1	R3		R2	R4		R3	R1
V1	V3	V4	V2	V4		V3	V1
B1		B4	B2	B4	B1	B3	B1
R1		R4	R2		R1	R3	R1
V1	V2	V4	V2		V1	V3	
	B2	B4	B2	B3	B1	B3	
	R2	R4		R3	R1	R3	R4
V4	V2	V4		V3	V1		V4
B4	B2	B4	B1	B3	B1		B4
R4	R2		R1	R3	R1	R2	R4
V4	V2		V1	V3		V2	V4
B4	B2	B3	B1	B3		B2	B4
R4		R3	R1	R3	R4	R2	R4
V4		V3	V1		V4	V2	V4
B4	B1	B3	B1		B4	B2	
	R1	R3	R1	R2	R4	R2	
	V1	V3		V2	V4	V2	V3
B3	B1	B3		B2	B4		B3
R3	R1	R3	R4	R2	R4		R3
V3	V1		V4	V2	V4	V1	V3
B3	B1		B4	B2		B1	B3

Figure 36

37/41

N = 4

 $\alpha = 10.61$

Sub-actifs = 6

Sub-noirs = 2

Translation = 8

R1	R3	R1	R3	R1	R3	R1	R3
V1	V3	V1	V3	V1	V3	V1	V3
B1	B3	B1	B3	B1	B3	B1	B3
R1	R3	R1	R3	R1	R3	R1	R3
V1	V3	V1	V3	V1	V3	V1	V3
B1	B3	B1	B3	B1	B3	B1	B3
B4	B2	B4	B2	B4	B2	B4	B2
R4	R2	R4	R2	R4	R2	R4	R2
V4	V2	V4	V2	V4	V2	V4	V2
B4	B2	B4	B2	B4	B2	B4	B2
R4	R2	R4	R2	R4	R2	R4	R2
V4	V2	V4	V2	V4	V2	V4	V2
V3	V1	V3	V1	V3	V1	V3	V1
B3	B1	B3	B1	B3	B1	B3	B1
R3	R1	R3	R1	R3	R1	R3	R1
V3	V1	V3	V1	V3	V1	V3	V1
B3	B1	B3	B1	B3	B1	B3	B1
R3	R1	R3	R1	R3	R1	R3	R1

Figure 37

38/41

N = 4

 $\alpha = 20.56$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 3

Translation = -1-1-0

R1		R4			R4		R3
V1			V1		V4		
B1	B2		B1			B1	
	R2		R1	R2		R1	
	V2	V3		V2		V1	V2
		B3		B2	B3		B2
R4		R3			R3		R2
V4			V4		V3		
B4	B1		B4			B4	
	R1		R4	R1		R4	
	V1	V2		V1		V4	V1
		B2		B1	B2		B1
R3		R2			R2		R1
V3			V3		V2		
B3	B4		B3			B3	
	R4		R3	R4		R3	
	V4	V1		V4		V3	V4
		B1		B4	B1		B4
R2		R1		R1			R4
V2			V2		V1		
B2	B3		B2			B2	
	R3		R2	R3		R2	
	V3	V4		V3		V2	V3
		B4		B3	B4		B3

Figure 38

39/41

N = 4

 $\alpha = 20.55$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 3

Translation = -1-1-2

R1		R4	R1		R1	R2
V1			V1	V2		V2
B1	B2		B2			B2
	R2		R2	R3		
	V2	V3		V3	V4	
		B3	B4		B3	B4
R4		R3	R4		R4	R1
V4			V4	V1		V1
B4	B1		B1			B1
	R1		R1	R2		
	V1	V2		V2	V3	
		B2	B3		B2	B3
R3		R2	R3		R3	R4
V3			V3	V4		V4
B3	B4		B4			B4
	R4		R4	R1		
	V4	V1		V1	V2	
		B1	B2	B1	B2	
R2		R1	R2		R2	R3
V2			V2	V3		V3
B2	B3		B3			B3
	R3		R3	R4		
	V3	V4		V4	V1	
		B4	B1	B4	B1	

Figure 39

40/41

N = 4 $\alpha = 18.43$ Sub-actifs = 3 Sub-noirs = 6 Translation = -1-0+1

R1	R2	R3		R1	R2	R3	
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1		B3	B4	B1		B3	B4
			R4				R4
	B1				B1		
R4	R1	R2		R4	R1	R2	
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4		B2	B3	B4		B2	B3
			R3				R3
	B4				B4		
R3	R4	R1		R3	R4	R1	
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3		B1	B2	B3		B1	B2
			R2				R2

Figure 40

41/41

N = 4

 $\alpha = 18.43$

Sub-actifs = 3

Sub-noirs = 6

Translation = -1+1

R1	R2		R4	R1		R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1		B3	B4		B2	B3	
		R3			R2		
	B1			B4			B3
R4	R1		R3	R4		R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4		B2	B3		B1	B2	
		R2			R1		
	B4			B3			B2
R3	R4		R2	R3		R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3		B1	B2		B4	B1	
		R1			R4		

Figure 41

N = 4 $\alpha = 18.43$ Sub-actifs = 3 Sub-noirs = 6 Translation = 0

R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3
V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3
B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3
R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2
V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2
B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2

Figure 2