

Sicardi

Ayers  
Bacino

GUSTAVO DÍAZ

CONFRONTING SILENCE



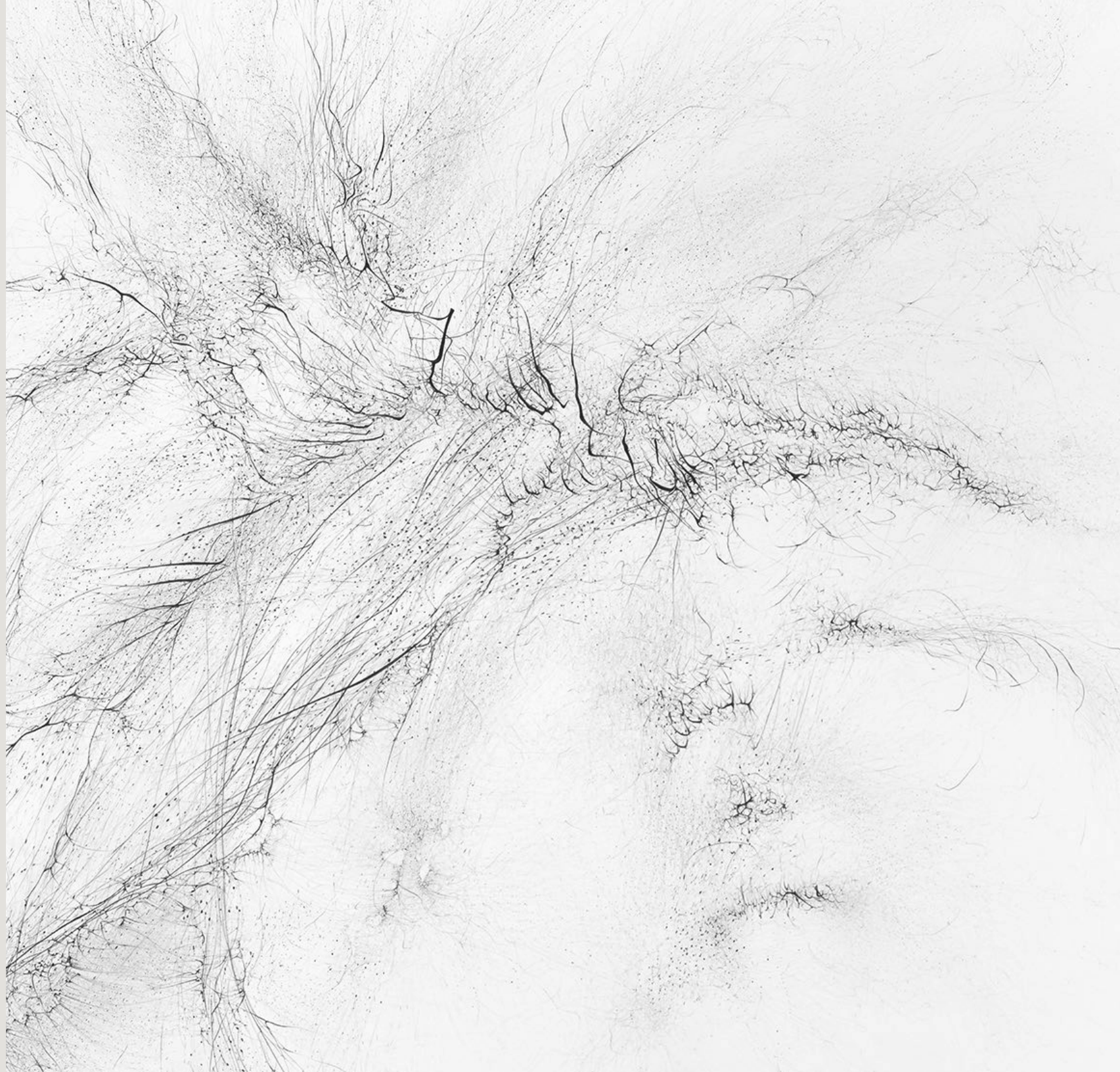


From the series *Imaginary Flight Patterns II*, 2021. Graphite on paper. 52 ¼ x 91 in. Detail in next page









From the series *Imaginary Flight Patterns II*, 2021.  
Graphite on paper 91 x 52 ¼ in



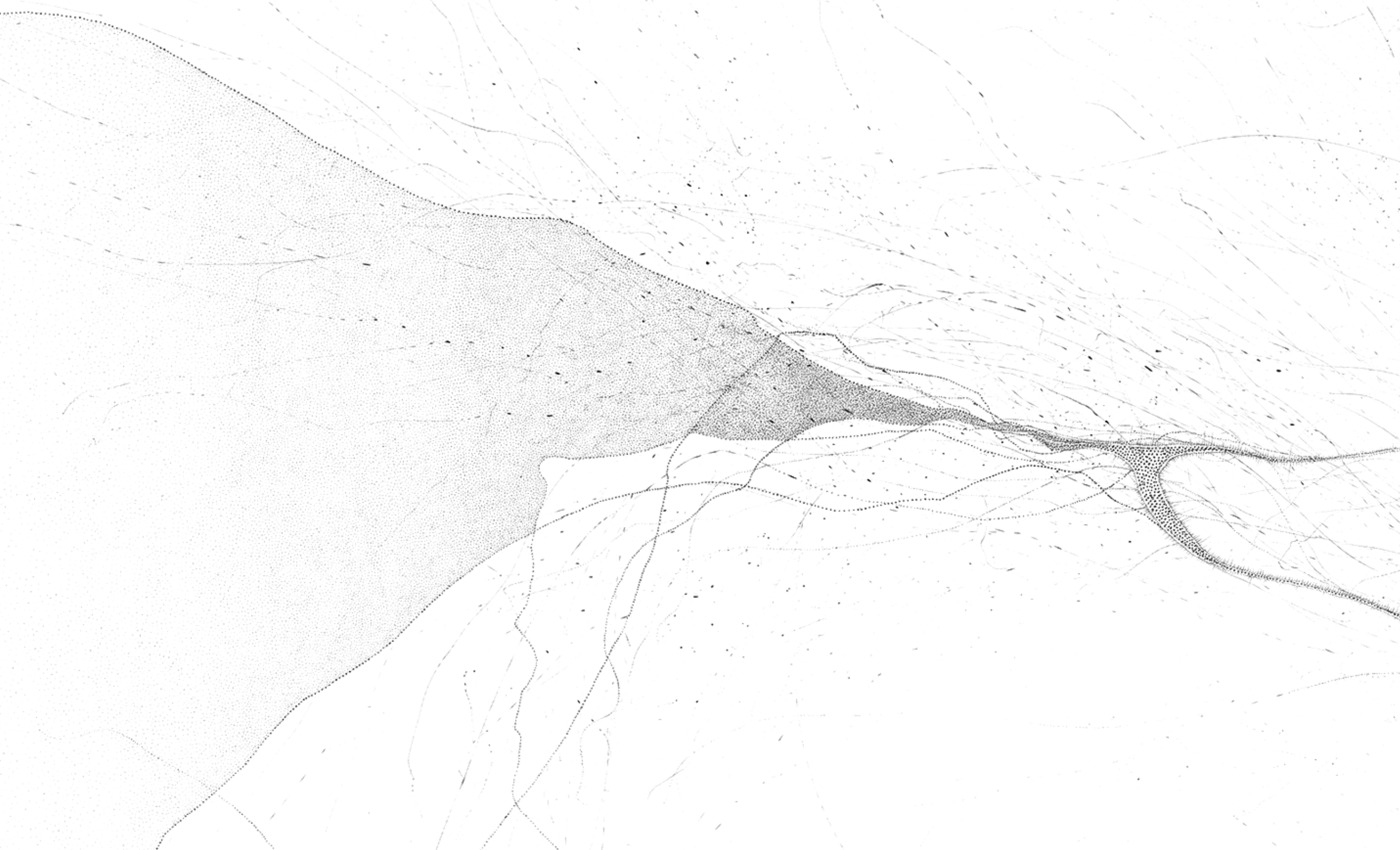


From the series Imaginary Flight Patterns V, 2021. Graphite on paper. 42 x 60 in. Details in next pages



