

Diagnóstico do estado das explorações agrivoltaicas na União Europeia



31/03/2026

Informações sobre o documento

Título do projeto	Agrovoltáica e resiliência nas zonas rurais do território sudoe
Acrónimo do projeto	AgroSOL
Coordenador de projeto	Simon NAVARRO, ESTIA
Duração do projeto	36 mês
Grupo de trabalho relacionado	GT1
Título do documento	Diagnóstico do estado das explorações agrovoltáicas na UE
Número do produto final	E.1.1.1
Organização coordenadora	ESTIA
Parceiro(s) colaborador(es)	ESTIA, UPNA, ADENE, Consorcio EDER, UBU, GLHD, EREN, U.Évora-IIFA, CICYTEX, ITAGRA
Versão	V1
Tipo de relatório	Relatório informativo
Nível de divulgação	Público
Data de vencimento	31/12/2025
Data de envio	31/03/2026
Autores	Simon Navarro (ESTIA) João Alpalhão (ADENE) Marian De Blas Corral (UPNA)

Histórico

Date	Version	Submitted by	Reviewed by	Comments
31/03/2026	V01	Simon Navarro (ESTIA)	João Alpalhão (ADENE) Marian De Blas Corral (UPNA)	

Índice

Resumo	5
1. Introdução.....	6
2. Modelo económico	7
i. Situação geral do setor agrícola.....	7
ii. Situação geral da energia fotovoltaica	8
iii. Modelo económico agrivoltaico	10
3. Tipo de produção fotovoltaica na agrivoltaica	12
4. Desempenho dos sistemas agrivoltaicos	15
i. Desempenho energético	15
ii. Acompanhamento agronómico	16
iii. Retorno de experiência agrivoltaica no espaço SUDOE	18
5. Clima e zonas geográficas	28
i. Extensão e clima do espaço SUDOE.....	28
ii. Tendências climáticas e vulnerabilidades	29
iii. Implicações para a agrivoltaica	30
6. Políticas públicas e regulamentação.....	32
i. Em França	32
ii. Em Espanha	36
iii. Em Portugal.....	39
iv. Comparação	41
v. Recomendações.....	42
7. Conclusão.....	43

Lista de figuras

Figura 1: Central no solo	12
Figura 2: Estrutura fixa elevada	13
Figura 3 : Sistema orientável.....	13
Figura 4 : Estufas fotovoltaicas	14
Figura 5 : Sebes bifaciais	14

Lista de tabelas

Tabela 1: Características das instalações e impactos no desempenho energético	15
Tabela 2: Projetos agrivoltaicos da região SUDOE	Erreur ! Signet non défini. 2
Tabela 3 : Superfície agrícola útil.....	29
Tabela 4 : Metas nacionais de redução das emissões de CO ₂ equivalente.....	40
Tabela 5 : Trajetória indicativa e contributo de Portugal para a meta vinculativa de 2030	40
Tabela 6 : Comparação de políticas públicas	42

Resumo

Este estudo foi realizado no âmbito do projeto AgroSOL (S2/2.4/F0226), dirigido por École Supérieure des Technologies Industrielles Avancées (ESTIA), com a colaboração dos sócios: Universidad Pública de Navarra - Departamento de Ingeniería (UPNA), Agência para a energia (ADENE), Consorcio para las Estrategias de Desarrollo de la Ribera de Navarra (Consorcio EDER), Universidad de Burgos - Escuela Politécnica Superior - Departamento de Ingeniería Electromecánica (UBU), Green LightHouse Development (GLHD), Ente público Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), Universidade de Évora-Instituto de Investigação e Formação Avançada (U.Évora-IIFA), Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura - Instituto de Investigaciones Agrarias (CICYTEX), Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA.CT). O projeto AgroSOL é cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) no âmbito do programa Interreg VI-B Sudoe 2021-2027.

O AgroSOL visa estabelecer uma estratégia comum e um plano de ação para implementar modelos agrivoltaicos adaptados às pequenas e médias explorações agrícolas do SUDOE, colocando como prioridade a produção agrícola e o autoconsumo elétrico. Num contexto de fragilização do setor (envelhecimento dos ativos, concentração fundiária, riscos climáticos) e de novas restrições na indústria fotovoltaica europeia (saturação local das redes, preços diurnos baixos), o valor dos projetos está a mudar para a redução sustentável da fatura e a integração precisa nas despesas diurnas das explorações agrícolas, em vez da venda à rede.

O estado da arte mostra benefícios microclimáticos recorrentes e viabilidade em muitas culturas, desde que se ajuste a altura, a densidade e o controlo da sombra aos itinerários técnicos e se objetivem os resultados através de um acompanhamento plurianual com parcelas de controlo. As arquiteturas elevadas, dinâmicas, estufas e painéis verticais devem ser associadas aos regimes agroclimáticos do SUDOE para otimizar a radiação fotossintética, a água e a resiliência face a ondas de calor, secas e episódios extremos. Em termos regulamentares, a França dispõe de um quadro completo e vinculativo, a Espanha avança através de concursos públicos e iniciativas regionais sem normas nacionais, e Portugal mobiliza o regime geral das energias renováveis na trajetória do Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC 2030). O AgroSOL propõe um método transferível baseado na primazia da produção agrícola, critérios mensuráveis de produção significativa, reversibilidade das instalações e num controlo contínuo em fase de exploração.

1. Introdução

O agrivoltaicoagrivoltaico, como combinação de produção agrícola e eletricidade solar no mesmo terreno, está a impor-se progressivamente como uma resposta operacional aos desafios conjuntos da transição energética e da resiliência dos sistemas agrícolas no espaço SUDOE. Ao articular o uso do solo, os serviços prestados às culturas e a produção descarbonizada, visa manter, ou mesmo melhorar, a produção agrícola, proporcionando benefícios agronómicos mensuráveis, proteção contra os riscos e, se necessário, uma melhor adaptação às alterações climáticas.

Na zona França-Espanha-Portugal, a agricultura atravessa uma fragilização estrutural marcada pelo envelhecimento dos ativos, a concentração fundiária, a pressão do capital e o aumento dos riscos climáticos. A diversidade agroclimática do SUDOE — regimes mediterrânicos, atlânticos, montanhosos e semiáridos — intensifica as vulnerabilidades, desde a seca peninsular até episódios extremos e irregularidade das precipitações. Face a esta restrição, as explorações agrícolas devem combinar adaptação agronómica, garantia de rendimentos e sustentabilidade económica.

Paralelamente, o setor fotovoltaico europeu continua a crescer, mas enfrenta um novo regime de restrições: abrandamento conjuntural das instalações, filas de espera recorde, saturação local das subestações e congestionamento das redes, em particular em Espanha, enquanto a França e Portugal reforçam o autoconsumo e a produção distribuída. Este contexto altera a proposta de valor dos projetos agrivoltaicos: a otimização já não se limita apenas à venda de eletricidade, mas principalmente na integração precisa aos perfis de consumo agrícola e à ergonomia dos sistemas de produção.

Em termos económicos, a queda dos preços de mercado nas horas de sol e a limitação das capacidades de evacuação levam a privilegiar instalações de baixa potência em baixa tensão, dimensionadas para o autoconsumo diurno. A lógica dominante já não é a receita da venda de energia, mas a redução sustentável da fatura, tornada possível quando os consumos elétricos se concentram nos períodos quentes (bombeamento, irrigação, oficinas de transformação, motorizações). Esta mudança impõe um dimensionamento pragmático, uma reversibilidade real e uma cocriação com os agricultores.

É neste contexto que se insere o AgroSOL, cuja ambição é elaborar uma estratégia comum e um plano de ação para modelos agrivoltaicos adaptados às pequenas e médias explorações do SUDOE. O projeto visa prioritariamente as produções em campo aberto e o autoconsumo ligado à rede, excluindo a pecuária, a fim de propor dispositivos à escala humana, compatíveis com os itinerários técnicos, a ergonomia parcelar e os recursos locais. A abordagem integra indicadores agroecológicos, recursos solares e tecnológicos, recomendações de dimensionamento, ligação e, se for caso disso, integração de armazenamento, bem como ações de formação e acompanhamento institucional.

O presente documento propõe, em primeiro lugar, um estado da arte técnica e agronómica dos sistemas (estruturas elevadas, dinâmicas, estufas, dispositivos verticais) e, em seguida, analisa o seu

desempenho energético e os retornos de experiência disponíveis no SUDOE. Ele mapeia as zonas climáticas e suas implicações para a escolha das culturas e arquiteturas, antes de examinar os quadros públicos e regulamentares na França, Espanha e Portugal, e tirar recomendações transponíveis.

2. Modelo económico

i. Situação geral do setor agrícola

Um setor agrícola fragilizado por desafios comuns

Em toda a zona França-Espanha-Portugal, a agricultura continua a ser um pilar económico e territorial, mas atravessa uma profunda crise estrutural. Os agricultores enfrentam uma combinação de fatores que ameaçam a sustentabilidade das explorações: envelhecimento dos ativos, diminuição dos rendimentos, endividamento crescente e maior vulnerabilidade aos riscos climáticos. Estas dificuldades não são isoladas; cruzam-se e desenharam um panorama agrícola em rápida mutação.

O envelhecimento dos agricultores é um problema grave nos três países. Em França, metade dos agricultores tem mais de 55 anos e a proporção de jovens agricultores (com menos de 29 anos) não ultrapassa os 5%. Portugal apresenta uma situação ainda mais crítica, com uma idade média superior a 60 anos, enquanto a Espanha, embora ligeiramente melhor posicionada, também vê as suas zonas rurais esvaziarem-se. Este défice de renovação explica-se pela fraca atratividade da profissão: rendimentos instáveis, condições de trabalho exigentes e perspectivas incertas. As gerações mais jovens hesitam em retomar explorações cuja rentabilidade é fragilizada pela volatilidade dos mercados e pelo aumento dos custos de produção.

Explorações menos numerosas, maiores e mais capitalizadas

A tendência para a concentração fundiária é evidente nos três países. Em França, o número de explorações agrícolas diminuiu 70% em cinquenta anos, passando de 1,6 milhões em 1970 para menos de 400 000 atualmente. Espanha e Portugal seguem a mesma trajetória: as pequenas explorações familiares estão a desaparecer em favor de estruturas maiores, muitas vezes integradas em cadeias agroindustriais ou orientadas para a exportação. Esta evolução responde a uma lógica económica: para compensar a diminuição das margens, é necessário aumentar a dimensão das explorações e investir na mecanização, irrigação e tecnologia. Contudo, esta corrida à escala implica uma necessidade considerável de capital, o que agrava o endividamento dos agricultores. Em França, a taxa média de endividamento ultrapassa os 180 000 euros, e a situação é semelhante em Espanha, onde os investimentos em irrigação e modernização pesam fortemente nos balanços.

Esta concentração também altera o modelo social da agricultura. As explorações tornam-se empresas, por vezes geridas por sociedades, o que acentua a distância entre o mundo agrícola e as zonas rurais. Em Portugal, onde a estrutura fundiária era historicamente muito fragmentada, a reestruturação é rápida: as explorações vitícolas e oleícolas estão a expandir-se para responder à procura internacional, mas à custa de uma homogeneização das paisagens e de uma pressão crescente sobre os recursos naturais.

Uma vulnerabilidade climática que acelera a mudança

As alterações climáticas atuam como catalisador dessas transformações. Na Península Ibérica, a seca crónica e a escassez de água ameaçam a viabilidade dos sistemas intensivos. Em Espanha, 70% do território está exposto ao risco de desertificação, e as culturas irrigadas, que asseguram a maior parte das exportações, dependem de recursos hídricos cada vez mais escassos. Em Portugal, os episódios de seca e ondas de calor reduzem os rendimentos e impõem investimentos dispendiosos em irrigação. Em França, as variações climáticas traduzem-se em perdas recorrentes de colheitas: geadas primaveris, granizo, seca estival. Estes fenómenos fragilizam os agricultores, que têm de escolher entre garantir a produção e financiar sistemas de proteção ou seguros, muitas vezes onerosos.

Esta instabilidade climática reforça a pressão económica e social. Os agricultores têm de investir para se adaptarem, mas as suas margens são insuficientes. O recurso ao crédito torna-se a norma, aumentando o risco de sobre-endividamento.

Perspetivas: entre adaptação e reestruturação

Perante estes desafios, os três países convergem para estratégias semelhantes: modernização das explorações, adoção de práticas agroecológicas e diversificação dos rendimentos. O agrivoltaico, por exemplo, surge como uma solução promissora para garantir a segurança das explorações. Mas estas inovações não serão suficientes para travar a tendência se não forem acompanhadas por uma política voluntarista para apoiar a instalação de jovens, preservar a diversidade dos modelos agrícolas e garantir a resiliência dos territórios.

