



« TRANSITIONS DE PHASE »

ENTRETIEN AVEC MARC LACHIEZE-REY, KARIM NOUI ET ABDELKADER BENCHAMMA

PROPOS RECUEILLIS PAR JEAN-MAX COLARD

Sur le théâtre des opérations qu'est sa feuille de papier, Abdelkader Benchamma imagine et dessine des états de matière, des événements, des éclats, des fusions. Le dessin s'aventure alors dans des zones troubles, hésite, entre sculpture et liquéfaction, figure ou abstraction. Mais qu'est-ce que ces visions profuses ont à voir, et peut-être même à échanger avec un état actuel du savoir scientifique? C'est dans cet esprit que nous avons proposé à l'artiste de dialoguer avec deux scientifiques, l'astrophysicien et cosmologue Marc Lachièze-Rey et le physicien-mathématicien Karim Noui. L'artiste et le scientifique évoluent-ils dans le même espace-temps, ou sont-ils à des milliards d'années-lumière l'un de l'autre? Dialogue à la recherche d'une contemporanéité de l'art et de la science.

**MARC LACHIEZE-REY :** Il existe des parentés entre la recherche artistique et la recherche scientifique. Les physiciens, comme les artistes, cherchent à rendre la réalité. Mais ce terme ne recouvre pas les mêmes choses : tandis que le physicien vise une réalité qu'il espère objective, celle que l'artiste conçoit est sans doute plus subjective.

**KARIM NOUI :** La question des outils dont nous disposons est très intéressante. En tant que physicien-mathématicien, je cherche à comprendre la structure intime de l'espace-temps, ce qui s'est passé à l'origine de l'univers. Nous n'avons pas accès à ce monde-là, ni par nos sens, ni même par les outils techniques développés aujourd'hui. En ce sens, la vision de l'artiste et celle du physicien se rejoignent parce que nous tentons d'élaborer des outils pour interroger, comprendre et décrire ce monde. Ces outils mathématiques, les seuls que nous ayons à notre disposition, donnent accès au concret : derrière les équations abstraites, il existe une physique que nous cherchons à comprendre intuitivement.

**ABDELKADER BENCHAMMA :** L'outil mathématique est le seul outil disponible car vous étudiez des événements tellement lointains, qu'ils sont impossibles à observer d'une autre manière ?

**KN** : En effet, un des grands défis de la physique est de comprendre l'infiniment petit et l'infiniment loin, et de quelle manière ils se rejoignent. Vous avez entendu parler de l'accélérateur de particules du CERN (Centre Européen pour la Recherche Nucléaire) où des scientifiques font tourner très vite des particules et les font entrer en collision pour comprendre la nature de l'univers. Plus l'accélérateur de particules est rapide, plus on est capable de comprendre comment était l'univers à un stade très reculé de son évolution. Mais pour pouvoir comprendre l'univers à ses débuts, à ses prémices, il faudrait aux physiciens des accélérateurs de la taille de notre galaxie !

**ML-R** : On s'intéresse à des énergies et à des échelles qui sont absolument hors d'atteinte, mais qui pourraient néanmoins avoir des conséquences dans la vie de tous les jours. Il s'agit de décrire un monde plus profond, d'où pourraient venir les propriétés du monde qui nous entoure : l'espace, le temps, la matière.

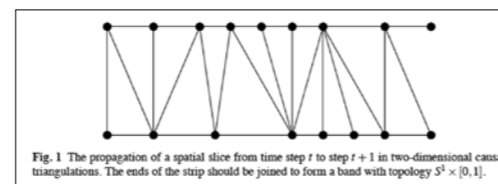
**AB** : Dans tout ce que vous dites, plusieurs choses font écho à ma pratique du dessin. Car malgré leur extrême précision, mes représentations restent toujours vagues, incertaines, en mouvement, avec des flux, des perceptions assez mobiles... Par exemple, mes tous derniers travaux font partie d'une grande série intitulée *Sculptures* : des dessins de très grand format, dont certains sont traités uniquement au marqueur noir. La juxtaposition des noirs fait apparaître que la plupart ne sont pas noirs mais violets, ou gris.

**KN** : Pour moi, ce dessin pourrait illustrer ce que nous tâchons de faire : tenter de comprendre l'infiniment petit ou l'infiniment loin, c'est appréhender les briques élémentaires qui construisent la complexité du monde. Deux teintes de noir, des traits horizontaux, et, avec des règles de base très simples, on essaie de développer une complexité.