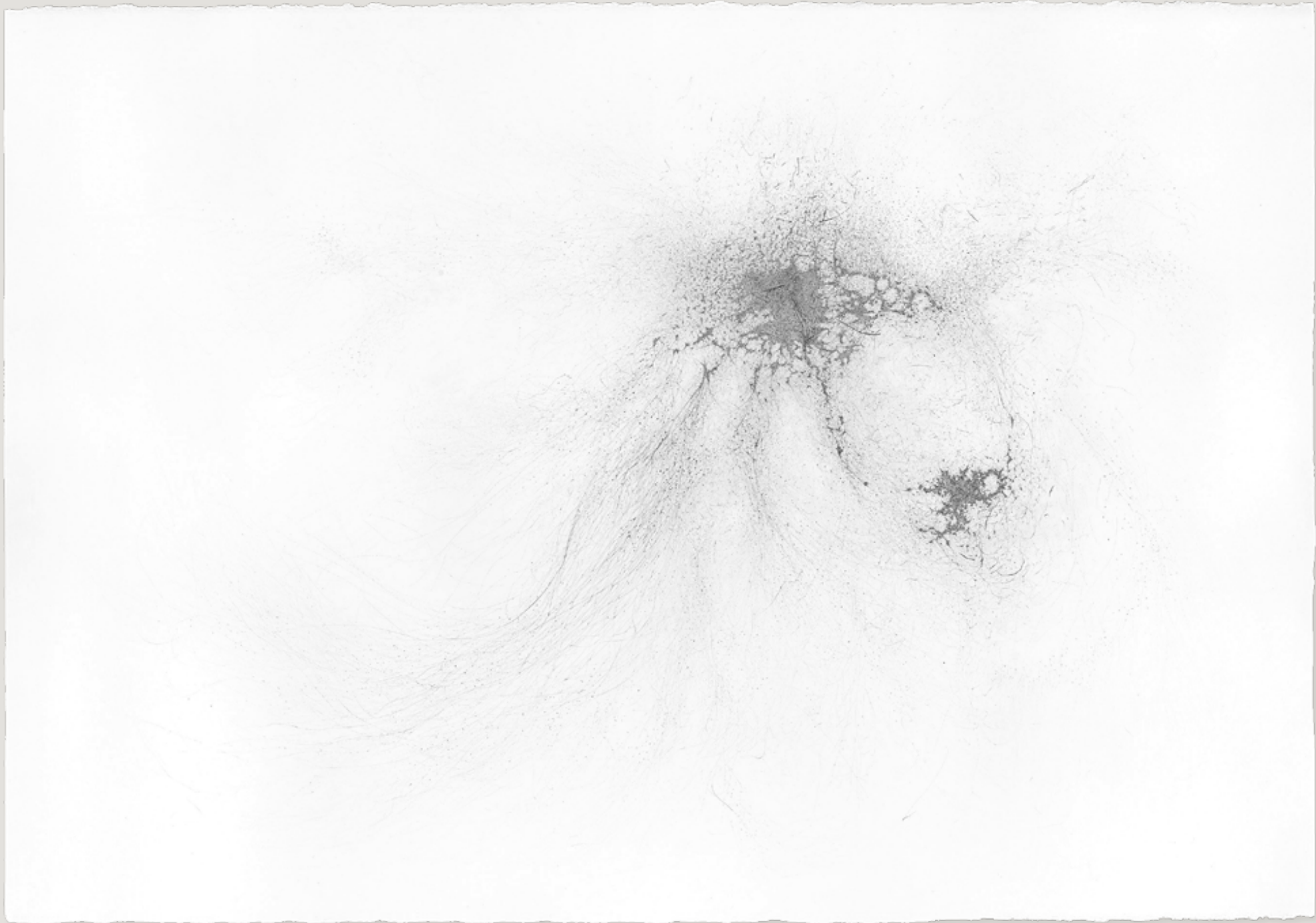






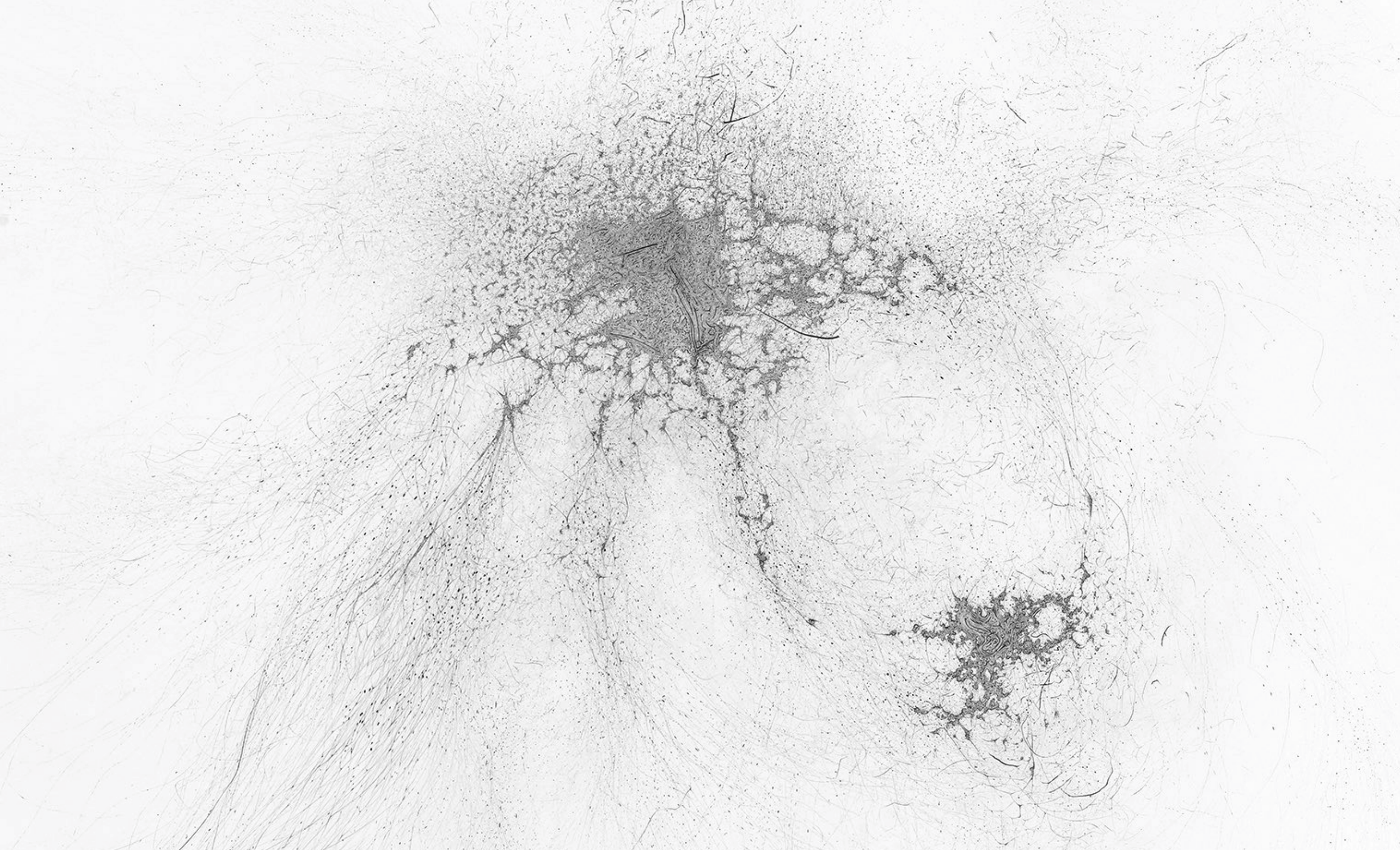




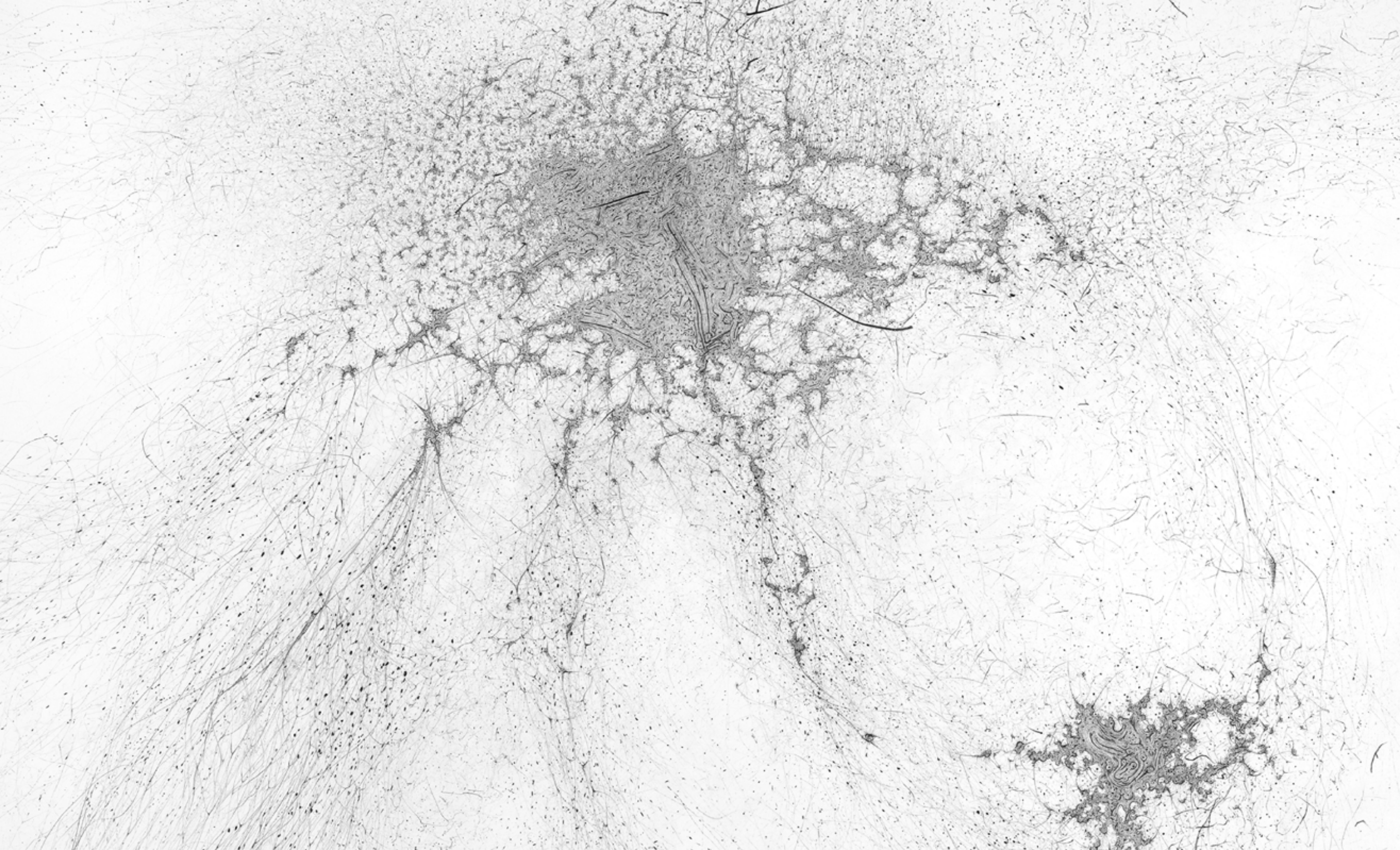


From the series *Imaginary Flight Patterns IV*, 2021. Graphite on paper. 41 $\frac{7}{8}$  x 60 $\frac{7}{8}$  in. Details in next pages