O futuro do setor agrícola na zona França-Espanha-Portugal dependerá da sua capacidade de conciliar competitividade e sustentabilidade. Sem uma resposta coordenada aos desafios do envelhecimento, da concentração fundiária e das alterações climáticas, existe um grande risco de se acelerar o desaparecimento das explorações familiares e a fragilização dos sistemas alimentares.

ii. Situação geral da energia fotovoltaica

Entre 2024 e 2026, o setor fotovoltaico europeu atravessa um período de abrandamento após mais de uma década de expansão contínua. Em 2025, a União Europeia instalará 65,1 GW de nova capacidade solar, o que representa uma ligeira descida de 0,7 % em relação ao ano anterior, marcando a primeira contração desde 2016. Apesar deste recuo, o parque total atinge 406 GW, ultrapassando o objetivo intermédio fixado para 2025. Este abrandamento deve-se à diminuição das instalações residenciais, à revisão dos mecanismos nacionais de apoio, aos obstáculos à ligação e ao congestionamento das redes elétricas. Neste contexto geral, a França, a Espanha e Portugal continuam, no entanto, numa trajetória de crescimento, embora marcada por desafios estruturais comuns.

Em França, a potência acumulada do parque fotovoltaico francês atingiu 26,8 GW em 1 de março de 2025, distribuída por mais de 1,21 milhões de instalações. Isto representa 5% do mix energético

francês. O primeiro trimestre de 2025 viu 1,4 GW de novas instalações ligadas, o que representa um aumento significativo em relação ao ano anterior. Este crescimento é impulsionado tanto pelo aumento do autoconsumo, que cresce fortemente (+56% em um ano), quanto pelo interesse crescente das famílias e empresas por uma produção de energia mais autônoma em um contexto de preços de eletricidade ainda elevados. Paralelamente, a França entra numa fase mais estruturante: a fila de projetos atinge 34,4 GW, revelando um forte potencial de desenvolvimento, mas também um s crescentes de ligação e gestão da rede. A produção solar, que atingiu 24,8 TWh em 2024, continua a progredir apesar de uma menor insolação, refletindo o aumento da potência do parque. Por fim, a trajetória definida pelo Programa Plurianual de Energia (PPE) impõe uma forte aceleração do ritmo de instalações para atingir 44 GW em 2028, o que coloca o setor num período de transição estratégica entre volumes, valor e integração na rede.

A Espanha confirma a sua posição de líder europeu. Em 2025, a energia fotovoltaica representa mais de 18% da sua produção total de eletricidade, quase tanto quanto a energia nuclear. Com 32 350 MW instalados no final de 2024, a energia solar constitui 25,1% da potência nacional, impulsionada por territórios muito ensolarados como a Andaluzia e a Estremadura. Este crescimento espetacular é, no entanto, acompanhado por um fenómeno de saturação aguda da rede: 85,7% das subestações com mais de 1 kV apresentam uma capacidade de acesso totalmente saturada. A Estremadura concentra as maiores centrais do país, incluindo o parque Francisco Pizarro (590 MW) e Nuñez de Balboa (500 MW), e produz em 2023 mais de 68% da sua eletricidade renovável através da energia fotovoltaica. Algumas regiões, como Navarra, ainda estão em fase de expansão, com uma meta de 1.500 MW de potência instalada até 2030.

Portugal também atravessa uma aceleração significativa da energia fotovoltaica. Em 2024, o país instalou 1,77 GW de energia solar, um recorde histórico, elevando a capacidade total para 5,66 GW. Este progresso assenta tanto no crescimento das grandes centrais como num aumento significativo do autoconsumo residencial e comercial, apoiado por reformas regulamentares e pelo aumento dos objetivos nacionais no Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC), que visa agora 20,8 GW de energia solar em 2030, contra 9 GW na versão anterior do plano. Paralelamente, a produção de eletricidade renovável portuguesa atingiu um novo recorde em 2024: 71% da eletricidade consumida provém de fontes renováveis, das quais 10% são fotovoltaicas, um crescimento de 37% num ano, de acordo com o gestor nacional REN. O país beneficia de um índice de insolação particularmente elevado, entre 1600 e 2200 kWh/m² por ano, tornando Portugal um dos territórios mais favoráveis da Europa para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.

A comparação entre os três países revela trajetórias convergentes, mas níveis de maturidade diferentes. A França está a progredir rapidamente, mas continua limitada por uma rede sob tensão e uma forte procura de ligações. A Espanha, já muito avançada, enfrenta a saturação das suas infraestruturas, um paradoxo para um país onde a energia solar se tornou um pilar do mix elétrico. Portugal, por seu lado, combina um forte potencial solar com uma política energética voluntarista, o que lhe permite apresentar um dos crescimentos mais rápidos da Europa e visar uma quadruplicação da sua capacidade fotovoltaica até 2030.

Nestes três países, a energia fotovoltaica ocupa agora um lugar central na transição energética. Constitui também uma alavanca crucial para o desenvolvimento de modelos inovadores, como o agrivoltaico, nomeadamente nas zonas rurais do SUDOE, onde a disponibilidade de terrenos, a

insolação e as necessidades de resiliência agrícola são particularmente acentuadas. A Espanha já está a testar vários projetos-piloto em zonas rurais; Portugal está a desenvolver massivamente o autoconsumo e as grandes centrais; a França aposta na estruturação do setor e na integração em pequenas explorações, o que se insere diretamente na estratégia AgroSOL

iii. Modelo económico agrivoltaico

Por definição, o agrivoltaico visa tornar compatível a utilização de terras agrícolas e de criação de gado com a produção de eletricidade, geralmente através de elevação do campo fotovoltaico e separando as linhas de módulos solares umas das outras, a fim de tornar compatível a utilização do solo inferior com as atividades próprias do setor primário.

Embora o acima exposto tenha uma solução técnica relativamente “simples”, o maior problema reside na ligação/utilização da eletricidade solar. Assim, o agrivoltaico é apresentado/vendido como uma solução que permite aos agricultores maximizar economicamente as suas explorações agrícolas, ou seja, produzir alimentos e dispor de uma segunda fonte de rendimento através da venda da eletricidade injetada na rede pública.

Como referido anteriormente, esta venda é cada vez mais limitada pela falta de capacidade de escoamento das redes públicas já saturadas, em particular para potências de produção elevadas (ligadas a linhas de alta tensão) e, por outro lado, pelos escassos rendimentos económicos decorrentes da queda dos preços no mercado da eletricidade (pool), em consequência, paradoxalmente, do próprio sucesso da energia fotovoltaica ligada à rede, que deslocou a curva da procura nacional de eletricidade, levando a preços nulos, ou mesmo negativos, para a eletricidade durante as horas de sol (para 2026, prevê-se preços inferiores a 30 €/MWh).

Em resumo, o desenvolvimento do agrivoltaico será muito limitado às explorações ligadas em baixa tensão que têm consumo de eletricidade, ou seja, aquelas que estão ligadas a linhas elétricas nas quais é possível instalar sistemas de autoconsumo de baixa potência (até 100 kW), o que elimina da equação o facto de «o agricultor obtém rendimentos com a venda de energia» e substitui-o pelo facto de «o agricultor reduzir as despesas de eletricidade da sua exploração».

É evidente que esta situação será economicamente mais competitiva nas explorações ligadas à rede de distribuição (onde ainda existe alguma capacidade de ligação) que apresentem consumo elétrico durante as horas de sol e, sobretudo, nos meses mais quentes do ano. Isto permitirá instalar sistemas de autoconsumo que gerem poupanças significativas, dado que o preço da eletricidade comprada é superior ao valor pago pela eletricidade vendida. Tal pressupõe, por exemplo, explorações que disponham de bombas para poços próprios, sistemas de tratamento e rega de água, atividades de transformação contínua em armazém (lavagem com água quente, transformação, acondicionamento, transportadores, motores elétricos, etc.), nas quais possam ser instalados sistemas de autoconsumo de pequena potência (até 100 kW) ligados em baixa tensão.

OS ATORES DO AGROVOLTAICO

O ecossistema agrivoltaico mobiliza um conjunto de atores com funções complementares:

- **Agricultores e organizações profissionais:** No centro do sistema, definem as necessidades agronómicas e asseguram a integração das instalações nas práticas agrícolas, garantindo a manutenção da produção.
- **Promotores de projetos agrivoltaicos:** Concebem, financiam e implementam os sistemas fotovoltaicos, garantindo a sua compatibilidade com as restrições agrícolas, ambientais e territoriais.
- **Atores do setor energético:** Produtores de energia, operadores de redes e gestores de infraestruturas asseguram a integração das instalações no sistema elétrico e contribuem para a estabilidade e valorização da produção renovável.
- **Instituições públicas e autarquias locais:** estabelecem o quadro regulamentar, definem as políticas de ordenamento e garantem um equilíbrio entre a transição energética, a proteção das terras agrícolas e a resiliência das zonas rurais.
- **Organismos de investigação e instituições científicas:** os institutos especializados realizam estudos sobre os impactos agronómicos, ambientais e socioeconómicos, permitindo a melhoria contínua das tecnologias e práticas agrivoltaicas.
- **Gabinete de estudos e peritos técnicos:** Realizam estudos de viabilidade, análises de impacto e conceção técnica das instalações, garantindo a sua integração harmoniosa nas explorações agrícolas.
- **Peritos jurídicos e escritórios especializados:** Eles supervisionam os aspetos fundiários, contratuais e regulamentares e garantem todos os procedimentos necessários para o desenvolvimento dos projetos.
- **Parceiros financeiros:** Bancos, investidores institucionais e plataformas participativas mobilizam os capitais necessários para a implementação dos projetos e apoiam o surgimento de modelos económicos adaptados ao mundo agrícola.
- **Atores do processo de concertação:** gabinetes especializados, mediadores, garantidores. Juntamente com o comité do projeto e os requisitos de participação pública, tornam-se verdadeiros elos do ecossistema.

Em França, existem dois intervenientes adicionais que desempenham um papel decisivo na viabilidade de um projeto:

- A CDPENAF emite um parecer de conformidade sobre os projetos agrivoltaicos, o que a torna um interveniente decisivo na análise de um projeto.
- A MRAe emite um parecer muito influente sobre o estudo de impacto do projeto

Existem diferentes modelos económicos para um projeto agrivoltaico:

Modelo de investimento por terceiros: Um investidor energético financia e explora a instalação fotovoltaica. O proprietário agrícola disponibiliza os seus terrenos através de um contrato de arrendamento ou acordo de ocupação e beneficia de uma instalação operacional sem investimento inicial. Em contrapartida, recebe uma renda anual e pode utilizar essa receita para reforçar a resiliência económica da exploração.

Modelo de autoconsumo individual: A exploração agrícola financia a totalidade ou parte da instalação e consome diretamente a energia produzida. Este modelo permite reduzir os custos de eletricidade, melhorar a autonomia energética e amortizar o investimento a longo prazo. O excedente pode ser vendido ou injetado na rede, de acordo com as regulamentações nacionais.

Modelo cooperativo ou participativo: Os agricultores e os habitantes de um território constituem uma cooperativa ou uma sociedade de economia mista para financiar conjuntamente a instalação. Os lucros relacionados com a venda de eletricidade ou com o autoconsumo partilhado são redistribuídos entre os membros. Este modelo reforça o enraizamento territorial e a aceitabilidade social dos projetos.

Contrato de desempenho agronómico: A instalação fotovoltaica é concebida para melhorar diretamente a produção agrícola (proteção contra o gelo, redução da evapotranspiração, sombreamento). O desenvolvedor compromete-se com um nível mínimo de desempenho agrícola (rendimento, manutenção da qualidade das culturas, disponibilidade das parcelas, etc.). A remuneração do operador fotovoltaico depende parcial ou totalmente do cumprimento desses objetivos. Isso favorece a compatibilidade entre as questões energéticas e a produtividade agrícola.

3. Tipo de produção fotovoltaica na agrivoltaica

Existem diferentes soluções possíveis para integrar a produção fotovoltaica na agricultura. Estas variam em termos de custos de instalação e manutenção, espaço ocupado, rendimento da produção elétrica e impacto na produção agrícola.

CENTRAIS NO SOLO

- Painéis fixos instalados diretamente no solo, fáceis de instalar.
- Adequados para pastagem em prados permanentes.
- Otimização da produção fotovoltaica.



Figura 1: Central no solo

ESTRUTURAS FIXAS ELEVADAS

- Painéis instalados a 2–5 m do solo para permitir a passagem de máquinas agrícolas.
- Adequadas para grandes culturas (trigo, milho) e prados.
- Vantagem: robustez e custo reduzido. Limite: sombreamento não modulável.