**AB** : C'est en effet assez proche dans la méthode. Il y a une contrainte au départ, des traits noirs effectués à la règle, par exemple – la ligne c'est presque l'essence du dessin, sa base –, et ces marques vont fabriquer une masse incertaine, plus ou moins stable...

**ML-R** : Hier, un collègue scientifique nous a montré des graphiques d'évolutions de l'univers qui évoquent votre dessin. C'était une représentation très simplifiée d'un modèle technique où la taille de l'univers oscille d'une manière un peu aléatoire en fonction du temps. C'est juste une analogie mais le résultat est visuellement très proche. A la limite, notre collègue nous aurait montré votre dessin, on l'aurait accepté !

**KN** : Le graphique de notre collègue proposait une évolution de la taille de l'univers en fonction du temps. Mais il nous livrait également des informations qui n'étaient pas immédiatement perceptibles. Selon la forme précise du graphe, allongée, pointue ou oscillante, on pouvait déduire que l'univers était fondamentalement bi-, quadri- ou infini-dimensionnel. Cette information primordiale était en fait cachée dans le graphique, et certains outils mathématiques, comme la notion de «distance de Hausdorff», nous ont permis d'y accéder. Et peut-être y a-t-il dans ton dessin, tel que tu l'as imaginé, une autre information que tu n'as pas vue...



**ML-R** : Oui, ton dessin est en deux dimensions, mais quand on le regarde en perspective on voit un objet en trois dimensions. Ensuite on va regarder effectivement la caractéristique de cette courbe dessinée, qui, du point de vue mathématique, semble représenter ce qu'on appelle une fractale, de dimension ni deux ni trois, mais quelque part entre les deux. On pourrait s'amuser à analyser ton dessin avec nos méthodes mathématiques. Ce qu'on en dirait n'a pas de pertinence dans la mesure où tu ne l'as pas construit dans cet esprit. Mais on s'aperçoit en retour que nos méthodes mathématiques peuvent aussi être utilisées pour analyser des œuvres graphiques tout comme elles permettent de comprendre la croissance des arbres, la répartition des mollusques au fond des mers ou la forme des nuages. Nous devons comprendre que nos outils ne sont pas notre propriété exclusive.

**AB** : L'objet semble être en trois dimensions mais on aperçoit dans le même temps une sorte de faux rapport : certaines parties sont fragmentées, d'autres sont plates, et seule la présence d'un socle suggère que ce tout figure une masse ou un objet. Sans cela, on n'y penserait peut-être pas...

**ML-R** : Je me suis beaucoup intéressé aux illusions d'optique : quand on croit pouvoir associer une représentation à quelque chose et que cette association s'avère impossible. C'est un phénomène fréquent en astrophysique. Par exemple ce qu'on appelle la masse cachée, ou la matière noire, existe dix fois plus, selon certaines théories, que la masse ordinaire, et pourtant on ne la voit pas du tout. Et inversement, il existe des effets de lentilles gravitationnelles, où l'on perçoit trois objets alors qu'il n'y en a qu'un. Dans un sens ou dans l'autre, ce que l'on voit n'est pas du tout une représentation fidèle de la réalité, c'est beaucoup plus compliqué. Notre métier nous oblige à repenser non seulement les concepts de la réalité mais aussi la manière dont on y accède – au prix de quelle déformation, de quelles illusions.

**J-MC** : D'autres dessins d'Abdelkader Benchamma montrent des états de matière, une fusion entre le solide et le liquide... Comment les regardez-vous ?

**KN** : Cela m'évoque ce qu'on appelle les phénomènes de « transition de phase ». En physique, une « phase » désigne un état de la matière. La transition de phase sera exactement le passage entre deux états de la matière. On pourrait regarder ces dessins comme une transition de phase. Dans certaines situations, il est très difficile de distinguer les différents états de la matière. Lors de la transition, les différents états sont comme intriqués les uns dans les autres. Il semble se produire des phénomènes très similaires dans tes dessins.

**AB** : Pour moi cela relevait complètement du fantasmagorique, imaginer des matières en train de bouger, de se mélanger...

**KN** : Et puis il y a peut-être aussi ce qu'on appelle une invariance d'échelle, qu'on retrouve dans certains de tes dessins : on est plongé dans le cœur de la matière de l'infiniment petit, mais en même temps cela pourrait être vu de très loin.