From the series *Imaginary Flight Patterns III*, 2021. Graphite on paper. 41 <sup>7</sup>/<sub>8</sub> x 59 <sup>3</sup>/<sub>8</sub> in. Details in next pages





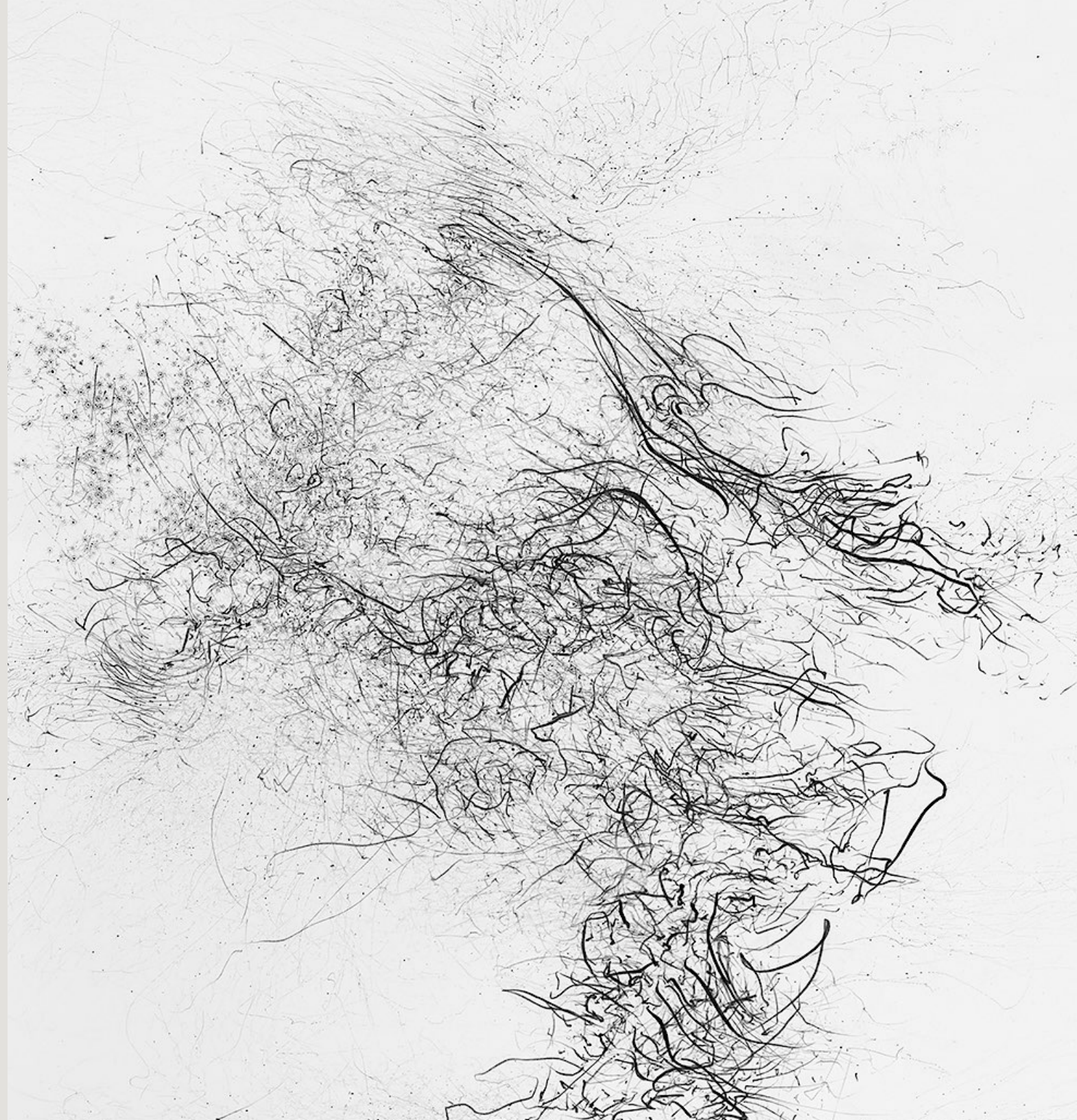






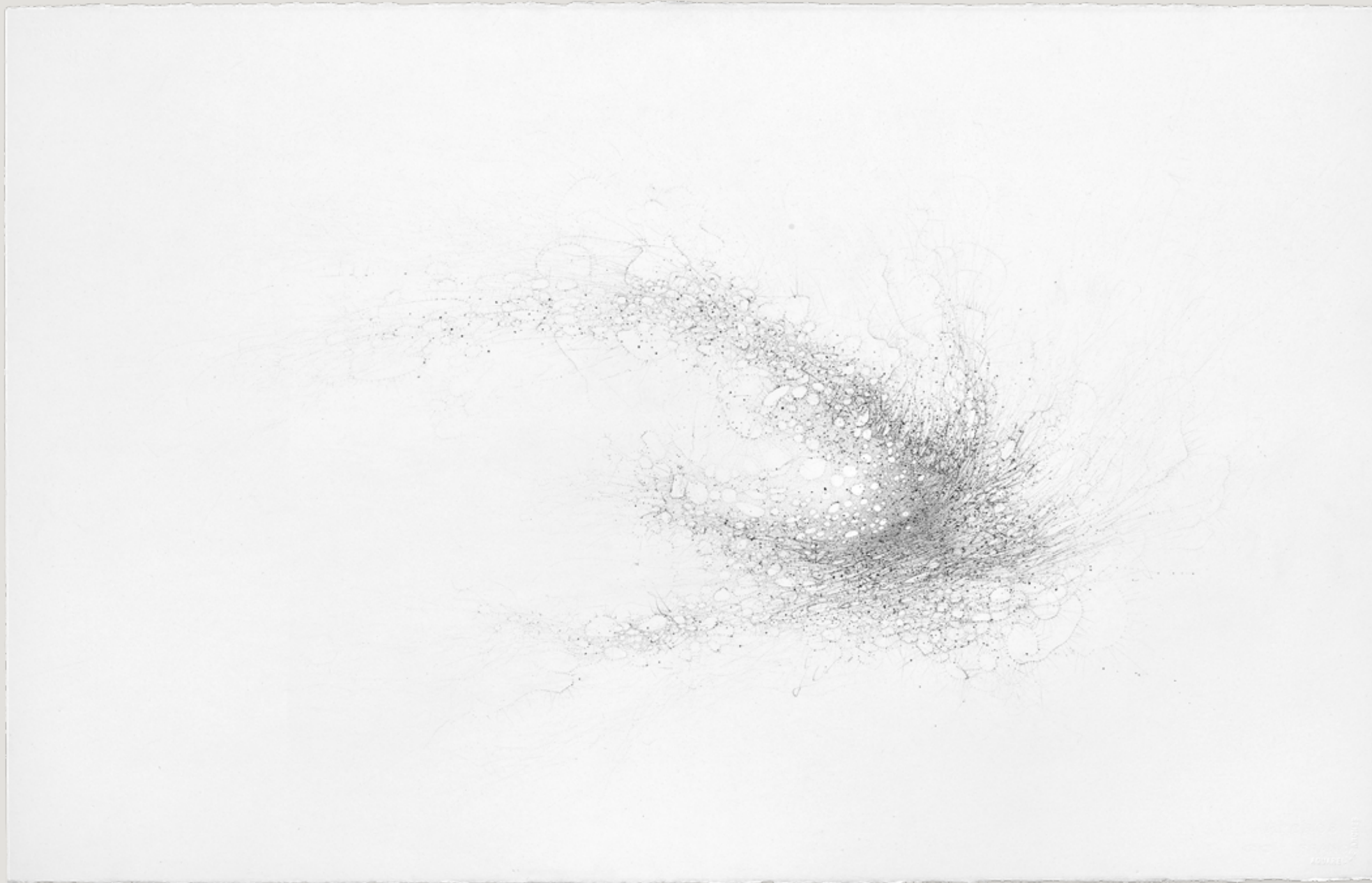
*Untitled*, 2021. Graphite on paper. 44 <sup>5</sup>/<sub>8</sub> x 30 in