Figura 2: Estrutura fixa elevada

SISTEMAS MÓVEIS OU ORIENTÁVEIS (AGRIVOLTAICO DINÂMICO)

- Painéis inclináveis ou rotativos para ajustar a sombra de acordo com a estação do ano ou a cultura.
- Ideal para viticultura, arboricultura e culturas sensíveis.
- Incorporam frequentemente sensores IoT para otimizar a luz e a irrigação.



Figura 3 : Sistema orientável

ESTUFAS FOTOVOLTAICAS

- Painéis integrados no telhado, combinando proteção climática e produção de eletricidade.
- Adequados para horticultura, floricultura e culturas de alto valor agregado.
- Permite o controlo do microclima e o prolongamento das épocas de produção.



Figura 4 : Estufas fotovoltaicas

AS SEBES SOLARES (PAINÉIS VERTICAIS BIFACIAIS)

- Painéis dispostos verticalmente, captando luz em ambas as faces.
- Solução adequada para pecuária e pastagens: baixo impacto no solo, zonas de sombra para os animais.
- Reversível e compatível com a rotação de culturas.



Figura 5 : Sebes bifaciais

4. Desempenho dos sistemas agrivoltaicos

i. Desempenho energético

O espaço SUDOE concentra alguns dos recursos solares mais favoráveis da Europa continental, o que torna o agrivoltaico uma alavanca relevante para produzir simultaneamente eletricidade e valor agrícola. Na Andaluzia (Almería), a irradiação horizontal global típica atinge 1 900–2 100 kWh/m²/ano, ilustrando o elevado potencial solar da península; o recurso diminui à medida que se desce para o sudoeste de França, mas continua a ser competitivo em relação aos padrões europeus.

Em termos energéticos, as sínteses técnicas recentes (IEA PVPS, Fraunhofer ISE) são convergentes: quando corretamente dimensionados (altura suficiente, espaçamento, GCR controlado), os sistemas agrivoltaicos proporcionam rendimentos elétricos próximos dos das centrais terrestres com configuração comparável, sendo a diferença devida principalmente a concessões agronómicas (sombreamento controlado, espaçamentos) e a restrições estruturais (altura, fundações).

Os compromissos entre a produção agrícola e a produção elétrica são hoje mais bem quantificados: por exemplo, uma estratégia de seguimento solar (tracker) otimizada para respeitar as necessidades de luz de uma cultura frutícola permite atingir 91% da irradiação-alvo do lado agrícola, ao preço de uma redução de cerca de 20% da produção elétrica anual — uma escolha assumida quando a finalidade agrícola é prioritária. Da mesma forma, análises realizadas em 44 trackers (trigo/milho, oeste da França) indicam que índices de cobertura do solo de 5 a 12% induzem apenas perdas agronómicas limitadas e que projetos mais densos > 12% mal ultrapassam 10% de perdas.

Em termos de potencial macro, o Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia estima que equipar 1% das terras agrícolas da UE com agrivoltaico permitiria instalar cerca de 944 GWc (0,6 MWc/ha), ou seja, mais do que a meta solar europeia para 2030 (720 GWc); estas ordens de grandeza dão a escala do potencial mobilizável numa bacia agrícola e solar como a SUDOE.

O quadro abaixo apresenta os impactos da utilização de painéis fotovoltaicos em terras agrícolas em comparação com a utilização convencional de painéis.

Característica	Ajuste do sistema fotovoltaico em terras agrícolas	Consequência na produção de eletricidade
Configuração dos módulos: - Densidade - Altura Distribuição	- Maior espaçamento entre as filas de módulos fotovoltaicos - Menor número de módulos por fileiras Elevação das filas/módulos	W/ha mais baixo: Redução da potência instalada por unidade de área de solo.
Modulação da orientação dos módulos fotovoltaicos	Modulação dinâmica do ângulo de inclinação dos módulos para manter ou otimizar um determinado nível de produção agrícola.	kWh/kW mais baixo: redução da produção elétrica a potência constante devido ao efeito da redução do número de horas de funcionamento à potência nominal.
Tecnologias dos módulos fotovoltaicos	Utilização de tecnologias que permitem deixar passar parte da radiação (painéis com densidade de células fotovoltaicas reduzida, módulos fotovoltaicos semitransparentes)	W/m² de painel mais baixo: diminuição dos rendimentos de conversão energética.

Tabela 1: Características das instalações e impactos no desempenho energético

ii. Acompanhamento agronómico

OBJETIVOS DO ACOMPANHAMENTO AGRONÓMICO EM PROJETOS AGRIVOLTAICOS

Em França, o acompanhamento agronómico constitui um pilar central dos projetos agrivoltaicos. Tem um duplo objetivo: (i) demonstrar o carácter agrivoltaico do projeto, nos termos da regulamentação decorrente da lei APER, e (ii) capitalizar os retornos de experiência que permitem orientar a conceção, a gestão e a melhoria contínua dos dispositivos.

Os principais objetivos do acompanhamento agronómico são os seguintes:

1. Verificar a manutenção de uma produção agrícola significativa

O acompanhamento visa objetivar que a atividade agrícola permanece real, duradoura e economicamente coerente, através de:

- o acompanhamento dos rendimentos (ou níveis de produção equivalentes),
- da qualidade das produções,
- a continuidade dos itinerários técnicos agrícolas.

Esta verificação baseia-se numa **comparação com um referencial agrícola**, geralmente materializado por uma zona testemunho ou, na sua falta, por referências locais ou históricas.

1.2. Avaliar o serviço prestado à agricultura

O acompanhamento agronómico permite identificar e quantificar os **serviços agronómicos e climáticos** prestados pela instalação agrivoltaica, nomeadamente:

- a redução do stress térmico e hídrico,
- a melhoria do microclima (temperatura, humidade, radiação),
- a segurança da produção face às adversidades climáticas.

Estes serviços estão no centro da justificação da agrivoltaica, especialmente num contexto de alterações climáticas.

1.3. Analisar o impacto nas práticas e na organização agrícola

O acompanhamento também documenta:

- as adaptações dos itinerários técnicos,
- as restrições ou oportunidades para a mecanização,
- os efeitos sobre o tempo de trabalho, a gestão da água e dos insumos.

Permite assim distinguir o que é efeito do dispositivo agrivoltaico do que é uma evolução voluntária das práticas agrícolas.

1.4. Contribuir para um retorno de experiência coletiva

Por fim, o acompanhamento agronómico contribui para a **capitalização nacional de conhecimentos**, através de:

- demonstrações,
- programas de investigação,
- dispositivos de recolha apoiados pela ADEME e pela INRAE.

RESULTADOS DISPONÍVEIS ATÉ AO MOMENTO: LIÇÕES TRANSVERSAIS

Os resultados dos demonstradores e acompanhamentos existentes evidenciam várias constatações recorrentes:

- **Efeitos microclimáticos comprovados:** redução das temperaturas extremas, diminuição da evapotranspiração, manutenção da humidade do solo.
- **Efeitos agronómicos variáveis:** os impactos no rendimento e na qualidade dependem fortemente:
 - do tipo de cultura,
 - da taxa e da distribuição da sombra,
 - da gestão (fixa ou dinâmica),
 - das condições climáticas anuais.
- **Importância do controlo e da conceção:** os dispositivos que integram uma reflexão agronómica prévia (altura, orientação, densidade, controlo) apresentam resultados mais robustos.
- **Necessidade de um acompanhamento plurianual:** os efeitos não podem ser interpretados numa única campanha, devido à variabilidade climática interanual.

RETORNOS DE EXPERIÊNCIA POR TIPO DE CULTURA

2.3.1. Viticultura

Os retornos de experiência em viticultura estão entre os mais documentados.

- Benefícios frequentemente observados:
 - redução do stress hídrico e térmico,
 - limitação dos golpes de calor nos cachos,
 - melhor estabilidade interanual.
- Pontos a ter em atenção:
 - possíveis impactos na maturação e composição das uvas,
 - necessidade de um controlo preciso da sombra.

Os resultados são globalmente positivos quando o sistema é **controlado de forma dinâmica** e integrado na condução da vinha.

2.3.2. Arboricultura

Na arboricultura, as experiências adquiridas destacam:

- proteção contra as intempéries (geadas tardias, ondas de calor),
- uma melhoria do conforto hídrico,
- efeitos no calibre e na homogeneidade dos frutos.

No entanto, os resultados continuam a **depender muito da espécie** e do estágio fenológico no momento dos episódios climáticos.

2.3.3. Prados e pecuária

Os acompanhamentos nas pastagens mostram:

- uma melhor produtividade no verão durante os anos secos,
- a manutenção do valor alimentar em períodos de stress climático,
- maior conforto para os animais (sombra, microclima).

Estes sistemas parecem ser particularmente compatíveis com a agrivoltaica, desde que se preserve a circulação dos animais e das máquinas.

2.3.4. Culturas arvenses

As experiências em culturas arvenses são mais recentes e ainda maioritariamente experimentais.

- Efeitos observados:
 - melhoria do estado hídrico no verão,
 - impactos contrastantes nos rendimentos, dependendo das culturas (trigo, milho, soja, etc.).
- Desafios específicos:
 - compatibilidade com a mecanização,
 - adaptação dos itinerários técnicos,
 - gestão da heterogeneidade intra parcelar.

Estas culturas requerem acompanhamentos plurianuais reforçados antes da generalização.

LIMITES ATUAIS DAS REX DISPONÍVEIS

Apesar da sua riqueza, as REX existentes ainda apresentam:

- uma heterogeneidade dos protocolos,
- séries temporais por vezes demasiado curtas,
- uma forte dependência dos contextos locais.

A estruturação do acompanhamento agronómico imposta pela recente regulamentação em França deverá permitir, a médio prazo, uma **melhoria da qualidade e da comparabilidade** dos retornos de experiência.

iii. Retorno de experiência agrivoltaica no espaço SUDOE

Os primeiros anos de implantação da agrivoltaica na França deram origem a uma diversidade de projetos-piloto, demonstradores e realizações comerciais, que hoje oferecem uma visão mais concreta sobre o desempenho agronómico, o funcionamento dos sistemas e as condições de sucesso dessas instalações. Os retornos de experiência mostram um panorama contrastante, com resultados muito positivos em termos de resiliência climática e diversificação de rendimentos, mas também com limites ou fragilidades que sublinham a necessidade de um enquadramento técnico e agronómico rigoroso.

1. Projetos de agrivoltaico dinâmico na Occitânia (Sun'Agri / AREC «Agência Regional de Energia e Clima»)

Em 2020, uma primeira série de retornos de experiência provém dos projetos de agrivoltaico dinâmico levados a cabo pela AREC Occitanie em associação com a Sun'Agri, vencedores do concurso de inovação da CRE. Esses projetos, implementados principalmente nos Pirenéus Orientais, Aude, Gard e Hérault, representam sete locais com uma potência de cerca de 12 MW, em torno de sistemas de painéis móveis controlados acima de culturas especializadas, como vinhas, horticultura ou arboricultura.

Nestes locais, o principal objetivo é utilizar o controlo das coberturas para modular em tempo real o microclima em benefício da cultura: redução do stress térmico, proteção contra ondas de calor, gestão da luz disponível, limitação do excesso de radiação em períodos sensíveis. Os primeiros resultados agronómicos publicados destacam uma diminuição das temperaturas da copa das árvores e uma redução do stress hídrico no período de verão, com efeitos positivos, dependendo da cultura, mais na qualidade (estado sanitário, calibre, homogeneidade) do que no rendimento bruto em um ano médio.

Estes projetos destacam vários pontos de atenção: a necessidade de uma gestão precisa e adaptada a cada cultura, a importância dos protocolos de ensaios comparativos (parcelas testemunho) e a complexidade do investimento inicial, que exige a seleção de setores de forte valor acrescentado para garantir a viabilidade económica. Eles também ilustram o papel estruturante das parcerias de longo prazo entre desenvolvedores, institutos técnicos e agricultores, a fim de construir itinerários técnicos adaptados aos sistemas sombreados.

2. Retorno de experiência em grandes culturas (Ombrea – Valpuseaux e Le Channay)

Em grandes culturas, vários dispositivos experimentais foram implementados para avaliar os efeitos das estruturas agrícolas em sistemas cerealíferos ou oleaginosos. Entre eles, os locais de Valpuseaux e Le Channay, colocados em funcionamento em 2021 e 2022, testam configurações de painéis verticais, em colaboração com parceiros técnicos e estruturas de consultoria agrícola.