**ML-R** : Un phénomène étonnant en physique, c'est qu'on peut retrouver des structures qui ont des formes et des allures très semblables à des échelles extrêmement différentes, qu'elles

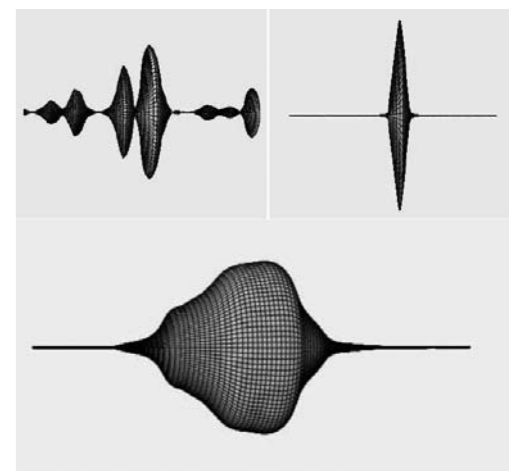
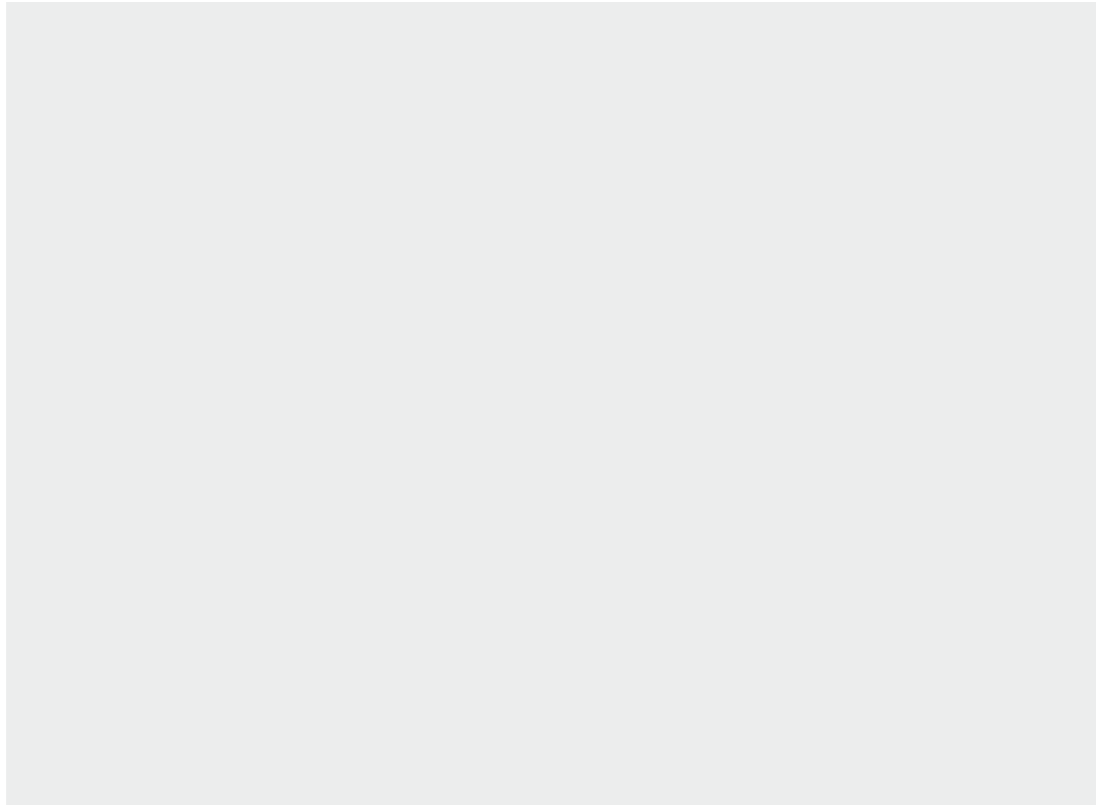


Fig. 7 The volume profiles of typical configurations in the phases A, B and C. Phase C (bottom figure) is the one where extended four-dimensional geometries emerge.



soient atomique, humaine ou astronomique. On peut s'amuser à juxtaposer des photos de virus et des photos de certaines galaxies ou nébuleuses : la ressemblance sera frappante. Au début du <sup>xx</sup> siècle D'Arcy Thompson a passé son temps à analyser les formes des minéraux, des végétaux, des animaux, des nuages. En même temps il faut se méfier de l'analogie. Ça peut être une aide, mais c'est aussi très dangereux.