*Flock ascending to the quantum garden, 2021. Graphite on paper. 44 5/8 x 30 in*



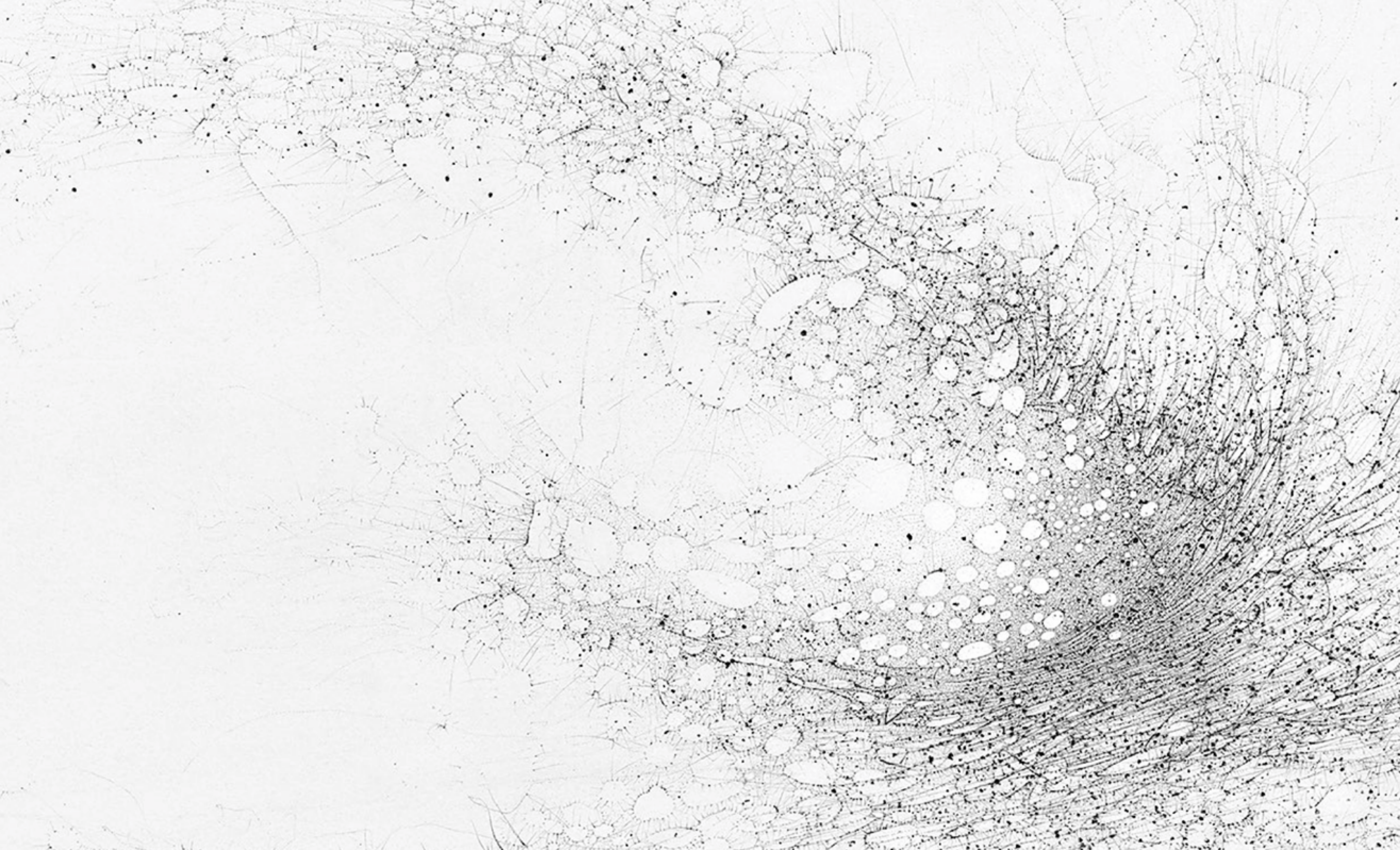


*Untitled*, 2021. Graphite on paper. 26 1/8 x 41 1/8 in. Details in next pages







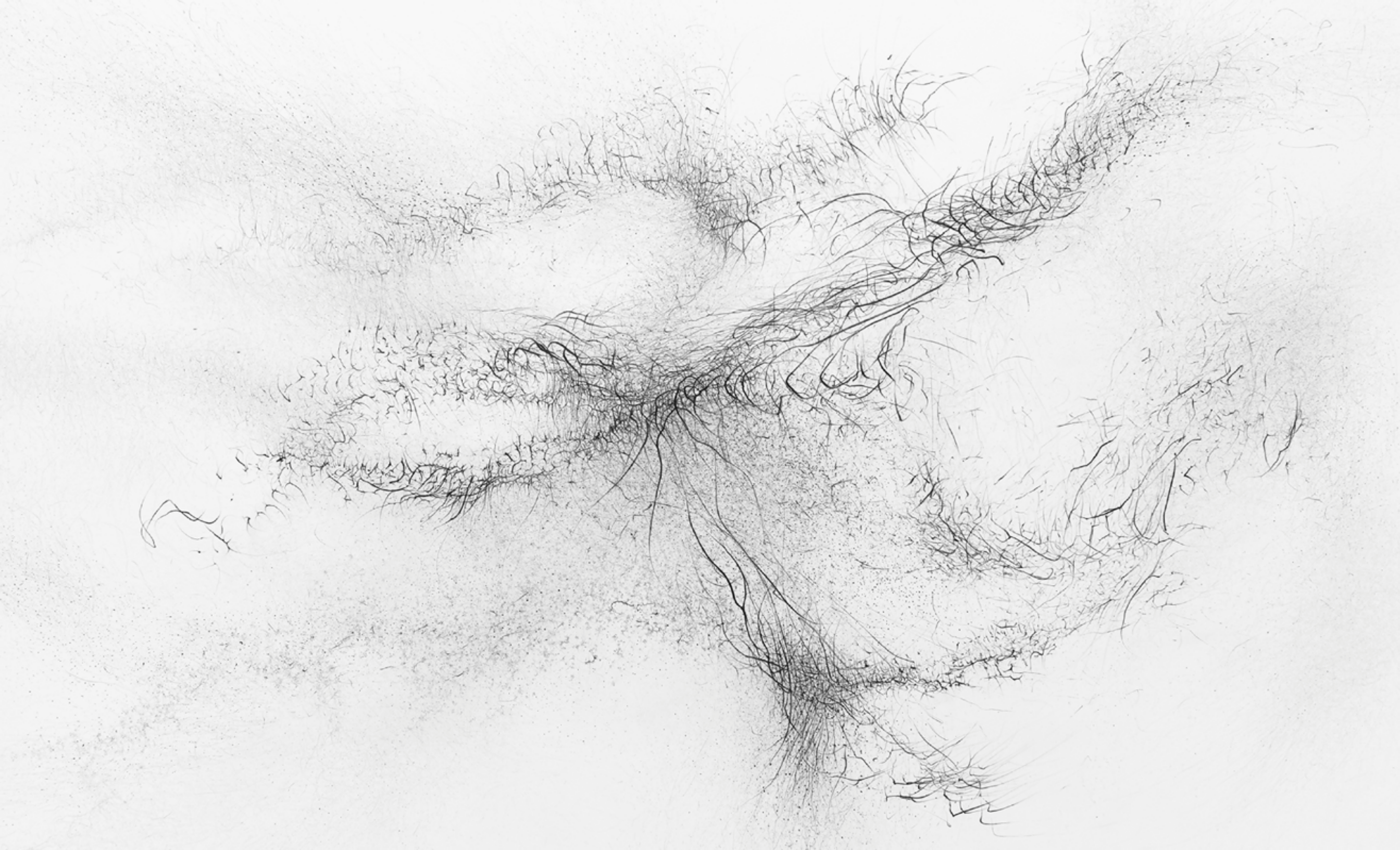






*Untitled*, 2022. Graphite on paper. 30 x 44 5/8 in. Detail in next page









*Untitled, 2022. Graphite on paper. 30 x 44 5/8 in. Detail in next page*