Estas plataformas têm como objetivo analisar o impacto das estruturas na distribuição da luz, na dinâmica de evaporação do solo, na capacidade de carga das máquinas e nos rendimentos das culturas (), em contextos de rotação típicos das grandes culturas. Os resultados disponíveis mostram que a implantação de painéis verticais pode limitar a perda direta de superfície agrícola útil e preservar a mecanização (passagem de material), mas levanta questões sobre a distribuição da luminosidade e a heterogeneidade intraparcelar dos rendimentos.

Os retornos de experiência insistem na importância do desenho da parcela (orientação, espaçamento, largura entre fileiras) para limitar os contrastes demasiado acentuados entre zonas fortemente sombreadas e zonas muito ensolaradas. Confirmam também que os anos extremos (seca acentuada, excesso de água) são determinantes na avaliação: os efeitos da agrícola podem revelar-se positivos em situações de stress climático, mas prejudiciais quando as condições básicas já são muito desfavoráveis (atrasos na sementeira, saturação hídrica dos solos, etc.), daí a necessidade de uma análise plurianual.

3. Projetos ovinos e reconversão de terras de baixo potencial (Haute-Marne e outros locais ovinos)

Outra categoria de retorno de experiência diz respeito aos projetos agrícolas baseados na criação de ovinos e na valorização de pastagens sob painéis, frequentemente implantados em terras de baixo potencial para grandes culturas. Um exemplo representativo é o projeto realizado em Haute-Marne numa exploração agrícola de cerca de 270 ha, onde o agrícola serviu de alavanca para reintroduzir uma exploração ovina e reverter parcelas pouco produtivas em prados permanentes.

Neste caso, o agrícola é apresentado como uma oportunidade de diversificação e resiliência: garantia de um rendimento complementar ligado à produção de eletricidade, implementação de um sistema de pastagem perene em terras até então fragilizadas por secas recorrentes e pela variabilidade do rendimento dos cereais. A experiência adquirida sublinha a importância de centrar o projeto na lógica agrícola (dimensionamento do rebanho, necessidades forrageiras, organização do trabalho) antes de definir a implantação dos painéis e de trabalhar de forma iterativa com o promotor para adaptar as escolhas técnicas (altura das estruturas, densidade, organização dos corredores e das zonas de rotação).

Para além dos aspetos técnico-económicos, este tipo de projeto destaca a dimensão territorial: a concertação precoce com os representantes eleitos, os residentes locais e os atores locais é citada como um dos fatores-chave para a aceitabilidade e o bom andamento do projeto, em particular para responder às questões sobre a preservação dos terrenos agrícolas e o impacto paisagístico. Confirma também que a gestão agrícola das pastagens sob painéis (escolha de espécies, implantação antes da obra, eventual ~ressementeira após a obra) condiciona fortemente o sucesso a médio prazo.

4. Testemunhos de agricultores de subsistemas agrivoltaicos (TSE e outros promotores)

Vários promotores divulgam agora testemunhos de agricultores envolvidos em projetos agrivoltaicos, o que permite identificar tendências transversais sobre os benefícios e as restrições percebidos no terreno. Os agricultores acompanhados pela TSE, por exemplo, relatam efeitos sensíveis no microclima: temperaturas medidas até 3,5 °C mais baixas sob os painéis durante o verão e esperança de reduzir em 15 a 20% o consumo de água em certas produções.

Esses testemunhos também destacam a proteção contra eventos climáticos extremos (granizo, ondas de calor, secas) e o interesse de uma renda complementar estável, percebida como um fator de segurança para a exploração num contexto de forte variabilidade climática e volatilidade dos preços. Paralelamente, os agricultores destacam várias condições para o sucesso: relação de confiança com o desenvolvedor, transparência nos contratos, cocriação do projeto para que ele continue a servir o sistema de produção existente, em vez de o restringir artificialmente.

A agrivoltaica ocupa a terceira posição entre as soluções consideradas mais eficazes pelos agricultores para fazer face às adversidades climáticas.

Estes comentários mostram também que os projetos agrivoltaicos implicam ajustes importantes na organização do trabalho (circulação de material, gestão de parcelas fragmentadas, adaptação de itinerários técnicos) e requerem um acompanhamento técnico reforçado, nomeadamente durante os primeiros anos de funcionamento. Por fim, confirmam que o conceito de «produção agrícola significativa», agora consagrado na lei, deve ser objetivado por um acompanhamento agronómico sério, envolvendo agricultores, promotores e organismos técnicos, a fim de documentar a evolução dos rendimentos, das práticas e da fertilidade dos solos sob os painéis.

5. Projeto-piloto agrivoltaico de Haut Mauco: Ferme du Futur (GLHD X Agrolandes X La Region Nouvelle Aquitaine)

O projeto-piloto agrivoltaico Ferme du Futur é hoje um dos demonstradores de referência para documentar, em condições reais, os efeitos de um sistema agrivoltaico em diferentes famílias de culturas. Instalado em 1 ha em Haut-Mauco, nas Landes, e entregue no final de 2022, ele entrará em operação agrícola a partir da campanha de 2023, com um programa de testes plurianual.

Do ponto de vista técnico, o local está estruturado em torno de 16 filas de trackers solares dispostos em duas alturas distintas (eixos a cerca de 1,7 m e 2,5 m), o que permite testar diferentes níveis de sombreamento e passagem do material. A instalação integra um dispositivo de irrigação por microaspersor.

Todos os anos, desde 2023, o piloto testa várias culturas de natureza diferente em faixas experimentais: culturas de grande porte (cevada, milho, etc.) e culturas de maior valor acrescentado (espargos, legumes de campo aberto, edamame, beterraba vermelha, hortelã-pimenta, etc.). Os primeiros resultados mostram que «cresce tudo, entre e sob os painéis», o que confirma a viabilidade agronómica de uma ampla gama de culturas sob estrutura agrivoltaica. Até agora, o efeito mais marcante observado nas culturas diz respeito ao desfasamento no atingir dos estágios de maturação, com um atraso médio da ordem de 3 a 6 dias sob os painéis em relação às testemunhas em campo aberto.

6. Conclusões

A síntese destes retornos de experiência permite destacar várias lições importantes para a agrivoltaica na França. Em primeiro lugar, o potencial de proteção contra as adversidades climáticas (stress térmico, seca, granizo) é confirmado em muitas culturas, desde que os sistemas sejam bem dimensionados e controlados de acordo com as necessidades agronómicas reais. Em seguida, os projetos mais robustos são aqueles em que o projeto agrícola é definido primeiro (cadeia produtiva, sistema de produção, trajetória da exploração) e em que a energia fotovoltaica vem em apoio, e não o contrário.

Paralelamente, os limites identificados são importantes para evitar desvios: risco de perda significativa de rendimento quando a densidade dos painéis é demasiado elevada ou mal adaptada às culturas, complexidade técnica e custo dos sistemas dinâmicos, necessidade de um acompanhamento plurianual para interpretar corretamente os resultados fortemente dependentes das condições climáticas de cada campanha. Os comentários insistentes sobre a concertação, a transparência contratual e a qualidade dos estudos agronómicos também mostram que o sucesso de um projeto agrivoltaico não depende apenas da tecnologia, mas da governança global do projeto e da sua integração no território.

Neste contexto, os projetos-piloto e dispositivos experimentais franceses constituem uma base preciosa para consolidar os referenciamentos técnicos e agronómicos, refinar os limiares de desempenho aceitáveis e alimentar a evolução do quadro regulamentar. Eles mostram que o agrivoltaico não pode ser considerado uma solução milagrosa, nem uma ameaça sistemática à agricultura, mas sim uma opção de adaptação que deve ser concebida caso a caso, com base em protocolos de testes rigorosos, feedback documentado e forte envolvimento dos agricultores.

Projeto	Localização	Tipo de estrutura	Atividade/ cultura	Potência fotovoltaica	Estado	Entidades / financiamento	Referências
AGRIFLEX – DRAPC	Viseu	Estruturas elevadas	Pomares (frutos pequenos)	N/D	Concluído	Instituto Politécnico de Coimbra; Plano de Relançamento e Resiliência (PRR) – 693 700,00 €	agriflex.webnode.pt
AGRIFLEX – ESAC	Coimbra	Estufa	Legumes	N/D	Concluído	Instituto Politécnico de Coimbra; PRR – 693 700,00 €	agriflex.webnode.pt
FRUITPV	Alcobaça	Estruturas elevadas	Exploração frutícola	N/D	Concluído	COTHN; PRR – 990 454,37 €	fruitpv.webnode.pt
AGROVOLTEP	Évora	Estruturas elevadas	Legumes	50 kWp	Em curso	Fundación MUSOL; Interreg (POCTEP) – 992 375,34 €	agrovolttep.eu
Parque Agro-Fotovoltaico de Beja	Beja	Estruturas elevadas	Irrigação e pastagem	123 MW	Em curso	Iberdrola	en.hidroerg.pt
Horta Solar FCUL	Lisbonne	Estruturas elevadas	Legumes	7,14 kWp	Em curso	IMAGE4ALL	ciencias.ulisboa.pt
Monte do Pasto	Cuba (Beja)	Estruturas elevadas	Pecuária	124,2 kWp	Em curso	Monte do Pasto; PRR	montedopasto.pt
AgriPV, ISA	Lisbonne	Estruturas elevadas (com acompanhamento solar)	Vinha	130 kWp	Em curso	GALP	galp.com

ATE	Évora	Estrutura elevada e estrutura vertical entre fileiras	Legumes e cereais	80 kWp et 60 kWp	Em breve em construção	Universidade de Évora; PRR (ATE – Aliança para a Transição Energética)	uevora.pt
Central Solar Cercal	Santiago do Cacém	Módulos no solo	Projeto-piloto agrivoltaico experimental (em estudo)	N/D	Estudos científicos	Aquila	N/D
AgroSOL	Herdade da Mitra, Évora	Módulos no telhado da estufa	Legumes em estufa	15 kWp	Fase de conceção	Universidade de Évora; Interreg SUDOE	N/D
WINE SOLAR	Guadamur (Tolède)	Seguidores de um eixo (2V), entre fileiras	Vinha	40 kW	Concluído	Iberdrola	iberdrola.com
AGRIVOLTAICA SAN GABRIEL	Aranda de Duero (Burgos)	Elevada a 4 m; 3 m entre fileiras; acompanhamento num eixo	Vinha	26 kW	Concluído	Powerful Tree; Repsol; CIFP San Gabriel	powerfultree.com
ALHENDÍN II	Alhendín (Grenade)	Fixo; espaço suficiente para máquinas; cultivo entre painéis	Forragem	5,1 MW	Concluído	BayWa r.e.	baywa-re.es
AUGUSTO	Badajoz	Fixo; 3 ha de plantas aromáticas entre fileiras	Plantas aromáticas	50 MW	Concluído	Endesa; Enel Green Power	power-technology.com
CORTIJO DEL CURA	Laujar de Andarax (Almería)	Fixo, 3 m de altura; 4,2 m entre fileiras; módulos em xadrez	Vinha biológica	10,8 kW	Concluído	Bettergy; DLR	agrivoltea.org

HUERTO CARRASCO	Fuentealbilla (Albacete)	Monitorização em dois eixos; 5 m de altura; 21 m entre fileiras	Vinha	900 kW	Em curso	Tornasol Fotovoltaica	agrivoltea.org
HUERTO LOS HITOS	Fuentealbilla (Albacete)	Acompanhamento em dois eixos	Pastagem	2 MW	Em curso	Tornasol Fotovoltaica	agrivoltea.org
HUERTO SOLAR DE PICASSENT	Picassent (Valence)	Módulos semitransparentes em xadrez; dupla inclinação E-O; marquise orientada para sul (estufa); estrutura fixada ao solo	Frutas tropicais; cogumelos; horta de plantas medicinais	1,5 MW	Concluído	INDEREN; TRANESOL	tranesol.es
CASTILBLANCO I & II	Castilblanco (Séville)	Cobertura de estufas com duas inclinações em «dentes de serra» (módulos virados a sul)	Legumes	2 MW	Em curso	WSP	wsp.com
LAS CORCHAS	Carmona (Séville)	Módulos bifaciais em estruturas fixas	Pastagem; coentro; aloe vera; alecrim; tomilho	50 MW	Concluído	Endesa; CTAEX	endesa.com
VALDECABALLE ROS	Valdecaballeros (Badajoz)	Módulos monofaciais em estruturas fixas	Tomilho, alecrim, dente-de-leão, aloe vera; prado para alimentação animal	43 MW	Concluído	Endesa; CTAEX	N/D