**J-MC** : On peut aussi penser aux études de Léonard de Vinci sur le déluge ou les tourbillons d'eau... Ces dessins d'Abdelkader relèvent-ils d'une très ancienne vision physique du monde, ou se rapprochent-ils de modèles scientifiques plus récents ?

**KN** : La compréhension des transitions de phases date des années 1950. Et la notion d'invariance d'échelle a été comprise dans les années 1970. Les dessins d'Abdelkader offrent donc une vision particulièrement moderne de la matière et de l'univers.

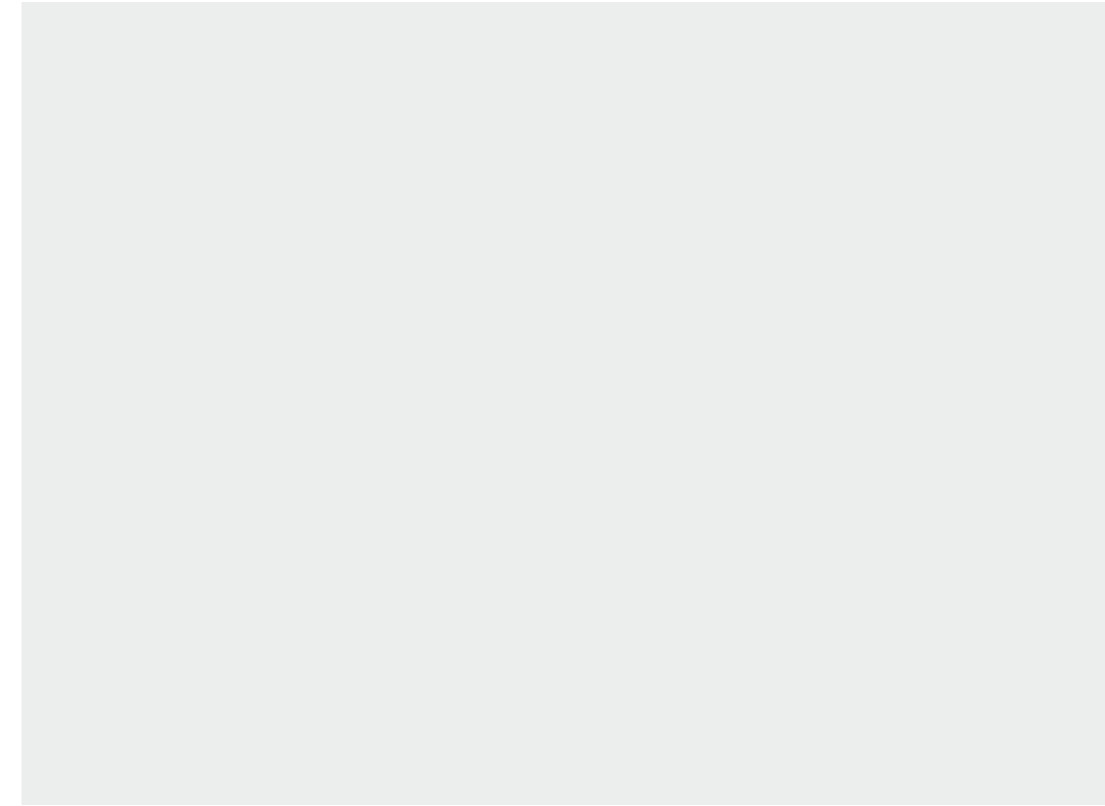
**ML-R** : De loin, on voit aussi du Hokusai. Mondrian a dit que toute son œuvre était inspirée par la physique quantique. Mais dans le cas des modernistes ou des futuristes qui se déclarent influencés par la relativité, la question de l'espace-temps, le lien n'est pas évident en lisant leur manifeste ou face à leurs tableaux. Où est la physique quantique chez Mondrian, où est l'espace-temps chez les suprématistes ou chez les futuristes ? J'imagine qu'au moment où tu dessines, tu n'es pas spécialement inspiré par la physique ?

**AB** : Non, j'ai beaucoup de centres d'intérêt qui alimentent mon travail, surtout en littérature, en sociologie, et je fréquente la science en amateur. Mais ce qui m'intéressait, c'était de devoir imaginer par le dessin des phénomènes impossibles à appréhender. L'invisibilité de la matière noire par exemple.