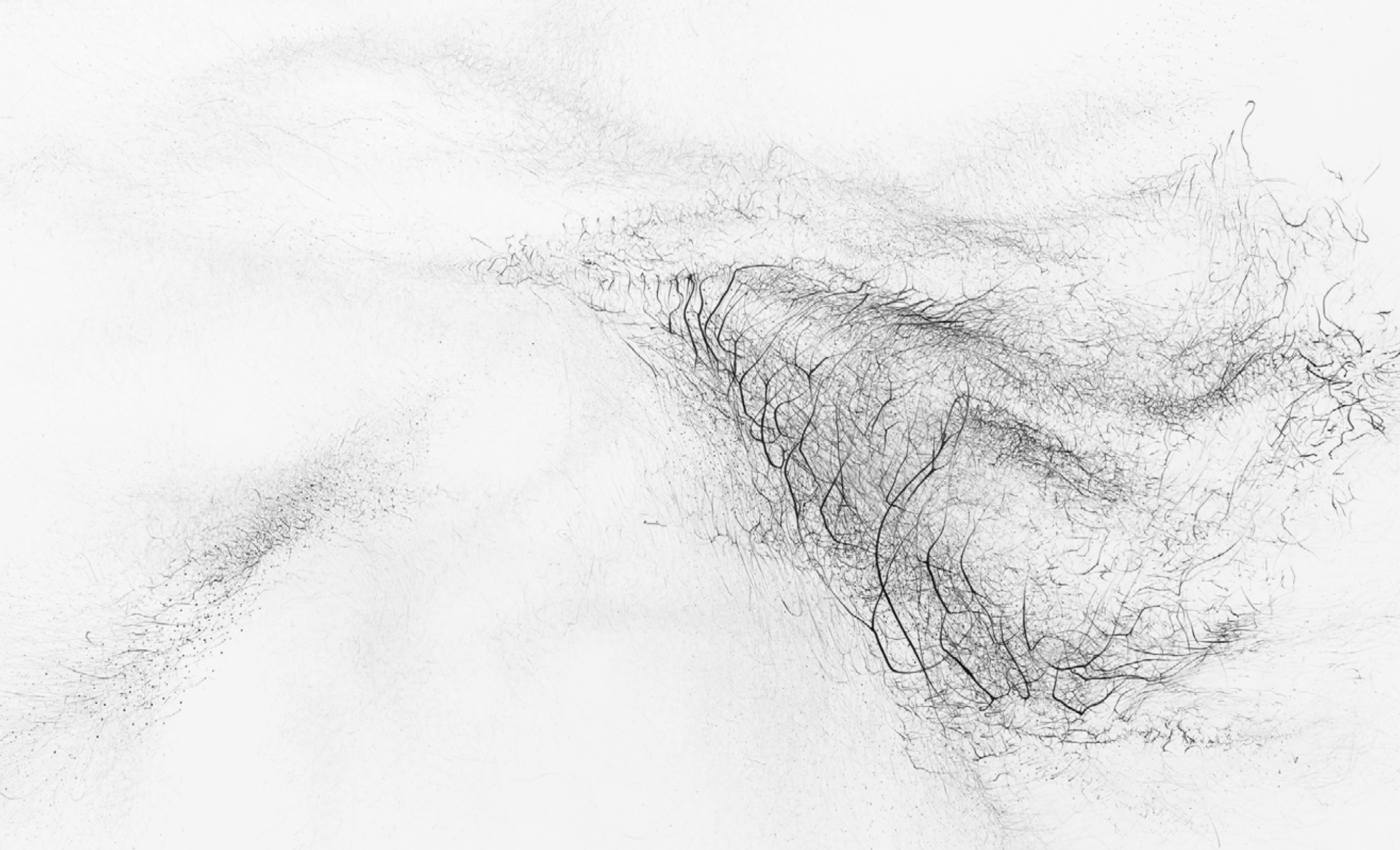






*Untitled*, 2022. Graphite on paper. 30 x 44 <sup>5</sup>/<sub>8</sub> in. Detail in next page









*Untitled*, 2022. Graphite on paper. 30 x 44 5/8 in. Detail in next page







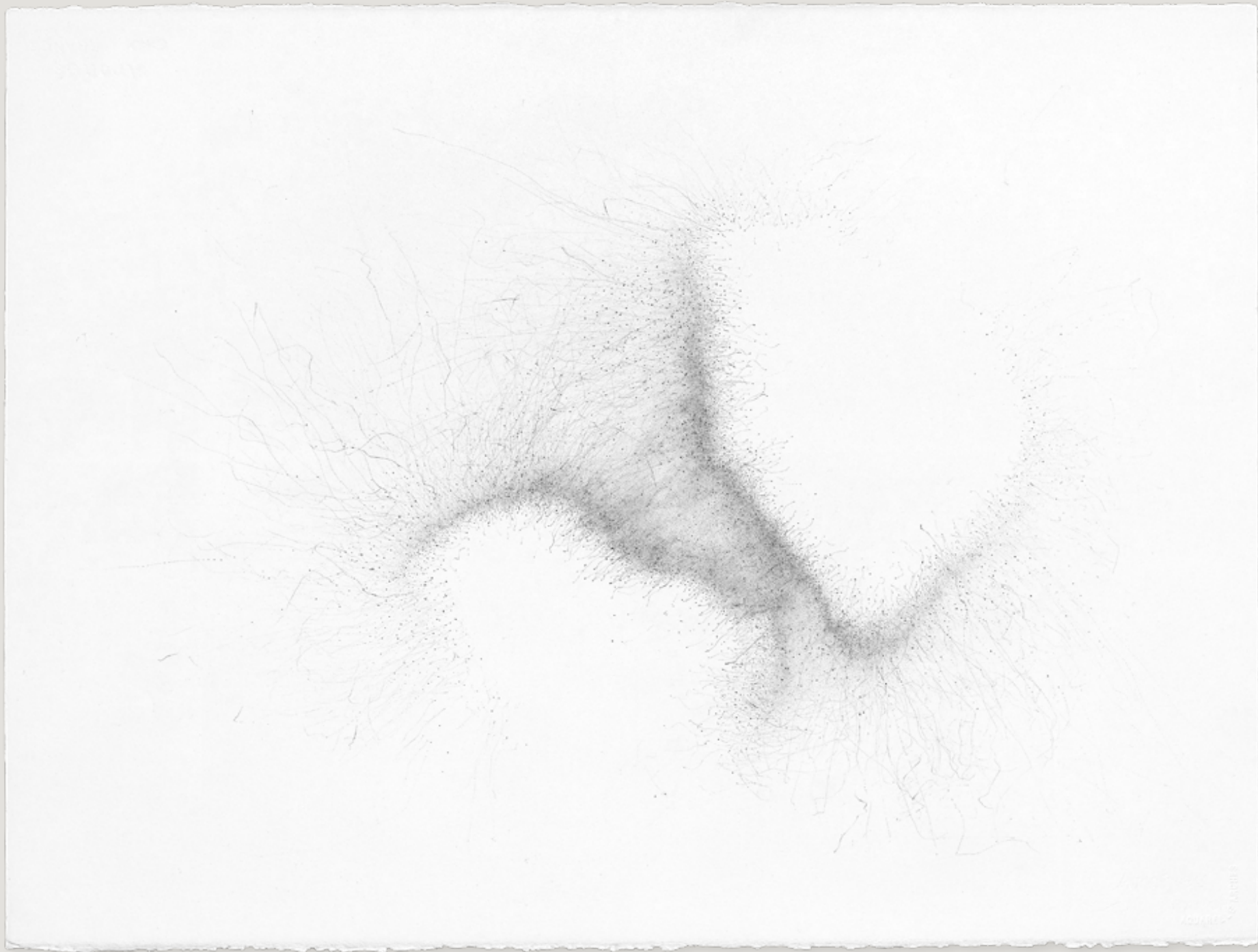


*Untitled*, 2022. Graphite on paper. 30 x 44 <sup>5</sup>/<sub>8</sub> in. Detail in next page