TORREALBA	Almodóvar del Río (Cordoue)	Fileiras fixas (1 m de altura; 3 m de distância); monitorização da temperatura/humidade do solo	Favas; tomates; trigo duro ; grão-de-bico	10 kW	N/D	Universidade de Córdoba; CDP Torrealba	agrivoltea.org
GO SOLARWINE	Pilote à Sant Martí Sarroca (Barcelone)	Elevado a 5 m; módulos opacos e semitransparentes bifaciais; 1000 m ² ; autoconsumo; passagem de maquinaria	Vinha biológica	N/D	Em curso	INNOVI	solarwine.es
FRUTALES IRTA I	Mollerussa (Leida)	Elevada (máx. 5,5 m); módulos bifaciais	Macieiras	165 kW	Em curso	IRTA	irta.cat
Domaine de Nidolères – Sun’Agri (Tresserre)	Tresserre (Pyrénées-Orientales)	Persianas solares móveis em estruturas elevadas	Vinha	2,85 MWc	Em curso	Sun’Agri	L’Echo du Soleil · Sun’Agri (site projet)
Domaine de Besombes – Sun’Agri	Claira (Pyrénées-Orientales)	Persianas solares móveis em estruturas elevadas	Vinha	N/D	Em curso	Sun’Agri	Entreprises Occitanie
Clair Fruits – Sun’Agri (cerejeiras)	Loriol-sur-Drôme (Drôme)	Persianas solares móveis em estruturas elevadas	Cerejeiras	2.2MW	Em curso	Sun’Agri; Câmara de Agricultura 66	pv magazine France · L’Echo du Soleil
Campus Provence Ventoux –	Carpentras (Vaucluse)	Persianas móveis em estruturas elevadas	Cerejeiras	N/D	Em curso	Sun’Agri	Sun’Agri (site projet)

Sun'Agri (Carpentras)							
«La Croix de Fer» – Sunti x Sun'Agri	Vestric-et-Candiac (Gard)	Persianas móveis em estruturas elevadas	Vinha (biológica)	3,8 MWc	Em construção	Sunti; Sun'Agri; Vinhas da Voie d'Héraclès	pv magazine France
Canópia agrivoltaica – TSE (Brouchy)	Brouchy (Somme)	Cobertura fotovoltaica elevada (grandes vãos)	Grandes culturas	N/D	Em curso	TSE	pv magazine France
«Camélia» – ENGIE Green x INRAE (vertical)	Laqueuille (Puy-de-Dôme)	Sebes fotovoltaicas bifaciais verticais	Prado/pastagem bovina	≈ 100 kWc	Em curso	ENGIE Green; INRAE	INRAE (actu) · pv magazine France
Fontenet – BayWa r.e. (prados e ovinos)	Fontenet (Charente-Maritime)	Estruturas fixas no solo (caminhos mecanizáveis)	Pastagem ovina / forragem	N/D	Em curso	BayWa r.e.	pv magazine International
Estufas agrivoltaicas – REDEN (Ariège)	Lorp-Sentaraille & sites REDEN	Estufas fotovoltaicas (cobertura equipada)	Abacate; kiwi vermelho	4 MWc (3,5 ha)	Em curso	REDEN	pv magazine France – Ariège · pv magazine France – Kiwi/Avocat
«Fragolab» – Qair x Insolight (morango)	Uchaux (Vaucluse)	Capelas semitranslúcidas controláveis (acompanhamento da luz)	Morango (horticultura em estufa)	N/D	Em curso	Qair; Insolight	Insolight (communiqué)
Rians – Ombrea (vinha)	Rians (Var)	Sombra translativa controlada	Vinha (grenache)	84 kWp	Em curso	Ombrea; Sociedade do Canal de Provence	Ombrea (fiche site)

Domaine de Rivals – TotalEnergies x Ombrea	Villemoustaussou (Aude)	Sombras dinâmicas (algoritmos)	Vinha e groselheira	85,6 kWc	Em curso	TotalEnergies; Ombrea; IFV; SudExpé; CA Aude	TotalEnergies (CP) · L'Echo du Solaire
Combes Cave – TotalEnergies (criação de gado bovino)	Lendou-en-Quercy & Montcuq-en-Quercy-Blanc (Lot)	Estruturas elevadas (atividade conjunta de pastagem/ceifa)	Criação de gado bovino (Aubrac)	N/D	Em desenvolvimento	TotalEnergies	Site projet
Demonstrador bovino – Voltalia (Poisy)	Poisy (Haute-Savoie)	Estruturas elevadas (parcelas de criação)	Criação de gado bovino	N/D	Em funcionamento (piloto)	Voltalia	pv magazine France
Fazenda YoLa – Sun'Agri (Granges-sur-Lot)	Granges-sur-Lot (Lot-et-Garonne)	Estufa agrivoltaica (persianas controladas)	Horticultura diversificada em estufa	N/D	Em curso	Sun'Agri	Sun'Agri (site projet)

Tabela 2: Projetos agrivoltaicos da região SUDOE

5. Clima e zonas geográficas

i. Extensão e clima do espaço SUDOE

A zona SUDOE caracteriza-se por uma grande diversidade climática, resultante da combinação da latitude, da influência atlântica e mediterrânica, do relevo e da continentalidade. A zonagem climática explica a distribuição das culturas e a organização do território agrícola, pois, como sublinha a FAO, a zonagem agroecológica que determina a aptidão agrícola de cada zona assenta na combinação do clima, do solo e das características físicas do terreno.

De um modo geral, podem distinguir-se quatro grandes domínios climáticos no SUDOE:

1. Clima mediterrânico
2. Clima oceânico atlântico
3. Clima de montanha
4. Clima semiárido ou mediterrânico seco

Cada um deles apresenta características térmicas e pluviométricas específicas que condicionam a produtividade, os sistemas de cultivo e a superfície agrícola útil (SAU) disponível.e.

O clima mediterrânico quente predomina na Catalunha, na Comunidade Valenciana, em Múrcia, nas Baleares, na Andaluzia mediterrânica, no sul da França mediterrânica (Occitânia, Provença interior) e nas zonas costeiras do sul de Portugal. Caracteriza-se por verões quentes e secos, invernos amenos, precipitações irregulares (concentradas no outono e na primavera) e elevada evapotranspiração no verão. O clima mediterrânico continental é característico de Castela e Leão, Castela-La Mancha, interior de Aragão, Estremadura e Madrid. As principais características climáticas são invernos frios e verões muito quentes (grande amplitude térmica anual) e precipitações fracas e irregulares. O clima mediterrânico é um dos mais produtivos do SUDOE, pois permite uma longa estação propícia ao crescimento vegetal. No entanto, a escassez de água no verão obriga a recorrer à irrigação em muitas regiões. O clima mediterrânico concentra a maior parte da superfície agrícola utilizada do SUDOE, especialmente em Espanha e Portugal, onde as zonas irrigadas ocupam extensões muito vastas. A estrutura agrícola combina explorações intensivas irrigadas com grandes superfícies não irrigadas. As culturas predominantes são: oliveira, vinhavinha, amendoeira, citrinos, pessegueiro, hortícolas irrigadas (tomate, pimento, alface, courgette), girassol, alfafa, milho e cereais de inverno (trigo duro e cevada).

O clima oceânico atlântico abrange o norte de Espanha (Galiza, Astúrias, Cantábria, País Basco), o norte de Portugal e o oeste de França (Nova Aquitânia). As características desta região climática são as seguintes: temperaturas amenas durante todo o ano, precipitações abundantes e regulares, baixa amplitude térmica e elevada humidade. Este regime climático corresponde às zonas mais chuvosas registadas nos mapas agroclimáticos elaborados a partir das estações meteorológicas. O clima atlântico favorece as pastagens naturais, a pecuária e as culturas herbáceas adaptadas à humidade. As culturas mais comuns são: milho forrageiro, prados permanentes e pastagens para gado, batata,

macieira (sidra nas Astúrias e no País Basco) e vegetais de clima fresco. A superfície agrícola é inferior à do clima mediterrânico devido à fragmentação da paisagem e à presença de florestas e prados naturais. Predominam as pequenas e médias explorações, orientadas para a pecuária leiteira e bovina.

O clima montanhoso caracteriza as zonas elevadas dos Pirenéus, da cordilheira Cantábrica, do sistema ibérico, do sistema central e da Serra Nevada, bem como do Maciço Central francês. As suas características climáticas típicas são as seguintes: temperaturas baixas, invernos longos e frios, precipitações abundantes (sob a forma de neve no inverno) e estação de crescimento curta. A altitude limita a variedade de culturas, mas favorece os sistemas extensivos e os produtos de qualidade diferenciada. As culturas predominantes são: cereais de montanha (centeio, cevada), batata de altitude, forragens para a pecuária e hortas de verão nos vales. A superfície agrícola é reduzida e dispersa. A atividade agrícola é combinada com a pecuária extensiva (ovinos, bovinos) e a exploração florestal.

O clima semiárido ou mediterrânico seco caracteriza o sudeste de Espanha (Murcia, Almería, interior de Alicante), o leste de La Mancha e algumas zonas do vale do Ebro. As características climáticas mais importantes são: precipitação muito baixa (<300 mm/ano), verões extremamente quentes, evapotranspiração elevada e risco de desertificação. A agricultura depende quase inteiramente da irrigação e de culturas muito resistentes à seca. As culturas predominantes são: hortaliças intensivas em estufas (Almería), vinhas secas (variedades resistentes), amendoeiras, pistacheiros e forragens de ciclo curto. A superfície agrícola é limitada pela aridez, mas as zonas de irrigação intensiva apresentam uma das produtividades mais elevadas do SUDOE.

A título indicativo, pode considerar-se a seguinte distribuição da superfície agrícola útil de cada país do território SUDOE nas zonas agroclimáticas estabelecidas:

	Mediterrâneo	Oceânica	Semiárida	Montanhosa
Espanha	55% (13,1 Mha)	15% (3,6 Mha)	15% (3,6 Mha)	15% (3,6 Mha)
Portugal	35% (1,26 Mha)	55% (1,98 Mha)	0	10% (0,36 Mha)
França SUDOE	30% (4,2 Mha)	55% (7,7 Mha)	0	15% (2,1 Mha)

Tabela 3 : Superfície agrícola útil

ii. Tendências climáticas e vulnerabilidades

A zona SUDOE é particularmente sensível às alterações climáticas devido à sua localização geográfica, na junção dos climas atlântico, mediterrânico e montanhoso. Nos últimos 20 anos, observou-se um aumento das temperaturas, uma maior frequência de fenómenos climáticos extremos e alterações nos regimes de precipitação. Estas tendências coincidem com os indicadores mundiais e europeus documentados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pela AEMET (Agência Meteorológica Nacional Espanhola).

Na zona mediterrânica (Mediterrâneo espanhol, sul de França, costa sul de Portugal), observa-se um aumento significativo das temperaturas no verão: ondas de calor mais frequentes e prolongadas, diminuição das precipitações anuais, associada a uma maior concentração de episódios torrenciais (gotas frias), bem como um aumento da evapotranspiração, o que intensifica a aridez.

Consequentemente, as culturas não irrigadas (oliveiras, amendoeiras, vinhas) estão sujeitas a um maior stress hídrico, as necessidades de irrigação das culturas mediterrânicas tradicionais aumentam e o risco de incêndios florestais que afetam as zonas agrícolas é crescente.

Na zona de clima atlântico (Espanha húmida, norte de Portugal, costa atlântica francesa), observa-se um aumento da temperatura média, uma maior irregularidade das precipitações (observam-se anos mais secos alternando com episódios de chuvas intensas) e um aumento dos fenómenos extremos (tempestades mais intensas e maior frequência de ventos fortes). O impacto agrícola desta tendência climática resulta numa diminuição da produtividade das pastagens durante os anos secos, num avanço das fases fenológicas das culturas, bem como num aumento das pragas associadas às temperaturas mais amenas do inverno.

Nas zonas montanhosas, observa-se também um aumento da temperatura média, especialmente no inverno, o que leva a uma redução na acumulação de neve e a um encurtamento da estação de neve. As precipitações sob a forma de chuvas intensas, em vez de neve, são mais frequentes. Isto provoca alterações na disponibilidade de água, devido a um menor derretimento da neve, bem como um risco acrescido de erosão devido às chuvas intensas.

Nas zonas continentais interiores (planalto espanhol, interior de Portugal, interior da Aquitânia), a amplitude térmica anual aumentou (os verões são mais quentes e os invernos menos frios), as ondas de calor são mais frequentes e as precipitações são mais irregulares, com uma tendência para diminuir anualmente. Estas alterações climáticas provocam uma diminuição do rendimento dos cereais não irrigados durante os anos secos, aumentam as necessidades de irrigação das culturas extensivas e provocam alterações fenológicas nas vinhas e nas oliveiras.

iii. Implicações para a agrivoltaica

Face à tendência geral descrita de aumento das temperaturas e maior frequência de fenómenos de precipitação extrema, a instalação de sistemas de produção fotovoltaica na mesma superfície utilizada para a produção agrícola permite um sombreamento parcial das culturas que, de um modo geral, apresenta as seguintes vantagens:

- Reduz a evapotranspiração, diminuindo assim as necessidades hídricas das culturas e favorecendo uma redução da água de irrigação necessária.
- Atenua o stress térmico e luminoso, especialmente em zonas quentes e semiáridas, evitando a fotoinibição e as queimaduras solares nas folhas e frutos (tomates, pimentos, frutas).