**KN** : Il me semble plus intéressant, plutôt que de se donner la mission de représenter la mécanique quantique ou la relativité générale, de se demander : comment je vois la matière ? Mon intuition peut-elle me mener à une description correcte ? Souvent en physique les grandes découvertes se sont passées ainsi ; des contingences, des rencontres ont eu lieu et ont produit une singularité dans la pensée scientifique.

**AB** : En effet les choses se sont faites progressivement et je ne me suis pas dit que j'allais dessiner la théorie des cordes...

**ML-R** : Mais ça pourrait être un exercice amusant !



**AB** : C'était aussi un défi. Ma série récente, *Sculptures*, représente des parties qui se répètent, se mettent à proliférer et à dessiner une forme. Dans des œuvres antérieures il y avait une idée de flux, la volonté de mettre en forme des transformations, du mouvement. Je dessinais parfois des scènes avec des individus qui se trouvaient face à des événements insaisissables de matière. Ces phénomènes un peu étranges, difficilement représentables, sont devenus le sujet central, la matière même du dessin. J'aime cette idée d'événement de matière...

**KN** : On peut parfois même reconnaître de l'annihilation matière-antimatière dans tes dessins. Dans l'un d'entre eux, la substance cache une partie du corps, donnant ainsi l'impression que ces éléments entrent en collision, qu'ils sont en train de s'annihiler. Ce processus existe en physique : quand la matière et l'antimatière entrent en contact, elles s'annihilent en créant de l'énergie et de la lumière...

**J-MC** : Enfin, il y a une plasticité de ces phénomènes dessinés par Abdelkader Benchamma. Et est-ce qu'on ne parle pas aujourd'hui d'une plasticité de l'univers ?

**ML-R** : Absolument. Selon la théorie, l'espace et le temps disparaissent, remplacés par la notion plus globale d'espace-temps. Mais l'espace-temps est justement plastique. Il n'est pas rigide comme on le pense chez Newton, mais modelé, déformé par la matière, et c'est cette loi de déformation qui est la loi fondamentale de la théorie, à savoir l'équation d'Einstein. Einstein parlait du « mollusque de référence » : un mollusque se meut dans l'eau et se déforme au gré des déformations de l'eau. Je crois que c'est ça l'idée d'espace-temps : c'est le support de la matière, et l'un se déforme avec l'autre. La plasticité de l'espace-temps est telle que certains scientifiques essayent de l'étudier avec les outils de la théorie de l'élasticité, avec des tenseurs... La même physique a été développée pour exprimer les propriétés du caoutchouc. Ainsi, ces scientifiques nous disent que l'espace-temps est une sorte de milieu caoutchouteux. Ce sont encore des analogies, et il faut rester prudent avec cet outil. Une analogie est une idée qui peut vous guider, elle peut s'avérer fructueuse, mais elle peut aussi vous mener à une vision erronée des choses. Il faut juste l'essayer, et voir où ça nous mène.

## “PHASE TRANSITIONS”

AN INTERVIEW WITH MARC LACHIEZE-REY, KARIM NOUI AND ABDELKADER BENCHAMMA  
BY JEAN-MAX COLARD

In the theatre of operations of his piece of paper, Abdelkader Benchamma conceives and draws states of matter, events, explosions, and fusions, and in this adventure the drawing itself ventures into trouble zones, hesitates between sculpture and liquefaction, between the figurative and the abstract. But what do these profuse visions have in common with - or how do they address - the current state of scientific knowledge? In the spirit of this enquiry we suggested a dialogue with two scientists, the astrophysicist and cosmologist Marc Lachieze-Rey and the physicist/ mathematician Karim Noui. Do artists and scientists develop in the same space-time, or are they millions of light years apart from one another? Exploration into the synchronicity between art and science.

**MARC LACHIEZE-REY:** There are affinities between artistic research and scientific research. Like artists, physicists try to render reality, although the term ‘reality’ doesn’t have the same meaning; we are looking for a reality which we hope is objective, while the artist imagines a reality which is perhaps more subjective.

**KARIM NOUI:** The question of which tools are available to us is an interesting one. As a physicist/mathematician, I’m trying to understand the intimate structure of space-time, what happened at the beginning of the universe. Obviously, we can’t access that world, not through our senses nor through the technical tools available today. In this sense, our vision approaches that of an artist because we are trying to develop tools in order to question, understand and describe this world. Mathematical tools - the only tools available to us - allow us access to the concrete, but behind the abstract equations exists a physics that we seek to understand intuitively.