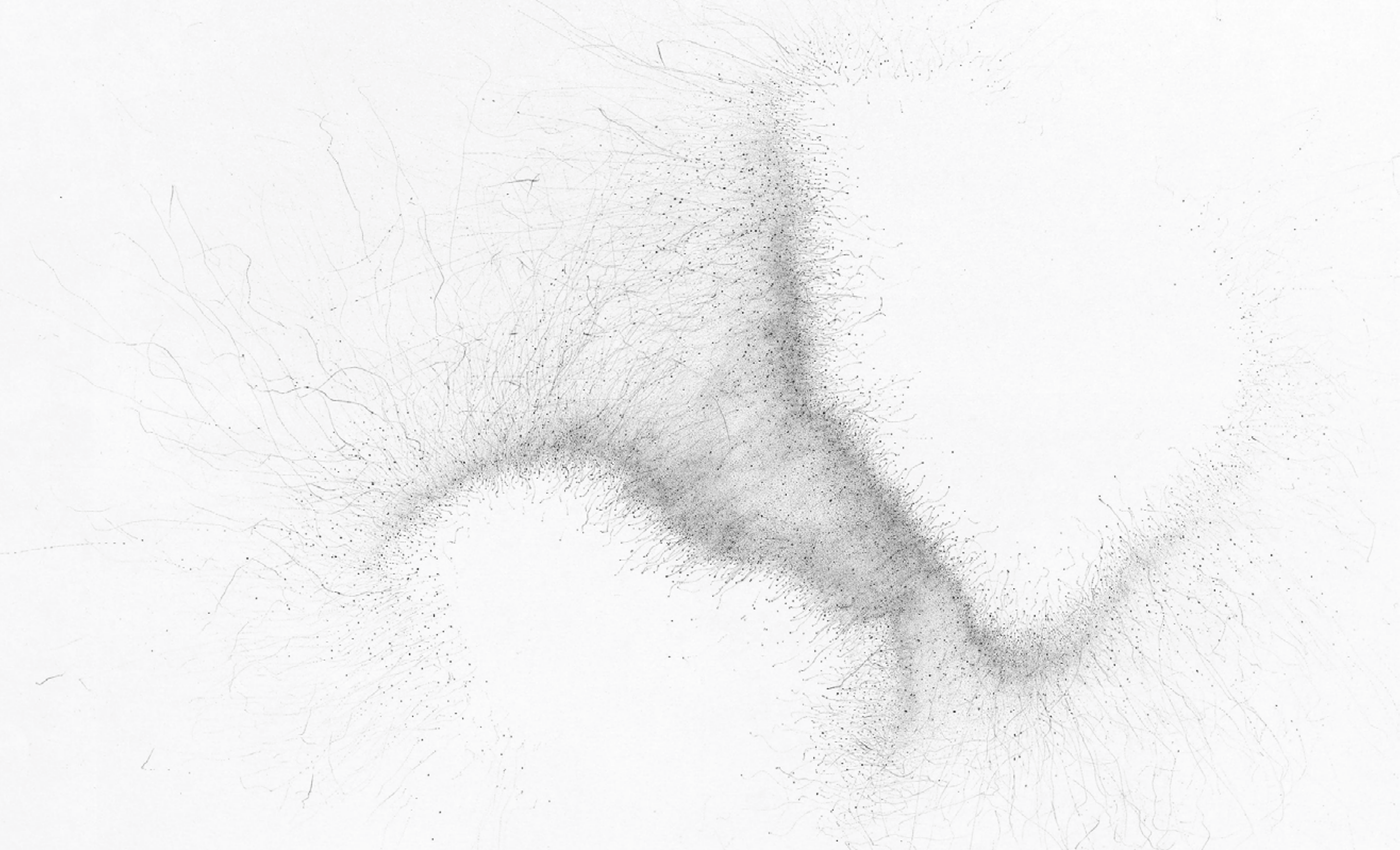




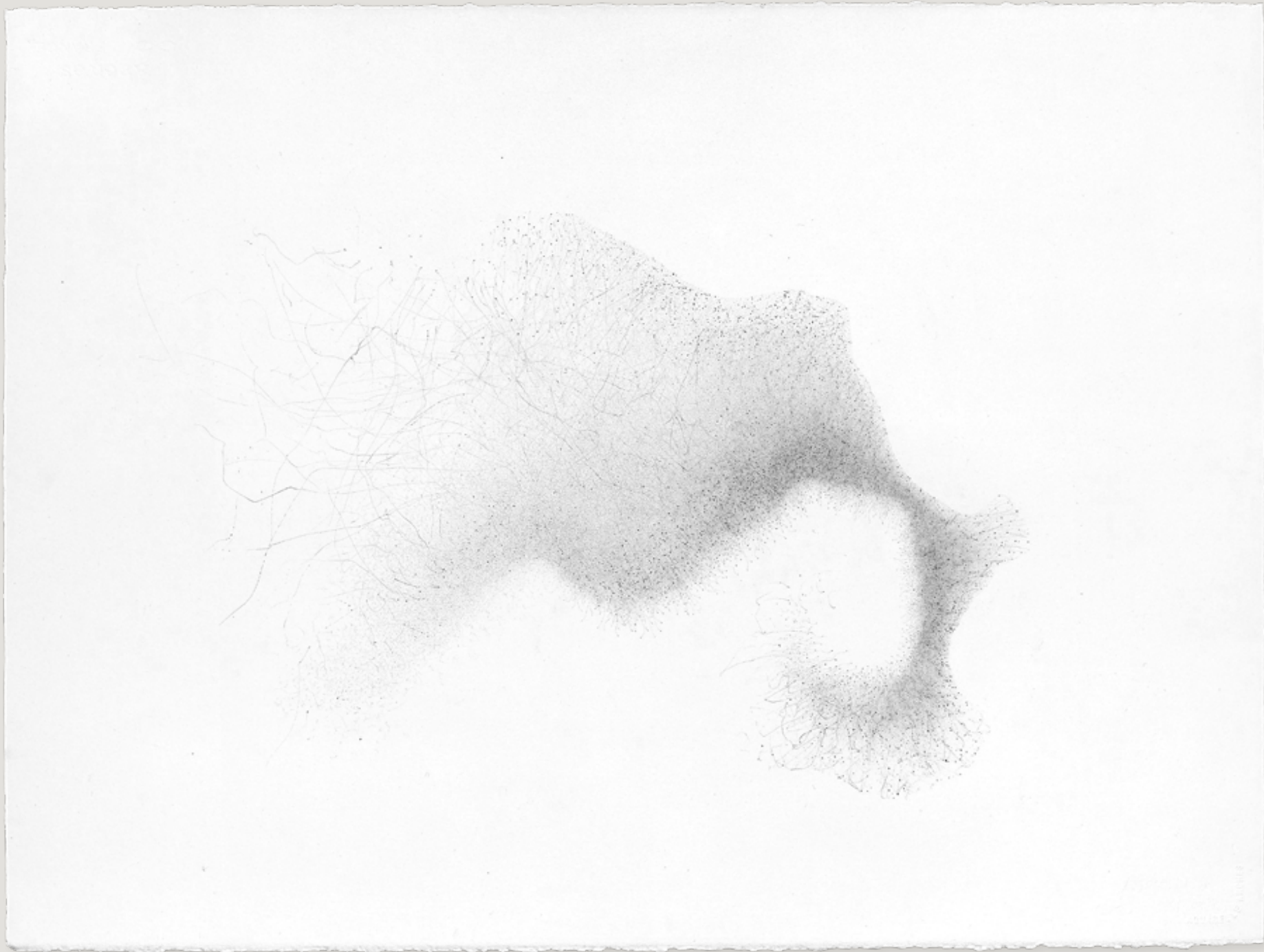


*Untitled*, 2021. Graphite on paper. 22 <sup>5</sup>/<sub>8</sub> x 30 <sup>1</sup>/<sub>8</sub> in . Detail in next page









*Untitled*, 2021. Graphite on paper. 22 <sup>5</sup>/<sub>8</sub> x 30 <sup>1</sup>/<sub>8</sub> in. Detail in next page







*I play Einstein the headphone version of four Brownian Flights. He thinks it's relatively strange.*

*He does not say anything. In silence we drink water from the Klein Bottle.*

*Lost in space, I close my eyes and visualize the horizon. It moves in a Brownian way.*

*The air accompanies...*

GUSTAVO DÍAZ



*incessant collisions*

random motion of particles in a liquid or gas

movimiento aleatorio de partículas en un liquido o gas

A particle moves in a liquid or gas. The molecules of the liquid or gas impact on the particle. by this impact the particle generates a random movement. The molecule is 1000 times smaller than the particle

Robert Brown en 1827, reportó el movimiento errático de los pequeños granos de polen de la planta *Clarkia pulchella* al ser suspendidos en agua.

Robert Brown in 1827, reported the erratic movement of small pollen grains when suspended in water.

interesting topics for me

difusión de partículas

particle diffusion

Porosidades y granulaciones

Porosities and granulations

predicciones acerca de las fluctuaciones

predictions about fluctuations

Relacion del movimiento browniano con el modelado de ruidos

Relation of Brownian motion with noise modeling

diffusion + granulations + fluctuations + noise

Fuzzy logic

Proceso estocástico -Norbert Wiener  
Stochastic Process

Modelo de Einstein :El primero en desarrollar un modelo matemático del movimiento browniano fue Albert Einstein- 1905.

Einstein planteó que el causante del movimiento de las partículas de polen eran *incesantes colisiones* de las moléculas de agua en todas las direcciones.

Einstein proposed that the cause of the movement of pollen particles was *incessant collisions of water molecules in all directions*.

Jean Perrin - Nobel Prize in Physics in 1926 for his work on the discontinuous structure of matter

*Brownian Flight I, 2022*

Audio 7:18 minutes

<https://vimeo.com/683053020>



*Brownian Flight III, 2022*

Audio 7:18 minutes

<https://vimeo.com/683066951>



*Brownian Flight II, 2022*

Audio 7:18 minutes

<https://vimeo.com/683060486>



*Brownian Flight IV, 2022*

Audio 7:18 minutes

<https://vimeo.com/683072637>



$10^{14}$  Colisiones por segundo  
collisions per second



# The scientific poem On the Nature of things, by the Roman Lucretius (60 BC)

Puedes ver la multitud de pequeñas partículas moviéndose en un sinnúmero de caminos... su baile es un indicio de movimientos subyacentes de materia escondidos de nuestra vista...

You can see the multitude of tiny particles moving in countless paths... its dance is an indication of underlying movements of matter hidden from our sight...