- Protege contra fenómenos extremos, como granizo, chuvas torrenciais ou insolação excessiva, atuando como uma estrutura de proteção (semelhante às redes de sombreamento).
- Reduzem o impacto de eventuais geadas tardias, alterando o microclima.
- Melhoram a eficiência do uso da água e estabilizam o microclima da cultura, um aspeto essencial nas zonas mediterrânicas e semiáridas do SUDOE.

No entanto, é necessário modelar corretamente a sombra adequada para cada tipo de cultura, de acordo com as suas características, pois é importante otimizar a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) que a cultura recebe de acordo com o seu estado fenológico. A densidade e a altura dos módulos devem ser determinadas cuidadosamente, de acordo com a cultura.

Na zona agroclimática atlântica, as culturas que podem beneficiar da sombra das instalações agrivoltaicas são as forragens, as pastagens, os frutos vermelhos e as plantas aromáticas.

Na zona continental interior, as culturas adaptadas à sombra parcial são a vinha, as oliveiras jovens, os cereais e as leguminosas. Nas culturas de ciclo curto (cereais de inverno), uma sombra excessiva mal concebida pode reduzir o rendimento.

Na zona mediterrânica, as culturas que melhoram sob sombreamento parcial são alguns hortícolas (tomates, alfaces, espinafres), os frutos (pêssegos, nectarinas) e as plantas aromáticas. Outras árvores que requerem elevada exposição solar, como os citrinos e as oliveiras adultas, podem ser afetadas por sombreamento excessivo.

As zonas semiáridas, onde existe risco de desertificação devido a secas prolongadas e temperaturas extremas, são igualmente áreas com elevado potencial de produção fotovoltaica devido à elevada insolação anual. As instalações agrovoltaicas, além de produzirem grandes quantidades de eletricidade, melhoram o rendimento agrícola, reduzem a temperatura do solo e do ar, bem como a procura de água, podem proteger contra tempestades de poeira e de granizo e, de modo geral, melhoram a qualidade de frutos e hortícolas intensivos como tomates, pimentos e curgetes. As amendoeiras jovens e as árvores de fruto tropicais como o abacateiro e a mangueira também beneficiam do sombreamento parcial. Em contrapartida, as amendoeiras adultas ou as vinhas em regime de sequeiro podem ver a sua produção reduzida se o sombreamento for excessivo em determinados momentos do desenvolvimento da cultura. Embora o planeamento de uma nova instalação agrivoltaica para uma cultura, já instalada ou não, numa determinada exploração agrícola exija um estudo específico dessa exploração para selecionar o projeto mais adequado da estrutura fotovoltaica, pode-se, de maneira geral, considerar as seguintes relações entre os tipos de sistemas fotovoltaicos e as culturas mais adequadas para cada um deles.

Os sistemas elevados (com alturas entre 4 e 6 m) são recomendados para culturas permanentes (vinha, oliveira, amendoeira e árvores de fruto de caroço). Estes sistemas facilitam a mecanização e mantêm um microclima sob os módulos que reduz o stress hídrico sem comprometer a radiação necessária.

Os sistemas dinâmicos com módulos móveis guiados por um sistema de seguimento orientam-se automaticamente para regular a sombra em função da fase fenológica da cultura. Permitem otimizar a PAR, reduzir o stress hídrico e controlar o microclima em torno da cultura. São recomendados para culturas sensíveis à sombra, como vegetais, frutos vermelhos e ervas aromáticas, bem como para culturas que têm fases críticas de necessidade de radiação durante o seu desenvolvimento (como a floração ou a frutificação).

Os sistemas fixos de alta densidade consistem em módulos instalados a baixa altura (2-3 m), geralmente inclinados, mas também verticais. Geram um sombreamento significativo. São utilizados com culturas hortícolas de folha, como espinafres, alface ou acelga; com culturas sensíveis a queimaduras solares, como pimentos, tomates e morangos; e com plantas aromáticas. Este tipo de instalação protege as culturas contra o calor extremo e a radiação, reduz a evapotranspiração (até 30 % segundo estudos experimentais) e melhora a qualidade dos frutos em culturas sensíveis.

6. Políticas públicas e regulamentação

i. Em França

Lei APER publicada em março de 2023

A lei relativa à aceleração da produção de energias renováveis (APER) introduz, pela primeira vez, uma definição legal de agrivoltaico no Código da Energia, no artigo L.314-36. Este diploma visa facilitar o desenvolvimento das energias renováveis, assegurando simultaneamente que a atividade agrícola permaneça prioritária nas superfícies agrícolas em causa. Distingue as instalações agrivoltaicas das instalações fotovoltaicas ditas compatíveis com o exercício de uma atividade agrícola e estabelece os princípios fundamentais que enquadram estas instalações agrivoltaico.

A lei APER insere-se numa sequência de políticas públicas que visam acelerar a implantação das energias renováveis, melhorando simultaneamente a sua aceitabilidade territorial e a sua integração no planeamento local:

- criação de um mecanismo de zonas de aceleração definidas pelos municípios (ZAEnR), consolidadas e aprovadas a nível estatal (prefeitos), com base nos princípios estabelecidos no artigo L.141-5-3 do código da energia;
- criação (fora das ZAEnR e acima de determinados limites) de um comité de projeto obrigatório, para discutir a viabilidade e as condições de integração territorial (ver abaixo);
- enquadramento reforçado da implantação de energia fotovoltaica no solo em espaços agrícolas, naturais e florestais, nomeadamente através de artigos introduzidos no código do urbanismo (secção dedicada).

Definição legal de agrivoltaísmo na aceção do Código da Energia (L.314-36):

«I. [...] Instalação de produção de eletricidade que utiliza a energia radiativa do sol e cujos módulos estão localizados numa parcela agrícola, onde contribuem de forma sustentável para a instalação, manutenção ou desenvolvimento da produção agrícola.

II.-É considerada agrivoltaica uma instalação que presta diretamente à parcela agrícola pelo menos um dos seguintes serviços, garantindo a um agricultor ativo [...] uma produção agrícola significativa e um rendimento sustentável proveniente da mesma:

1. *Melhoria do potencial e do impacto agronómicos;*
2. *A adaptação às alterações climáticas;*
3. *Proteção contra riscos;*
4. *Melhoria do bem-estar animal.*

III.-Não pode ser considerada agrivoltaica uma instalação que prejudique substancialmente um dos serviços mencionados nos pontos 1º a 4º do II ou que prejudique de forma limitada dois desses serviços.

IV.-Não pode ser considerada agrivoltaica uma instalação que apresente pelo menos uma das seguintes características:

1. Não permite que a produção agrícola seja a atividade principal da parcela agrícola;
2. Não é reversível.

A principal contribuição do artigo L.314-36 é estabelecer uma definição nacional única e critérios de qualificação (serviços prestados + primazia agrícola + produção significativa + reversibilidade), permitindo:

- distinguir juridicamente o agrivoltaico do «PV no solo» clássico;
- equipar a instrução desses projetos (DDT/DREAL/DRAAF, feitos) por meio de um quadro oponível;
- garantir a segurança da conceção dos projetos (demonstração «ponto por ponto» na licença).

A lei APER também criou no código de urbanismo uma secção sobre instalações fotovoltaicas em terrenos agrícolas/naturais/florestais, distinguindo:

- as instalações agrivoltaicas (subsecção dedicada);
- e as instalações ditas «compatíveis com o exercício de uma atividade agrícola, pastoril ou florestal», regulamentadas nomeadamente por um documento-quadro (artigos L.111-29 e seguintes).

Decreto de 8 de abril de 2024¹

Este decreto é o principal texto de aplicação da lei APER para a agrivoltaica. Especifica como aplicar a definição legal introduzida pela lei, nomeadamente as condições de implantação de instalações agrivoltaicas em terrenos agrícolas, naturais e florestais e os critérios a respeitar para que um projeto seja considerado agrivoltaico. Ele também trata das instalações fotovoltaicas compatíveis com o exercício de uma atividade agrícola, bem como das modalidades de autorização urbanística, controlos, sanções e elaboração de documentos-quadro departamentais.

Decreto de julho de 2024²

Este decreto complementa e especifica o decreto de 8 de abril de 2024, detalhando várias modalidades técnicas de implementação de projetos agrivoltaicos. Em particular, fixa os montantes das garantias financeiras que as autoridades podem exigir no âmbito das autorizações agrivoltaicas e especifica as modalidades dos controlos, nomeadamente o relatório de controlo prévio à entrada em serviço das instalações e os elementos que esses controlos devem conter.

¹ Decreto n.º 2024-318, de 8 de abril de 2024, relativo ao desenvolvimento da agrivoltaica e às condições de implantação de instalações fotovoltaicas em terrenos agrícolas, naturais ou florestais.

² Portaria de 5 de julho de 2024 relativa ao desenvolvimento da agrivoltaica e às condições de implantação de instalações fotovoltaicas em terrenos agrícolas, naturais ou florestais.

Este decreto especifica, nomeadamente, o conteúdo do relatório de controlo prévio à entrada em serviço e a sua articulação com o regime de controlo previsto no código do urbanismo (por exemplo, artigo R.463-1).

Instrução ministerial de 18 de fevereiro de 2025

Esta instrução foi publicada para esclarecer a aplicação prática dos textos legislativos e regulamentares (lei APER, decreto de 8 de abril de 2024 e decreto de 5 de julho de 2024) pelos serviços do Estado (prefeituras, DDT, DREAL, DRAAF, etc.). Ela explica como as autoridades devem interpretar e aplicar os critérios técnicos e agrícolas do quadro agrivoltaico, como instruir os dossiês de projeto, como efetuar o acompanhamento e o controlo das instalações e como articular o regime agrivoltaico com os outros regimes de urbanismo e ambiente. Esta instrução é uma ferramenta metodológica essencial para a aplicação concreta do quadro regulamentar.

Zoneamento territorial: zonas de aceleração (ZAEEnR) e lógica «fora das zonas»

A lei APER instituiu a definição de zonas de aceleração para a implantação de instalações terrestres de produção de energia renovável (ZAEEnR), de acordo com uma abordagem «município → intermunicipalidade/Estado → prefeito», enquadrada pelo artigo L.141-5-3 do código da energia.

Os municípios propõem setores que consideram favoráveis/prioritários; o Estado disponibiliza dados; a consolidação é realizada a nível departamental e depois aprovada pelo prefeito (de acordo com as modalidades especificadas localmente).

Na prática territorial, observa-se também o uso do termo «zonas de exclusão» (setores que as coletividades/atores consideram incompatíveis). Este termo é frequentemente utilizado nas abordagens locais de cartografia, mesmo que o cerne do dispositivo jurídico vise, em primeiro lugar, as zonas de aceleração na aceção do artigo L.141-5-3.

Comité de projeto: nova sequência de diálogo territorial (APER)

Independentemente da concertação CNDP (código do ambiente), a lei APER criou uma obrigação de comité de projeto (código da energia, art. L.211-9) para determinados projetos de energias renováveis localizados fora das ZAEEnR.

O decreto n.º 2023-1245, de 22 de dezembro de 2023, especifica as modalidades deste comité de projeto.

Objetivo: garantir uma concertação prévia sobre a viabilidade e as condições de integração no território.

Para a energia solar fotovoltaica, o seu documento interno recorda um limiar de aplicação $\geq 2,5$ MWc e «fora das zonas de aceleração», com entrada em vigor a 24 de junho de 2024.

De acordo com a nossa interpretação metodológica: promotor do projeto + representantes dos municípios de implantação + EPCI + municípios limítrofes, bem como prefeito (ou representante) e gestores de redes; possibilidade de convidar outras partes interessadas; ata das discussões transmitida aos membros de direito e comunicável.

Depósito da licença de construção e conteúdo do dossiê para um projeto agrivoltaico

Em França, um projeto agrivoltaico está sujeito ao direito comum do urbanismo e requer a apresentação de uma licença de construção, que é geralmente analisada pelo prefeito (análise pelos serviços do Estado). A apresentação da licença constitui uma etapa estruturante, pois concentra o essencial da demonstração da conformidade do projeto com o quadro agrivoltaico definido pela lei e seus textos de aplicação.

O projeto também pode desencadear, de acordo com as características e limites aplicáveis, procedimentos ambientais e de participação pública (inquérito público ou participação eletrónica).