**ABDELKADER BENCHAMMA:** So the mathematical tool is the only one available, given that you study events that are so far away they are impossible to observe any other way?

**KN:** As a matter of fact, one of the biggest challenges facing physicists is to understand the infinitely small and the infinitely distant, which are connected in a certain sense. You may have heard about the particle accelerator at the CERN (European Center for Nuclear Research) where scientists make particles move very fast, causing them to collide in order to understand the nature of the universe. The faster the particle accelerator moves, the more we are able to understand what the universe was like in a very distant stage of its evolution. But if physicists want to understand the beginnings or the origins of the universe, they would need accelerators the size of our galaxy!

**ML-R:** We try to describe phenomena taking place at levels of energy completely out of reach and on a scale that is also unimaginable, with the idea that even if these phenomena are out of reach, they may still have consequences for everyday life. So we don’t describe the world that surrounds us but try to describe a deeper world where we might find the qualities of the world surrounding us: space, time, and matter.

**AB:** Several things you said are echoed in my approach to drawing. Because despite their precision, these drawings remain vague, uncertain, in constant movement and flux, with shifting perceptions. For example, my most recent work is a large series called *Sculptures*: they are very large format drawings done entirely in black markers. But the juxtaposition of blacks reveals that most aren’t true black, but purple or grey.

**KN:** For me, this drawing might illustrate a little what we as scientists are trying to achieve. Attempting to understand the infinitely small or the infinitely distant means understanding the basic building blocks which form the complexity of the world. We take two shades of black, horizontal lines, and with simple ground rules we try to develop complexity.

**AB:** The methods are quite close. There is a sort of constraint at the start, black lines drawn with a ruler - the line here is almost the essence of the drawing, it’s base - and these marks are going to create a slightly uncertain mass, more or less stable...

**ML-R:** Yesterday, a scientist colleague showed us drawings of evolutions in the universe. They look very like your drawing. It was a highly simplified representation of a technical model where the size of the universe fluctuates in a somewhat unpredictable way, depending on time. It’s just an analogy but the result is quite close visually. You could say that if our colleague had showed us your drawing instead, we might easily have accepted it!

**KN:** Our colleague’s graph suggested an evolution in the size of the universe according to time. But he said something else: he gave us information that wasn’t immediately visible. Depending on the precise shape of the graph - elongated, sharply pointed or wavy - it could be deduced that the universe was fundamentally two-dimensional, four-dimensional or infinitely dimensional. This crucial information was in fact hidden in the graph and certain mathematical tools, like the ‘Hausdorff distance’ concept, allowed us to access it. And perhaps in your drawing as you imagined it there is more information that isn’t immediately visible.

**ML-R:** Yes, your drawing is two-dimensional, but when we look at it in perspective we see a three-dimensional object. Then looking at the characteristics of this drawn curve, we see something that from a mathematical point of view looks like a fractal. Fractals have neither two nor three dimensions, but exist somewhere between the two. So you see we can quite easily enjoy analyzing your drawing using our mathematical methods. What we say about it has no weight given that you didn’t create it with mathematics in mind. However, our mathematical methods could seemingly also be used to analyze graphic work in the same way they enable us to understand tree growth, patterns of shellfish on the seabed, cloud formations, etc. We need to understand that our tools don’t belong to us exclusively.

**AB:** It’s true this object seems to exist in three real dimensions but at the same time you can see a sort of relationship with the false: certain parts are fragmented, others are flat, and if you believe that it all makes a mass, that’s because there is a stand. Without the stand, we might not even consider that idea.

**ML-R:** I was actually very interested in optical illusions: when we believe we can associate an image with something except that association turns out to be suddenly impossible. In astrophysics we come across a lot of these sorts of illusions. For example, according to certain theories, what we call the hidden mass, or black matter, exists ten times more than

ordinary matter, and yet we don't see it at all. Conversely, there are phenomena that we call gravitational lenses, where you see three objects when there is just one. So it's full of optical illusions in one sense or another. Or to put it another way, what we see is not a 'faithful' representation of reality – it's much more complicated than that. Our work forces us to reconsider not only notions of reality but also how we access these notions, and what price we pay in terms of our illusions or distortions.

J-MC: In other drawings by Abdelkader Benchamma we see states of matter, fusion between the solid and the liquid. (...) How do you see these?