Brownian Flight I, 2022  
Audio 7:18 minutes  
<https://vimeo.com/683063020>



Brownian Flight II, 2022  
Audio 7:18 minutes  
<https://vimeo.com/683060486>



Brownian Flight III, 2022  
Audio 7:18 minutes  
<https://vimeo.com/683066961>



Brownian Flight IV, 2022  
Audio 7:18 minutes  
<https://vimeo.com/683072637>



## Poema escrito en 6 libros

Pretende explicar los fenómenos del Universo, a partir de la observación y la reflexión filosófica



## Historia

El poema científico *Sobre la Naturaleza de las cosas*, del romano Lucrecio (60 a. C.), incluye la notable descripción de un movimiento browniano de partículas de polvo desde los versos 113 hasta el 140. El autor presentó este hecho como prueba de la existencia de los átomos:

Observa lo que acontece cuando rayos de sol son admitidos dentro de un edificio y cómo arroja la luz sobre los lugares oscuros. Puedes ver la multitud de pequeñas partículas moviéndose en un sinnúmero de caminos... su baile es un indicio de movimientos subyacentes de materia escondidos de nuestra vista... eso origina el movimiento de los átomos en sí mismos (p.e., espontáneamente). Entonces los pequeños organismos que son eliminados del impulso de los átomos son puestos en marcha por golpes invisibles y a su vez en contra de unos diminutos cañones. Así, el movimiento de los átomos emerge gradualmente de un nivel del sentido, que estos cuerpos están en movimiento como vemos en el rayo de sol, movidos por soplos que parecen invisibles.

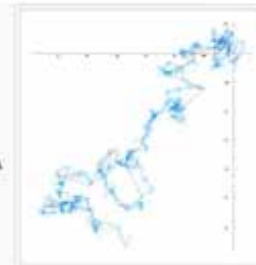
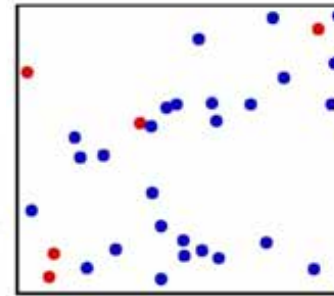
Sobre la naturaleza de las cosas Lucrecio

Aunque el movimiento de mezcla de partículas de polvo es causado principalmente por las corrientes de aire, el brillo y el ajeteo de las partículas es, ciertamente, producto de la dinámica browniana

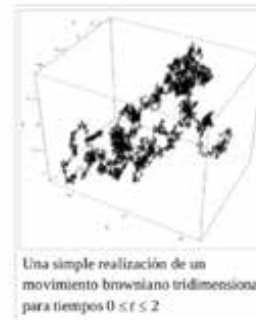


Reproducido del libro de Jean Baptiste Perrin, *Les Atomes*, tres rastros del movimiento de partículas coloidales de radio 0.53  $\mu\text{m}$  como se ve en el microscopio, se muestran. Las posiciones sucesivas cada 30 segundos se unen mediante segmentos de línea recta (el tamaño de la malla es de 3.2  $\mu\text{m}$ ).<sup>2</sup>

Jan Ingenhousz describió el movimiento irregular de partículas de carbón pulverizadas en la superficie del alcohol en 1785. No obstante, el descubrimiento del movimiento browniano se atribuye tradicionalmente al botánico Robert Brown en 1827. Se cree que Brown estuvo estudiando al microscopio partículas de polen de la planta *Clarkia pulchella* flotando en el agua. Dentro de las vacuolas de los granos de polen observó diminutas partículas con movimientos nerviosos. Al repetir el experimento con partículas de polvo, concluyó que el movimiento no se debía a que las partículas de polen estuvieran "vivas", aunque no explicó el origen del movimiento.



Tres vistas diferentes del movimiento browniano, con 32 pasos, 256 pasos y 2048 pasos marcados con colores más claros progresivamente



Una simple realización de un movimiento browniano tridimensional para tiempos  $0 \leq t \leq 2$

El primero en describir matemáticamente el movimiento browniano fue Thorvald N. Thiele en 1880, en un documento sobre el método de los mínimos cuadrados. Fue seguido independientemente por Louis Bachelier en 1900, en su tesis doctoral *La teoría de la especulación*, en la que se presenta un análisis estocástico de acción y opción de mercados. El modelo del movimiento browniano de las acciones de mercado es citado frecuentemente, pero Benoit Mandelbrot rechazó su aplicación al movimiento de los precios de las acciones, en parte porque son discontinuos.<sup>3</sup>

Sin embargo, fue el estudio independiente de Albert Einstein en su artículo de 1905 (*Über die von der molekularen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen / Sobre el movimiento postulado por la teoría cinética molecular del calor de pequeñas partículas suspendidas en un líquido estacionario*) en el que mostró la solución a los físicos, como una forma indirecta de confirmar la existencia de átomos y moléculas.

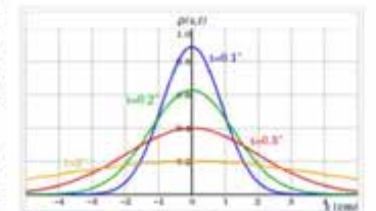
En esa época la naturaleza atómica de la materia aún era una idea controvertida. Einstein y Marian Smoluchowski dedujeron que, si la teoría cinética de los fluidos era correcta, entonces las moléculas de agua tendrían movimientos aleatorios. Por lo tanto, las partículas pequeñas podrían recibir un número aleatorio de impactos, de fuerza aleatoria y de direcciones aleatorias; en cortos períodos de tiempo. Este bombardeo aleatorio por las moléculas del fluido podría ser suficiente para que las partículas pequeñas se moviesen de la manera exacta que Brown había descrito. Theodor Svedberg hizo importantes demostraciones del movimiento browniano en coloides, así como Felix Ehrenhaft lo hizo con partículas de plata en la atmósfera terrestre. Jean Perrin también realizó experimentos para verificar los modelos matemáticos, y al publicar sus resultados finales se puso fin a dos mil años de disputa sobre la realidad de las moléculas y los átomos.

## Teoría de Einstein

Hay dos partes en la teoría de Einstein: la primera parte consiste en la formulación de una ecuación de difusión de partículas brownianas, en el que el coeficiente de difusión está relacionada con el desplazamiento cuadrático medio de una partícula browniana, mientras que la segunda parte relaciona el coeficiente de difusión de las magnitudes físicas medibles.<sup>4</sup> De esta manera Einstein fue capaz de determinar el tamaño de los átomos, y el número de átomos que hay en un mol, o el peso molecular (en gramos), de un gas.<sup>5</sup> De acuerdo con la ley de Avogadro, este volumen es el mismo para todos los gases ideales, que es 22,414 litros a temperatura y presión estándar. El número de átomos contenidos en este volumen se conoce como número de Avogadro, y la determinación de este número es equivalente al conocimiento de la masa de un átomo, dado que esta última se obtiene dividiendo la masa de un mol de gas por el número de Avogadro.

La primera parte del razonamiento de Einstein fue determinar cuánto viaja una partícula browniana en un intervalo de tiempo dado. Una partícula browniana sufre del orden de  $10^{14}$  colisiones por segundo.<sup>6</sup> Esto llevó a considerar a Einstein el movimiento colectivo de las partículas brownianas.

Consideró el incremento en la coordenada  $x$  de la partícula como una variable aleatoria ( $x$  ó  $\Delta$ ), en virtud de la transformación de coordenadas que lleva el origen a la posición inicial de la partícula), con función de densidad de probabilidad  $\phi(\Delta)$ . Además, suponiendo conservación del número de partículas, desarrolló la densidad (número de partículas por unidad de volumen) en serie de Taylor:



Las curvas características en forma de campana de la difusión de partículas brownianas. La distribución comienza como una función delta de Dirac, lo que indica que todas las partículas se encuentran en el origen con tiempo  $t = 0$ , y por el aumento de los tiempos se vuelven cada vez más y más planas hasta que se convierte en la distribución uniforme en el límite de tiempo asintótico.



The Helicopter Quartet, composed in 1993 by Karlheinz Stockhausen. First performance was in 1995

**HELIKOPTER-STREICHQUARTETT**  
**Stockhausen**

AUFSTIEG

VI. 1 f tremolo  
 VI. 2 f tremolo  
 Va. f tremolo  
 Vc. f tremolo

START 1 FLUG

20

1-50s [0:00] [ΔΔΔ]

VI. 1  
 VI. 2  
 Va.  
 Vc.

2

3

8

12

VI. 1  
 VI. 2  
 Va.  
 Vc.

Copyright (c) Karlheinz Stockhausen 1993



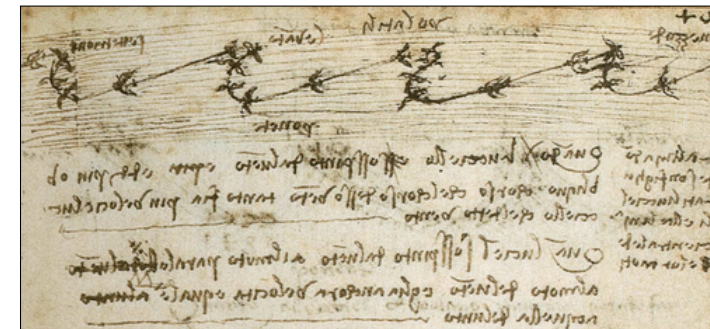
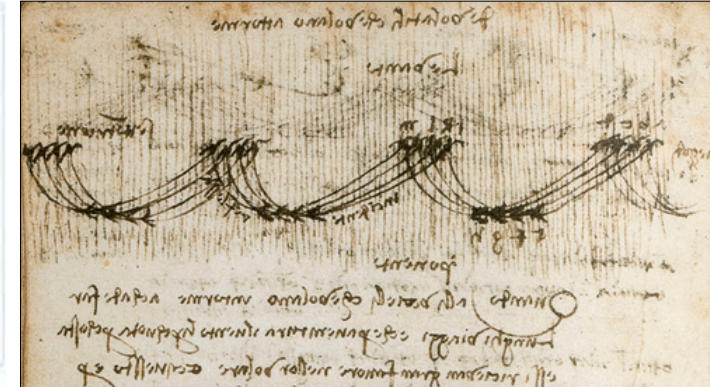
Otto Lilienthal

## strange loop

Leonardo da Vinci - bird flight drawings - human flight - mechanical flight - helicopter - helicopter stretch quartet - Stockhausen - Messiaen - bird - bird flight drawings - Leonardo da Vinci



Máquina de volar de Leonardo



Leonardo was motivated to discover how birds continuously soar in order to use this information for developing human flight.