O processo de licença de construção inclui os documentos clássicos previstos pelo código de urbanismo (plantas, notas explicativas, integração paisagística, acessos, redes, etc.), aos quais se acrescentam, para os projetos agrivoltaicos, documentos específicos relacionados com a atividade agrícola e a compatibilidade do projeto com o artigo L.314-36 do código da energia, bem como o dossiê de estudo de impacto.

Os textos pós-APER também introduziram requisitos de controlo prévio à entrada em serviço (e controlos na fase de exploração), nomeadamente no código do urbanismo para determinadas instalações «compatíveis».

A CDPENAF e o seu papel na instrução de projetos agrivoltaicos

Definição e papel geral:

A CDPENAF (Comissão Departamental de Preservação dos Espaços Naturais, Agrícolas e Florestais) é um órgão consultivo previsto pelo código rural. Emite pareceres sobre a oportunidade de determinados procedimentos ou autorizações de urbanismo tendo em conta o objetivo de preservação dos terrenos naturais, agrícolas ou florestais.

Um parecer agora estruturante em espaços agrícolas/naturais/florestais:

Para projetos de instalações de produção de eletricidade a partir de energia solar implantadas em terrenos naturais, agrícolas e florestais, a autorização está, em princípio, sujeita a um parecer da CDPENAF, com uma articulação específica dependendo se o departamento dispõe ou não de um documento-quadro elaborado nos termos do artigo L.111-29 do código do urbanismo. Esta lógica foi confirmada pela jurisprudência do Conselho de Estado (decisão n.º 495025 de 18 de setembro de 2025).

Agrivoltaico: parecer favorável e audição do requerente.

O Código do Urbanismo prevê que, para as instalações agrivoltaicas na aceção do artigo L.314-36 do Código da Energia, a CDPENAF deve emitir um parecer favorável³ e ouvir o requerente antes de emitir esse parecer.

³ Parecer obrigatório cujo sentido vincula a autoridade decisória.

Concretamente, o parecer da CDPENAF torna-se uma etapa crucial do calendário de instrução:

- imõe uma demonstração agrícola robusta (produção significativa, primazia agrícola, reversibilidade, serviços prestados);
- reforça a importância dos documentos agrícolas do processo (EPA / nota de compatibilidade / compromissos de acompanhamento);
- pode levar a prescrições ou pedidos de complementos antes da estabilização do projeto. (Orientação geral lembrada pela instrução ministerial «agrivoltaico» de fevereiro de 2025).

A MRAe e o seu papel na instrução (avaliação ambiental)

Quem é a MRAe? A Missão Regional de Autoridade Ambiental (MRAe) é uma das autoridades ambientais competentes designadas pelo código ambiental para emitir um parecer sobre o projeto que lhe é submetido. Para a maioria dos projetos «correntes» (exceto casos específicos), a autoridade ambiental é a MRAe da região onde o projeto é realizado.

Em que momentos intervém? A MRAe intervém nomeadamente:

- durante a análise caso a caso (para determinar se é necessário um estudo de impacto);
- e/ou durante o parecer sobre o estudo de impacto, quando este é obrigatório. A competência e os prazos associados são regulados pelo código ambiental.

Conteúdo típico do parecer: pontos a ter em atenção para a agrivoltaica

Os pareceres da MRAe sobre projetos fotovoltaicos (incluindo projetos no solo) referem-se exclusivamente ao estudo de impacto e, normalmente, a:

- a qualidade do estado inicial (biodiversidade, paisagens, água, solos, desafios agrícolas);
- a sequência ERC (evitar-reduzir-compensar) e a justificação das escolhas de implantação;
- a análise das variantes;
- fotomontagens e demonstração da integração paisagística;
- o acompanhamento e a eficácia das medidas propostas.

Exemplos de elementos frequentemente solicitados em pareceres publicados pelas MRAe (fotomontagens adicionais, justificação paisagística).

ii. Em Espanha

Na sequência da implementação de novas políticas centradas na sustentabilidade e na transição energética no final da década de 90 e início da década de 2000, a tecnologia fotovoltaica foi progressivamente integrada nos sistemas de produção de eletricidade descentralizada (no mix elétrico).

Este quadro permitiu estabelecer e regulamentar, através da regulamentação nacional em vigor, a forma como as instalações devem ser ligadas à rede elétrica pública para injetar toda a sua produção. Desta forma, estas instalações participam no mercado da eletricidade, recebendo inicialmente um prémio pela eletricidade injetada na rede, que foi progressivamente reduzido e substituído em 2014 por um regime específico baseado na rentabilidade do investimento das instalações e, a partir de 2020, vendendo diretamente a produção no mercado ou participando em leilões de capacidade em função do preço proposto pelos produtores.

Por fim, a regulamentação espanhola foi atualizada em 2018-2019 para autorizar o autoconsumo de eletricidade, ou seja, a ligação das instalações à rede interna dos consumidores (a jusante do ponto fronteiro que delimita a sua rede interna e a rede de distribuição pública), o que permitia o autoconsumo instantâneo da eletricidade produzida pela instalação (com as economias daí decorrentes graças à redução das compras de eletricidade na rede) e a sua injeção, em determinadas circunstâncias e para determinados tipos e potências, na rede pública.

Assim, embora o autoconsumo também se refira a instalações isoladas da rede, esta terminologia é hoje utilizada quase exclusivamente para a última modalidade mencionada.

Em Espanha, não foi adotada qualquer regulamentação para reger a atividade agrivoltaica, nem a nível nacional nem nas diferentes comunidades autónomas. A Catalunha é a única comunidade autónoma que elaborou, em 2024, uma instrução técnica que estabelece os critérios para tornar compatível a produção de energia fotovoltaica em terrenos agrícolas. Esta regulamentação exige a manutenção da atividade agrícola, garantindo que o rendimento das culturas seja pelo menos igual a 60% do rendimento de referência e proibindo estruturas fixas de betão.

No que diz respeito à elaboração de uma regulamentação específica sobre instalações agro-voltaicas na Espanha, a União Espanhola de Energia Fotovoltaica (UNEF) é o principal agente setorial que promove:

- O debate regulamentar com a administração (IDAE, MAPA).
- A organização de jornadas técnicas com os governos regionais e os ministérios (Situação da agrivoltaica em Espanha).
- Propostas de conformidade regulamentar e compatibilidade com a PAC.

Os debates técnicos concentram-se em cinco aspetos:

1. Definição jurídica da agrivoltaica.
2. Compatibilidade das utilizações do solo.
3. Integração na PAC e ajudas diretas.
4. Tratamento energético e acesso à rede.
5. Linhas de financiamento específicas.

Eis algumas propostas formuladas pela UNEF para fazer avançar a elaboração da regulamentação:

Definição de agrivoltaico:

- Proposta inicial (outubro de 2024):

Sistema de produção conjunta de energia solar fotovoltaica e agricultura no mesmo terreno, com o objetivo de ter um impacto positivo na agricultura e na produção energética, diversificando os rendimentos dos agricultores, tornando a agricultura mais resistente às alterações climáticas e reduzindo a dependência energética.

- Proposta alterada (novembro de 2024)

Sistema de produção dupla que integra de forma sinérgica a atividade do setor primário e a produção de eletricidade através da tecnologia fotovoltaica no mesmo espaço físico.

Requisitos que os projetos agrivoltaicos devem cumprir:

Características gerais

1. Manter acordos com os agricultores ou criadores de gado.
2. Manter um modelo económico agrícola sustentável
3. Integrar critérios de sustentabilidade ambiental e utilização eficiente do solo

Para ser considerado um projeto sinérgico com uma atividade agrícola, deve:

1. Manter uma atividade agrícola ativa. O projeto deve permitir o desenvolvimento dos trabalhos agrícolas, a passagem de máquinas e a gestão das culturas.
2. Conservar pelo menos 60% da superfície dedicada às culturas. A instalação fotovoltaica deve ser suficientemente alta e espaçada para que as sombras sejam compatíveis com a cultura.
3. Manter o título de propriedade agrícola.

Para ser considerado um projeto sinérgico com uma atividade pecuária, ele deve:

1. Manter uma atividade pecuária ativa
2. Manter uma produção de biomassa destinada à alimentação do gado
3. Manter o seu registo como exploração pecuária

Convocatórias de projetos

No que diz respeito aos auxílios públicos a projetos agrivoltaicos em Espanha, é de salientar os dois convites à apresentação de projetos do Programa de Incentivos para Projetos Inovadores no domínio das Energias Renováveis e do Armazenamento, bem como para Sistemas Térmicos Renováveis no âmbito do PRTER, financiado pela UE-Next Generation.

O primeiro convite à apresentação de projetos, com um orçamento de 72 milhões de euros para projetos agrivoltaicos, encerrou a apresentação de candidaturas em novembro de 2024 e prevê um prazo de execução dos projetos até ao final de 2028. Foram criados três subprogramas no âmbito do programa de incentivos 1: projetos inovadores de instalações agrivoltaicas com armazenamento:

- Subprograma 1.1: Agrivoltaico intercalado com a cultura.
- Subprograma 1.2: Agrivoltaico com estrutura acima da cultura Altura: $2\text{ m} \leq h \leq 4\text{ m}$.
- Subprograma 1.3: Agrivoltaico com estrutura acima da cultura Altura: $h > 4\text{ m}$.

O segundo convite à apresentação de projetos, aberto até 19 de fevereiro de 2026, estabelece os mesmos subprogramas do primeiro convite e dota o programa com um orçamento de 68 milhões de euros. É importante destacar que o relatório exige como pré-requisito explicar como a instalação contribui para a implantação, manutenção ou desenvolvimento da cultura e, no caso de parcelas mecanizadas, como é garantida a passagem das máquinas. É também necessário dispor de parcelas de controlo que permitam comparar o rendimento agrícola com e sem PV. Os projetos obtêm uma melhor classificação se envolverem cooperativas e/ou comunidades energéticas, se se referirem à agricultura biológica e se tiverem celebrado acordos com universidades ou centros de investigação para o desenvolvimento do projeto.

Outro programa notável para o desenvolvimento de instalações agro-voltaicas em Espanha é o de ajudas à inovação AEI_Agri, promovido pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação).

iii. Em Portugal

A trajetória de Portugal até 2030 assenta numa profunda transformação do sistema energético, sendo o setor da energia o principal responsável pelas reduções de emissões. O PNEC 2030 combina políticas públicas e trajetórias tecnológicas para atingir os objetivos ambientais, reforçando simultaneamente a competitividade, a coesão social e o desenvolvimento sustentável.

O solar fotovoltaico assume um papel central, beneficiando da forte redução de custos e da abundância do recurso solar no território nacional, o que faz desta tecnologia uma das mais competitivas, a par da eólica, e a mais dinâmica no horizonte 2030. Para assegurar um crescimento equilibrado, o país promove a produção descentralizada, a utilização de superfícies não convencionais (albufeiras, áreas adjacentes a infraestruturas rodoviárias) e a integração com outras atividades através do agrivoltaico, permitindo a partilha do solo entre agricultura e produção de energia.

Esta trajetória enquadra-se num quadro estratégico alinhado com a União Europeia, assente no PNEC 2030, na Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 e na Lei de Bases do Clima, articulado com instrumentos complementares nos setores agrícola e florestal, coerentes com as cinco dimensões da União da Energia: descarbonização, eficiência energética, segurança de abastecimento, mercado interno da energia e investigação & inovação. O PNEC 2030 estabelece metas quantificadas em matéria de emissões, energias renováveis, eficiência e segurança energética, orientando o sistema para um modelo mais descentralizado (autoconsumo, comunidades de energia), ao mesmo tempo que apoia soluções inovadoras como o agrivoltaísmo e o solar flutuante.

A neutralidade carbónica até 2050 exige reduções sustentadas em todos os setores: -55 % até 2030, -65 a -75 % até 2040 e pelo menos -90 % até 2050, face a 2005. As metas setoriais apontam para reduções significativas nos serviços, no setor residencial, nos transportes, nos resíduos e nas águas residuais, sendo a contribuição da agricultura mais moderada, mas essencial (de -8 % em 2020 para -11 % em 2030). Persistem, contudo, desafios relevantes, sobretudo nos transportes e na agricultura, onde serão necessários esforços adicionais para assegurar o cumprimento da trajetória climática. Tabela 1 - Metas nacionais de redução das emissões de CO₂ equivalente em relação a 2005..

Metas	2030	2040	2050
PNEC 2030	-45 % a -55 %	65 % a 75 %	-85 % a -90 %
PNEC 2030 Revisão	-55 %	65 % a 75 %	-90 %

Tabela 4 : Metas nacionais de redução das emissões de CO₂ equivalente em relação a 2005

No domínio das energias renováveis, Portugal continua a ser um dos países mais ambiciosos da Europa. A trajetória nacional prevê um aumento contínuo da quota das energias renováveis no consumo final bruto, que deverá atingir cerca de metade do consumo energético nacional total até 2030, como se pode ver no quadro 2.