KN: It makes me think of what we call, the 'phase transition' phenomenon. In physics, a 'phase' describes a state of matter. The phase transition is the precise moment of transition between the two states of matter. These drawings could be seen as matter phases, as transitional phases. In certain situations it's very difficult to distinguish between the different states of matter during a phase transition: the different states are intertwined so that you can't distinguish which is which. It seems like very similar phenomena appear in your drawings.

AB: It was really something totally fantastical for me to imagine matter moving and mixing.

KN: And there may also be what we call scale invariance in some of your drawings. We dive deep into the heart of infinitely small matter, but at the same time it can be seen from a great distance.

ML-R: There is this surprising phenomenon in physics, where you can find structures that have similar shapes and appearances at extremely different scales, whether atomic, human or astronomic. We can play with juxtaposing photos of viruses and photos of certain galaxies or nebula - the resemblance is astonishing. At the beginning of the 20th century, D'Arcy Thompson spent his time analyzing shapes of vegetables, minerals, animals and clouds. At the same time, it's important to be wary of the analogy. It can be a help, but it's also very dangerous.

J-MC: The studies Leonardo da Vinci made of the flood or of whirlpools also come to mind (...) Do these drawings by Abdelkader reveal a very old physical vision of the world or do they approach more recent scientific models?

KN: An understanding of phase transitions goes back to the 1950s. And the notion of scale invariance was conceived in the 70s. So Abdelkader's drawings offer a really modern vision of matter and the Universe.

ML-R: From a distance you can see a bit of Hokusai there too. Mondrian said that his entire oeuvre was inspired by quantum physics. But in the case of the Modernists or Futurists who insisted they were influenced by relativity and space-time theory, this influence isn't obvious when you read their manifesto or look at their paintings. Where is the quantum physics in Mondrian? Where is space-time in the Suprematists or in the Futurists? I imagine that when you draw, you're not thinking particularly of physics?

AB: No. I have plenty of interests which feed my work – lectures on literature and sociology, and I'm a science buff, mainly through documentaries. But I was interested in having to imagine in the drawings, phenomenon that are impossible to conceive of - the invisibility of black matter for example.

KN: For me, it's more interesting to avoid trying to represent quantum mechanics or general relativity. It's more important to ask yourself: how do I see matter? Can my intuition lead me to a correct description of matter? Often the biggest discoveries in physics have happened like that; they are encounters and chance circumstances that occurred and that produced an original scientific thought.

AB: That's it - things evolved progressively. I never told myself I was going to draw the theory of cords.

ML-R: But it might be a fun exercise!

AB: It was also the challenge of the drawings. For my recent series of drawings, *Sculptures*, they are parts that repeat, that start to proliferate and design a shape. In my past work there was a notion of flux, the desire to capture things in transformation, in movement. I occasionally drew scenes with individuals who found themselves facing unfathomable matter events. And soon these phenomena which were slightly strange and difficult to realize became the main subject, the essential matter of the drawing. I like this idea of matter events.

KN: We can sometimes even recognize the matter-antimatter annihilation in your drawings. In one of them, the substance hides part of the body and we really get the impression that these elements are colliding with each other and annihilating each other. This process exists in physics: when matter and antimatter enter into contact with each other, they annihilate each other – they disappear, creating energy and light.

J-MC: Really, there is a plasticity to these phenomena drawn by Abdelkader Benchamma. And don't we speak today of a plasticity of the Universe?

ML-R: Absolutely. According to the theory space and time disappear, replaced by the more general notion of space-time. But the second point is that space-time is in fact, plastic. It isn't fixed like Newton thought, but it is modeled and distorted by matter and it's this law of distortion which is the fundamental law of the theory, the Einstein Equation. Einstein was still speaking of a « reference mollusk ». A mollusk moves in water and is shaped by the different water formations. And I think that this is the idea of space-time, that it's a support for matter, and one shapes the other. So there is really a plasticity in space-time, and to such a degree that certain scientists are trying to study it with the theory of elasticity, with tensors (...) This same physics was developed to express the properties of rubber. And so these scientists tell us that space-time is a kind of rubbery environment. These are still analogies, and it's important to use this tool with caution. An analogy is an idea which can guide us, which can be productive, but it can also lead us to an erroneous vision of things. We need simply to try it, and see where it takes us.

INTERVIEW BY JEAN-MAX COLARD