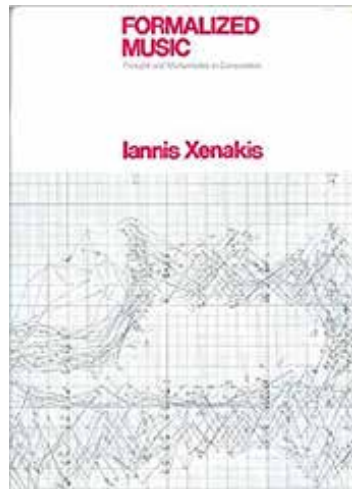
I find a beautiful link between stochastic processes and fuzzy logic (probability and uncertainty)

*Pithoprakta* is an example of a stochastic work. Stochastic processes are those which have a random probability distribution that may be analyzed statistically, but never predicted precisely. Examples include bacterial growth patterns, electrical current fluctuation, and—in the case of *Pithoprakta*—the movement of particles within a fluid. *Pithoprakta*, composed in 1955, is for 49 musicians—2 trombones, xylophone/woodblock, and 46 strings—where each instrument is conceived as an independent molecule following the Maxwell-Boltzmann distribution law. This law describes the probable velocity ranges of particles moving within an idealized gas at thermodynamic equilibrium. These ranges differ based on the temperature and pressure of the gas. In *Pithoprakta*, Xenakis divides the work into sections each with their own temperature and pressure parameters and calculates the velocity ranges of 1148 theoretical particles, according to the Maxwell-Boltzmann law. He graphed these calculations with the vertical axis representing the speed of the particle and the horizontal axis representing time. An example of this can be seen in Figure 1. These measurements were then connected with lines to show how the velocities change over time based on the temperature/pressure parameters.

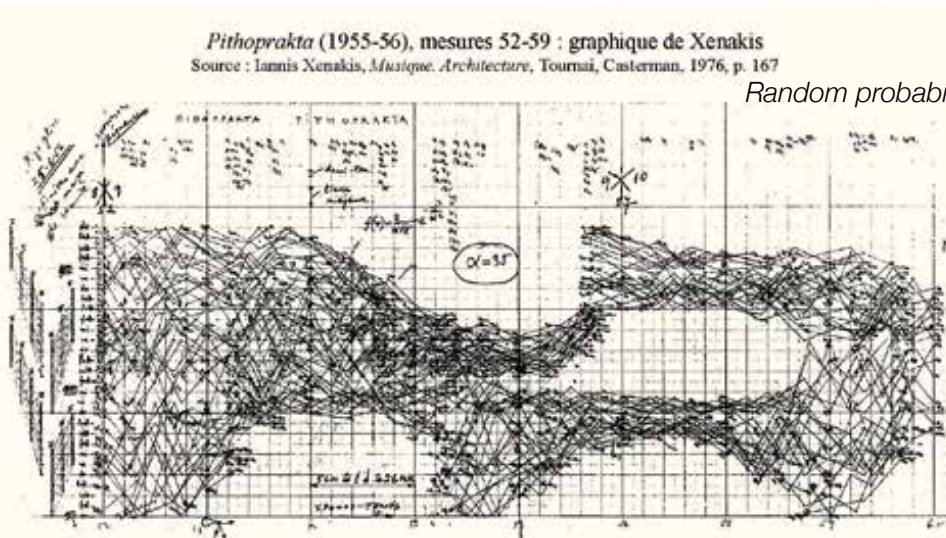
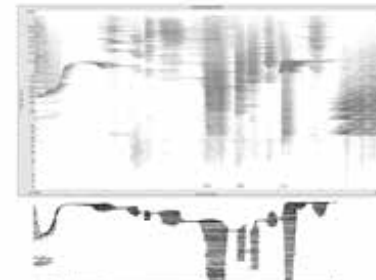
*Pithoprakta* es un ejemplo de trabajo estocástico. Los procesos estocásticos son aquellos que tienen una distribución de probabilidad aleatoria que se puede analizar estadísticamente, pero nunca predecir con precisión. Los ejemplos incluyen patrones de crecimiento bacteriano, fluctuación de la corriente eléctrica y, en el caso de *Pithoprakta*, el movimiento de partículas dentro de un fluido. *Pithoprakta*, compuesta en 1955, es para 49 músicos - 2 trombones, xilófono / bloque de madera y 46 cuerdas - donde cada instrumento se concibe como una molécula independiente siguiendo la ley de distribución de Maxwell-Boltzmann. Esta ley describe los rangos de velocidad probables de las partículas que se mueven dentro de un gas idealizado en equilibrio termodinámico. Estos rangos difieren según la temperatura y la presión del gas. En *Pithoprakta*, Xenakis divide el trabajo en secciones, cada una con sus propios parámetros de temperatura y presión y calcula los rangos de velocidad de 1148 partículas teóricas, de acuerdo con la ley de Maxwell-Boltzmann. He representado gráficamente estos cálculos con el eje vertical que representa la velocidad de la partícula y el eje horizontal que representa el tiempo. Un ejemplo de esto se puede ver en la Figura 1. Estas mediciones se conectaron luego con líneas para mostrar cómo cambian las velocidades con el tiempo en función de los parámetros de temperatura / presión.

# Xenakis

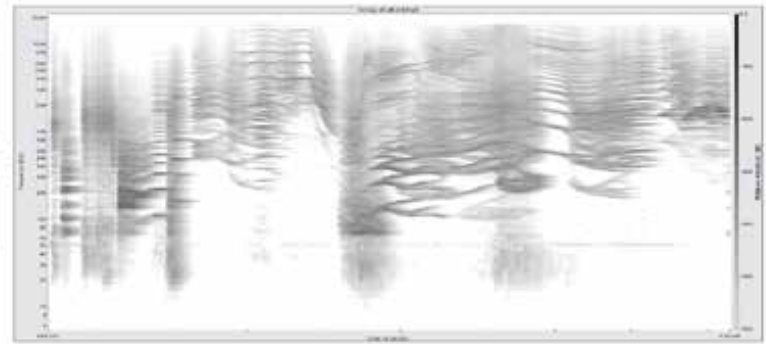
The movement of particles within a fluid.



*Pithoprakta* is an example of a stochastic work composed in 1955, for 49 musicians



Random probability distribution

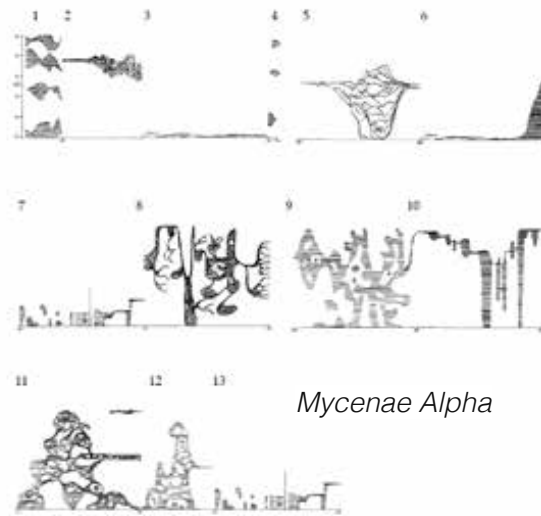


*Mycenae-Alpha* is an electroacoustic work that Xenakis 1978



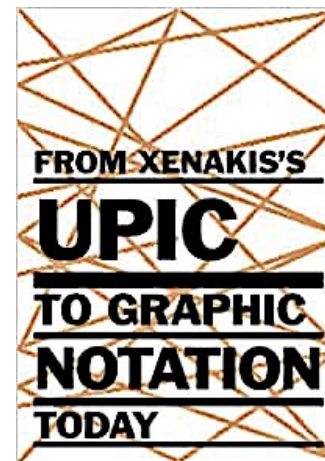
Example 6: *Mycenae Alpha*, Section 8, spectrograph and score

UPIC system' (Unité Polyagogique Informatique du CEMAMu) Iannis Xenakis, France, 1977.



*Mycenae Alpha*

Example 2: UPIC Score of *Mycenae Alpha* with Section Labels



The original UPIC Model on display at the Museum of Music at La Philharmonie in Paris, France.



GUSTAVO DÍAZ

Sicardi | Ayers | Bacino