Renováveis no consumo final bruto de energia	2020	2022	2025	2027	2030
PNEC 2030	31 %	34 %	38 %	41 %	47 %
Revisão do PNEC 2030	31 %	34 %	40 %	44 %	51 %

Tabela 5 : Trajetória indicativa e contributo de Portugal para a meta vinculativa de 2030

O agrivoltaico tem vindo a ganhar expressão, uma vez que permite aumentar a capacidade solar instalada sem comprometer a atividade agrícola: promove o uso do solo para dois fins, reforça o autoconsumo nas explorações, reduz perdas na rede, aumenta a autonomia energética das zonas rurais, contribui para a descarbonização das práticas agrícolas e cria oportunidades económicas para as PME.

As políticas e medidas articulam-se em torno de oito objetivos estratégicos: acelerar a eletricidade renovável para atingir pelo menos 80% até 2025 e duplicar a capacidade instalada até 2030; desenvolver a produção distribuída, o autoconsumo e as comunidades energéticas; elaborar guias técnicos para a agrivoltaica; e promover as energias renováveis na agricultura e silvicultura (energia solar fotovoltaica, geotérmica superficial, eólica), incluindo para irrigação e infraestruturas de criação de gado.

Políticas e medidas

O PNEC 2030 articula-se em torno de oito objetivos estratégicos, implementados através de linhas de ação e medidas concretas, identificando a agricultura como um dos setores que necessita de esforços adicionais de mitigação. Uma das prioridades centrais consiste em acelerar a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, com o objetivo de atingir pelo menos 80% de produção renovável até 2025, o que implica duplicar a capacidade instalada até 2030.

Outra linha de ação fundamental incentiva a produção distribuída, o autoconsumo e as comunidades de energia, com vista a reduzir as perdas no sistema elétrico e reforçar a participação local. Neste contexto, o PNEC 2030 prevê a elaboração de orientações e guias técnicos específicos para a agrivoltaica (medida de ação 3.2.9), medida que pode ser articulada com o projeto AgroSOL, contribuindo assim para a criação de um quadro claro para o dimensionamento dos sistemas e a futura regulamentação desta solução.

Além disso, o plano incentiva a adoção de energias renováveis nos setores da agricultura e silvicultura (linha de ação 6.1), apoiando a instalação de sistemas solares fotovoltaicos, geotérmicos superficiais e eólicos, incluindo aplicações em sistemas de irrigação e infraestruturas de criação de gado.

Quadro regulamentar do agrivoltaico em Portugal

Portugal ainda não dispõe de um regime jurídico específico dedicado exclusivamente ao agrivoltaico. Estes sistemas são atualmente enquadrados pela legislação geral sobre energias renováveis, pelas regras de ordenamento do território e pelo quadro legal da produção de energia elétrica a partir da tecnologia solar fotovoltaica. O principal instrumento é o Decreto-Lei n.º 15/2022, que regula os sistemas de autoconsumo e as comunidades de energia renovável e estabelece as condições para a instalação de painéis solares em solo agrícola, desde que sejam respeitadas as normas ambientais e de uso do solo. Embora este diploma não legisle especificamente o agrivoltaico, define uma área destinada à implementação de projetos de inovação e desenvolvimento no âmbito da compatibilização do uso do solo para atividades agrícolas e de produção de eletricidade.

O Decreto-Lei n.º 30-A/2022 veio simplificar os procedimentos de autorização de instalações fotovoltaicas, em particular para sistemas com potência inferior a 30 kW. Mais recentemente, o Decreto-Lei n.º 99/2024 introduziu novas disposições alinhadas com a Diretiva RED III da União Europeia, permitindo a implementação de projetos de energias renováveis em zonas da reserva agrícola nacional, sob determinadas condições específicas.

Apesar destes avanços, subsistem desafios. A compatibilidade entre instalações solares e solos agrícolas de elevada qualidade é uma questão sensível, e o Governo sinalizou a intenção de rever as regras para garantir que a aptidão dos solos é devidamente priorizada. Os requisitos de licenciamento variam também de forma significativa em função da potência instalada, sendo que projetos de maior dimensão exigem frequentemente avaliações de impacto ambiental e licenças municipais de construção. A um nível mais amplo, a ausência de uma definição harmonizada de agrivoltaica à escala da União Europeia dificulta a classificação do uso do solo e pode afetar a elegibilidade para subsídios agrícolas e regimes fiscais.

iv. Comparação

À escala da União, ainda não existe uma definição nem uma norma harmonizada para a agrivoltaica; vários Estados publicam guias ou textos técnicos, mas apenas o quadro francês combina uma definição legal, critérios técnicos oponíveis, procedimentos de autorização específicos e mecanismos de controlo em funcionamento. Em Espanha, a instrução catalã constitui um marco regional exigente (limiar de rendimento $\geq 60\%$ e restrições de implantação), mas não existe uma norma nacional de

implantação agrivoltaica; a dinâmica é impulsionada pelos concursos IDAE e pelo lançamento da PAC. Em Portugal, o aumento da potência passa pela legislação comum sobre eletricidade e pela transposição da RED III, sem um regime agrivoltaico específico por enquanto, embora surjam financiamentos específicos.

Elementos comparados	França	Espanha	Portugal
Definição legal de «agrivoltaico»	Sim, art. L.314-36 C. energia com critérios positivos e negativos	Não a nível nacional; primeira instrução técnica na Catalunha	Não, recurso ao direito comum ENR
Diplomas de aplicação	Decreto 2024-318 e despacho de 05/07/2024 detalhando condições, controlos e garantias	Recursos IDAE baseados na Orden TED/765/2024; sem decreto nacional de implementação	DL 15/2022, DL 30-A/2022, DL 99/2024 (RED III) para ENR em geral
Procedimentos específicos	Parecer conforme CDPENAF, competência prefectural, controlo aos 6 anos	Procedimentos ENR clássicos; exigências regionais catalãs	Procedimentos ENR simplificados, sem conceito de «agrivoltaico» específico
Planeamento/aceitabilidade	ZAEnR e comité de projeto fora da ZAEnR	Planeamento regional/local; convites à apresentação de propostas IDAE	PNEC 2030, simplificações RED III
Financiamentos públicos dedicados	Mecanismos gerais de energia renovável; possível integração em AO	Programa IDAE «Renováveis Inovadoras» – Agrivoltaica + armazenamento	Fundo ambiental: 15 milhões de euros (2025)

Tabela 6 : Comparação de políticas públicas

Conclusão da comparação: no que diz respeito aos critérios de exaustividade (definição + normas técnicas + procedimentos + controlos), apenas a França implementou, até à data, uma verdadeira regulamentação agrivoltaica de ponta a ponta.

v. Recomendações

A nível europeu, seria pertinente alinhar a regulamentação com a arquitetura francesa, transpondo três pilares: em primeiro lugar, uma definição comum de agrivoltaico baseada na primazia agrícola, na prestação de serviços diretos à parcela (agronomia, adaptação climática, proteção contra riscos, bem-estar animal) e na reversibilidade; em seguida, critérios operacionais e mensuráveis de «produção agrícola significativa» e «rendimento sustentável», acompanhados de um controlo inicial e de um controlo de acompanhamento com prazo fixo; finalmente, um procedimento de autorização específico com parecer de uma instância agrícola independente e responsabilizada, inspirada no papel conferido à CDPENAF. A lei francesa e os seus textos de aplicação oferecem uma base sólida para esta convergência.

A Comissão poderia publicar, em apoio aos Estados-Membros, uma recomendação ou um ato de execução que estabelecesse diretrizes técnicas setoriais, à semelhança das «boas práticas» promovidas pela SolarPower Europe, mas tornando-as oponíveis nos procedimentos nacionais; tal medida colmataria a atual ausência de uma norma comum na UE e reduziria a heterogeneidade das práticas nacionais.

Para acelerar o investimento, duas alavancas são decisivas. No que diz respeito aos rendimentos, privilegiar mecanismos de apoio estáveis e legíveis (contratos por diferença, bônus de concursos públicos) que visem configurações agrivoltaicas e integrem explicitamente a remuneração dos serviços prestados à agricultura. A experiência espanhola dos concursos «Renovables Innovadoras» demonstra a eficácia de uma janela dedicada a projetos agro-fotovoltaicos, especialmente quando enquadra as tipologias e exige um armazenamento mínimo para o valor do sistema. No que diz respeito aos procedimentos, importar para o nível europeu a ideia de «zonas de aceleração» e um mecanismo de «comité de projeto» quando um dossiê está fora da zona; estas ferramentas, já em vigor em França, têm como objetivo clarificar a integração territorial a montante e reduzir os prazos de instrução.

Por fim, a articulação com a PAC deve ser consolidada para garantir a elegibilidade de pequenas superfícies agro-fotovoltaicas e quando a atividade agrícola continua a ser predominante; o exemplo espanhol de elegibilidade para a PAC a partir de 2026 constitui uma pista útil para harmonizar as regras de ajuda e eliminar um obstáculo importante ao financiamento de projetos.

Os retornos operacionais da experiência destacam a importância de estabilizar os horizontes de desenvolvimento e instrução, ainda longos e heterogêneos, bem como a necessidade de um sinal de preço coerente para a eletricidade produzida; estas exigências devem acompanhar a convergência regulamentar, a fim de tornar os projetos investíveis, preservando simultaneamente a função nutritiva das terras.

7. Conclusão

O presente estado de arte confirma que o agrivoltaico pode tornar-se uma alavanca importante de resiliência para as pequenas e médias explorações agrícolas do SUDOE, desde que os projetos sejam concebidos primeiro ao serviço da produção agrícola e, em seguida, equipados energeticamente. Num contexto de fragilidade económica das explorações agrícolas e de alterações climáticas, o projeto AgroSOL apresenta uma estratégia comum centrada no autoconsumo e na sustentabilidade dos sistemas, com o objetivo de garantir rendimentos, estabilizar os rendimentos e reforçar a viabilidade das zonas rurais.

Do ponto de vista económico e sistémico, a crescente saturação das redes e a descida dos preços durante o dia impõem a preferência por instalações de baixa potência ligadas em baixa tensão, dimensionadas de acordo com os perfis de consumo diurno das explorações. O valor provém principalmente das economias na fatura, em vez da venda à rede, o que requer um dimensionamento

pragmático, uma integração ergonómica na ferramenta de produção e um acompanhamento a longo prazo com os agricultores.

Do ponto de vista técnico-agronómico, os retornos de experiência mostram benefícios microclimáticos repetidos e viabilidade numa ampla gama de culturas, desde que a densidade, a altura e o controlo da sombra sejam ajustados às necessidades e que o acompanhamento seja plurianual. Os compromissos entre a produção elétrica e os objetivos agronómicos devem ser assumidos na conceção, em particular para os sistemas dinâmicos ou elevados que oferecem a melhor margem de manobra. Estas lições convergem para uma doutrina de cocriação, avaliação contínua e melhoria progressiva dos dispositivos.

O quadro público e regulamentar traça uma geografia de oportunidades diferenciadas: a França dispõe de um referencial completo e oponível (lei APER, decreto de 8 de abril de 2024, despacho de julho de 2024 e instrução de 2025, papel conforme da CDPENAF) que facilita a instrução e o controlo; a Espanha avança principalmente por meio de convites nacionais à inovação e iniciativas regionais, sem uma norma nacional dedicada; Portugal mobiliza o direito comum das energias renováveis na trajetória do PNEC 2030. Essa assimetria reforça o interesse de um método AgroSOL transferível, apoiado em critérios mensuráveis de produção agrícola significativa, serviços prestados e reversibilidade.

À escala climática, a diversidade dos regimes agroecológicos do SUDOE exige associar cada família de sistemas (elevados, dinâmicos, semitransparentes, verticais) às culturas e aos calendários fenológicos adequados, otimizando a PAR e a irrigação. O agrivoltaico surge assim como uma ferramenta de adaptação credível face ao stress térmico e hídrico, nomeadamente nas zonas mediterrânicas e semiáridas, mantendo-se relevante para as pastagens e certas produções no clima atlântico.

A trajetória proposta para o AgroSOL é operacional: visar explorações agrícolas com cargas diurnas acentuadas, dimensionar o autoconsumo, formalizar um protocolo agronómico comum com testemunhos, definir indicadores de acompanhamento partilhados (rendimentos, qualidade, microclima, água, disponibilidade de parcelas), estruturar a governança do projeto e garantir esquemas de financiamento adequados (autoconsumo, investimento de terceiros, modelos cooperativos).